



# Conseil économique et social

Distr. générale  
29 février 2016  
Français  
Original : anglais

## Commission de la science et de la technique au service du développement

### Dix-neuvième session

Genève, 9-13 mai 2016

Point 3 b) de l'ordre du jour provisoire

## Analyse prévisionnelle et développement numérique

### Rapport du Secrétaire général

#### *Résumé*

Le présent rapport porte sur un certain nombre de nouvelles technologies numériques – données massives, Internet des objets, cours en ligne ouverts à tous, impression 3D et automatisation numérique – et sur les effets à long terme qu'elles pourraient avoir sur l'économie, la société et l'environnement. Une attention particulière y est accordée au rôle de l'analyse prévisionnelle des tendances technologiques en tant qu'outil de planification des politiques permettant d'évaluer l'impact potentiel de ces technologies sur la société. Chacune de ces nouvelles technologies fait l'objet d'une section du rapport, où sont analysées ses principales caractéristiques et les effets qu'elle pourrait avoir sur le développement durable. Sont soulignées les conclusions pertinentes de publications spécialisées, de contributions d'experts et des débats menés par les membres de la Commission de la science et de la technique au service du développement et les autres participants à la réunion du groupe intersessions. Le rapport se termine par des suggestions destinées aux gouvernements et aux autres parties concernées.



## Introduction

1. À sa dix-huitième session, en mai 2015, la Commission de la science et de la technique au service du développement a décidé que la question intitulée « Analyse prévisionnelle et développement numérique » serait l'un des thèmes prioritaires de l'intersession 2015-2016.
2. Pour contribuer à une meilleure compréhension de ce thème et aider la Commission dans les travaux de sa dix-neuvième session, le secrétariat de la Commission a réuni un groupe intersessions à Budapest, du 11 au 13 janvier 2016. Le présent rapport se fonde sur les conclusions issues de cette réunion, notamment des débats d'experts organisés à cette occasion et de contributions d'experts de différentes disciplines.
3. La section I porte sur le contexte où s'inscrivent les nouvelles technologies examinées dans le rapport. La section II traite des principales caractéristiques de l'analyse prévisionnelle des tendances technologiques et de son utilité pour l'élaboration des politiques. La section III est consacrée aux données massives et à l'Internet des objets, ainsi qu'aux problèmes et aux enjeux liés à ces technologies. Dans la section IV, les principales caractéristiques de l'impression 3D sont passées en revue, de même que ses incidences sur le développement durable. La section V porte sur l'automatisation numérique et son impact sur l'avenir du travail. La section VI contient un examen des cours en ligne ouverts à tous (MOOC) et une réflexion sur la contribution qu'ils peuvent apporter au développement durable. Des enseignements à retenir sont présentés dans la section VII, tandis que des conclusions et des propositions sont formulées dans la section VIII.

## I. Nouvelles technologies numériques

4. Sont analysées dans le présent rapport un certain nombre de nouvelles technologies numériques – données massives, Internet des objets, MOOC, impression 3D et automatisation numérique – et les effets à long terme qu'elles pourraient avoir sur l'économie, la société et l'environnement. Ces technologies et leurs incidences méritent de retenir l'attention, étant donné qu'elles perturberont et transformeront sans doute les normes sociales, politiques et économiques, d'où des possibilités à exploiter et des difficultés à surmonter par les pays<sup>1</sup>.
5. Le rapport a été élaboré à la demande du Conseil économique et social, qui avait invité la Commission de la science et de la technique au service du développement à offrir un cadre pour la planification stratégique et l'analyse prévisionnelle des tendances les plus importantes en matière de science, de technologie et d'innovation dans des secteurs clés de l'économie, et à mettre en lumière les technologies nouvelles et celles qui pourraient causer des perturbations.
6. Le rapport fait fond sur les travaux que la Commission a déjà menés sur deux thèmes prioritaires : ceux sur les technologies de l'information et de la communication pour un développement social et économique équitable (2013-2014), dans lesquels elle avait déjà fait ressortir certaines de ces tendances, et ceux sur l'analyse prévisionnelle stratégique et le programme de développement pour l'après-2015 (2014-2015), dans lesquels elle avait conclu que l'analyse prévisionnelle stratégique des tendances technologiques était un instrument utile au développement durable.

---

<sup>1</sup> Atlantic Council, 2013, *Envisioning 2030: US strategy for the coming technology revolution*, 9 décembre.

## A. L'accès aux technologies de l'information et de la communication, fondement du développement durable, et tendances futures des technologies numériques

7. De 2000 à 2015, les progrès technologiques conjugués à la libéralisation des marchés se sont traduits par le développement fulgurant des réseaux de téléphonie mobile, du point de vue tant de leur étendue que des possibilités qui y sont associées<sup>2</sup>. Mais si l'expansion des services en question a eu des effets sur une proportion considérable de la population mondiale, l'accès abordable à Internet reste limité pour les populations qui pourraient justement en tirer le plus grand parti, à commencer par celles des pays les moins avancés (PMA). Ces populations restent exclues du monde numérique. C'est pourquoi il importe de combler la fracture numérique qui existe au sein des pays et entre eux.

8. Sur le plan des politiques à mener, l'accès à Internet est source à la fois de possibilités et de difficultés<sup>3</sup>. Nombre de pays en développement doivent surmonter des problèmes de taille pour développer leurs infrastructures de communication à haut débit, notamment les besoins d'investissements importants, la rareté des compétences nécessaires et les obstacles à la diffusion des services à haut débit tels que le manque de contenus numériques dans les langues locales. Pour y parvenir, ils devront mettre en place un environnement propice et des politiques publiques favorables<sup>4</sup>.

9. Dans le nouveau cadre de développement – le Programme de développement durable à l'horizon 2030 – l'Assemblée générale a estimé que l'expansion de l'informatique et des communications et l'interdépendance mondiale des activités avaient le potentiel d'accélérer les progrès de l'humanité, de réduire la fracture numérique et de donner naissance à des sociétés du savoir<sup>5</sup>. Elle y a fixé 17 objectifs de développement durable assortis de 169 cibles, dans lesquelles elle a tenu compte de l'importance des technologies de l'information et de la communication (TIC) de deux manières : premièrement, en définissant explicitement des cibles relatives aux TIC dans les domaines de l'éducation et des bourses d'études (cible 4.b), de l'autonomisation des femmes (cible 5.b) et des infrastructures nécessaires à l'accès abordable à Internet pour tous (cible 9.c) ; deuxièmement, en faisant référence à des grands domaines technologiques où les TIC jouent un rôle important. Les TIC sont ainsi concernées par les cibles relatives à la croissance économique, à l'efficacité énergétique, à l'utilisation rationnelle de l'eau et aux changements climatiques. En outre, l'objectif 17 (Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser) promeut l'utilisation des technologies clés, en particulier les TIC<sup>6</sup>. Leur capacité de contribuer aux objectifs de développement durable dans une multitude de domaines montre combien ces technologies sont cruciales pour le développement<sup>7</sup>.

<sup>2</sup> Union internationale des télécommunications, base de données sur les TIC.

<sup>3</sup> CNUCED, 2015, *Internet Broadband for an Inclusive Digital Society*, Current Studies on Science, Technology and Innovation n° 11 (New York et Genève, publication des Nations Unies).

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (résolution 70/1 de l'Assemblée générale).

<sup>6</sup> Déclaration commune du Conseil des chefs de secrétariat à l'Assemblée générale au sujet de l'examen d'ensemble de la mise en œuvre des textes issus du Sommet mondial sur la société de l'information, 2015, disponible à l'adresse <http://www.ungis.org/> (page consultée le 23 février 2016).

<sup>7</sup> Ibid.

## II. Analyse prévisionnelle des tendances technologiques

10. L'analyse prévisionnelle des tendances technologiques consiste à prévoir l'évolution des technologies et leur impact sur la société afin d'élaborer des politiques publiques ou des stratégies d'entreprise<sup>8</sup>. Différentes méthodes sont employées à cette fin, notamment les groupes de réflexion, la méthode Delphi, les simulations, l'élaboration de scénarios et la conduite d'entretiens<sup>9</sup>. Les analyses prévisionnelles sont intersectorielles, faisant appel à diverses parties prenantes et reposant sur un processus participatif et ouvert.

11. Ces dernières décennies, l'analyse prévisionnelle des tendances technologiques a largement servi d'instrument de politique à des gouvernements du monde entier. C'est le cas du Japon, qui effectue des analyses prévisionnelles nationales depuis les années 1970<sup>10</sup>, et de pays européens comme l'Allemagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, qui conduisent des analyses prévisionnelles depuis les années 1980<sup>11</sup>, ainsi que d'un nombre croissant de pays en développement<sup>12</sup>. Dans un contexte marqué par la mondialisation, la concurrence et la rapidité de l'évolution technologique, les analyses prévisionnelles peuvent aider les pays en développement à trouver des possibilités de spécialisation technologique et productive pour rattraper leur retard et à faire un bond en avant. Étant en outre susceptibles d'influer sur les changements technologiques et la croissance économique, elles devraient être conçues et mises en œuvre en cohérence avec les stratégies nationales de développement, notamment de développement industriel<sup>13</sup>.

12. Bon nombre d'évolutions inattendues ont touché la société de l'information depuis les sommets mondiaux sur la société de l'information de 2003 et de 2005, notamment la naissance du Web 2.0 et de l'informatique en nuage, l'omniprésence des médias sociaux, l'expansion des réseaux à haut débit, et l'extension des marchés de la téléphonie mobile et d'Internet au grand public. Elles ont créé des possibilités aussi bien que des difficultés, ce qui peut être le cas dans plusieurs dimensions des politiques de développement lorsqu'il s'agit de nouvelles TIC, notamment de celles qui sont examinées dans le présent rapport<sup>14</sup>. Les analyses prévisionnelles peuvent aider à prévoir les prochaines tendances technologiques et à prendre des mesures sociales en conséquence.

## III. Données massives et Internet des objets

13. Les données massives et l'Internet des objets sont de nouvelles technologies numériques qui optimisent les activités existantes des entreprises et permettent la création

<sup>8</sup> O. Saritas, 2014, Strategic foresight for the Post-2015 Development Agenda, exposé présenté à la réunion intersessions du groupe d'étude de la Commission de la science et de la technique au service du développement, 26-28 novembre.

<sup>9</sup> R. Popper, 2008, How are foresight methods selected?, *Foresight*, 10(6) : p. 62-89.

<sup>10</sup> A. Kameoka, Y. Yokoo et T. Kuwahara, 2004, A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking, *Technological Forecasting and Social Change*, 71(6) : p. 579-598.

<sup>11</sup> O. Saritas, E. Taymaz et T. Tumer, 2006, Vision 2023 : Turkey's national technology foresight programme – A contextualist description and analysis, ERC Working Papers in Economics 06/01 (Ankara, Economic Research Center).

<sup>12</sup> C. Pietrobelli et F. Puppato, 2015, Technology foresight and industrial strategy in developing countries, UNU-MERIT Working Paper Series 2015-016 (Centre de recherche économique et sociale et de formation de Maastricht pour l'innovation et la technologie).

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> CNUCED, 2015, *Implementing WSIS Outcomes: A Ten-year Review* (New York et Genève, publication des Nations Unies).

de nouveaux produits et services, voire de nouveaux secteurs. On entend par « données massives » la collecte et l'analyse de vastes quantités d'informations allant au-delà des capacités de stockage et d'analyse des ressources matérielles et logicielles dont on disposait précédemment. Cela est rendu possible par l'accroissement des capacités de stockage et la multiplication des sources de données<sup>15</sup>.

14. L'Internet des objets permet la connexion non plus de personnes et d'organisations, mais d'objets et d'appareils de la vie courante<sup>16</sup>. Tout objet ou appareil peut ainsi être connecté, répondre aux instructions de l'utilisateur et recueillir des informations qui peuvent être utilisées dans des analyses de données massives<sup>17</sup>. Les objets concernés comprennent des appareils dotés de capteurs qui surveillent des activités quotidiennes telles que l'alimentation et le sommeil, des appareils ménagers qui peuvent être commandés par téléphone portable, et des systèmes à capteurs destinés à accroître la productivité agricole. Le nombre d'appareils connectés devrait passer de 15 milliards en 2015 à 50 milliards d'ici à 2020<sup>18</sup>. Actuellement estimé à 655,8 milliards de dollars É.-U., le marché correspondant devrait atteindre 1 700 milliards en 2020, puis de 3 900 milliards à 11 000 milliards d'ici à 2025<sup>19</sup>.

## A. Données massives, Internet des objets et développement durable

15. Les données massives et l'Internet des objets peuvent contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable, particulièrement à l'heure de la quasi-omniprésence d'Internet. Ces nouvelles technologies peuvent aider à gérer et à résoudre des problèmes cruciaux aux niveaux mondial, régional, national et local. La présente partie porte sur leurs utilisations possibles et sur des exemples d'application au développement des entreprises, à la santé, à l'agriculture, à l'énergie et à l'eau.

16. Les données massives et l'Internet des objets sont susceptibles de favoriser le développement des entreprises. Ces technologies permettent aux entreprises de réaliser des analyses ad hoc très précises de leurs clients potentiels et existants, d'améliorer l'expérience des utilisateurs et éventuellement de remédier à des problèmes d'efficacité dans les procédés de fabrication et les processus connexes. Par exemple, en Afrique, un produit de microassurance a été entièrement distribué et mis en service pour la première fois au monde au moyen d'un réseau de téléphonie mobile, grâce à l'utilisation de données massives sur les tendances climatiques et agricoles<sup>20</sup>.

17. Il serait possible d'améliorer les soins de santé en personnalisant les traitements, en recueillant des données cliniques en dehors des consultations ponctuelles assurées par les médecins, en décelant plus tôt la progression des maladies et en y réagissant plus rapidement (aux niveaux individuel et collectif) et en élaborant des traitements plus efficaces contre différentes maladies incurables. En particulier, la géolocalisation des

<sup>15</sup> Commission de la science et de la technique au service du développement, 2014, Les technologies de l'information et de la communication pour un développement économique et social équitable, rapport du Secrétaire général, p. 8.

<sup>16</sup> *Implementing WSIS Outcomes: A Ten-year Review* (voir note 14), p. 78.

<sup>17</sup> Ibid.

<sup>18</sup> Forum économique mondial et INSEAD, 2012, *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World* (Genève, Forum économique mondial), p. 171-318.

<sup>19</sup> J. Manyika, M. Chui, J. Woetzel, R. Dobbs et J. Bughin, 2015, *The Internet of things: Mapping the value beyond the hype* (McKinsey Global Institute), p. 7.

<sup>20</sup> Société financière internationale, 2015, Kilmo Salama – Index-based agriculture insurance : A product design case study (Washington).

données peut contribuer à la lutte contre les épidémies<sup>21</sup>. Pendant une épidémie de typhoïde, le Ministère ougandais de la santé a ainsi utilisé des applications de géolocalisation des données pour faciliter les décisions sur la distribution de médicaments et la mobilisation d'équipes médicales<sup>22</sup>.

18. Les données massives et l'Internet des objets créent également de nouvelles possibilités dans l'agriculture (y compris en matière de sécurité alimentaire). Par exemple, la jeune pousse indienne CropIn propose des analyses et des logiciels pour la gestion des cultures. Elle a mis au point un indice de végétation fondé sur des images satellites et destiné à aider les agriculteurs à prendre des décisions pour garantir la bonne santé de leurs cultures (voir encadré).

#### **Les données massives au service de l'agriculture en Inde**

La société CropIn a été créée pour proposer des logiciels et des analyses pour la gestion des cultures. Aujourd'hui, les clients de son application en nuage sur mesure sont de grandes entreprises qui, ayant investi dans l'industrie alimentaire et l'agriculture, devaient recourir largement à leur personnel sur le terrain pour communiquer avec les agriculteurs. L'application CropIn permet de marquer les cultures et de surveiller leur évolution jusqu'à la récolte. Lorsqu'on l'alimente en informations sur les périodes de semis et les types de semences, elle fournit des renseignements sur l'évolution des cultures à différents stades de la production. Elle est utilisée par 40 entreprises et bénéficie à quelque 100 000 agriculteurs dans 15 États indiens<sup>23</sup>.

19. Il reste difficile de réduire la consommation énergétique pour la rendre durable et de gérer la distribution de l'énergie de façon rationnelle et efficace dans un monde de plus en plus urbanisé. Il est plus aisé de faire coïncider la demande et l'offre d'énergie en recourant à des technologies fondées sur les données massives. Les réseaux intelligents peuvent renforcer le rôle des sources renouvelables dans la distribution et la production de l'énergie en permettant aux ménages équipés de panneaux solaires ou d'éoliennes de renvoyer l'énergie excédentaire vers le réseau. L'information que les réseaux intelligents produisent en temps réel aide les sociétés de distribution à mieux tenir compte des variations de la demande, des coûts d'approvisionnement en énergie et des émissions, ainsi qu'à éviter les pannes majeures<sup>24</sup>. C'est ainsi que Zenatix, une jeune pousse de Delhi, déploie des compteurs intelligents et des capteurs de température pour aider les ménages et les bureaux à réduire leur consommation d'énergie grâce à des messages de notification. Elle a permis à l'Indraprastha Institute of Information Technology d'économiser près de 30 000 dollars par an en dépenses d'énergie<sup>25</sup>.

20. La production et la distribution efficace de l'eau reste un défi pour les administrations nationales, régionales et locales, en particulier dans les zones urbaines. Les appareils connectés tels que les capteurs, les compteurs et les téléphones mobiles peuvent servir à gérer les ressources en eau de façon plus intelligente, comme l'illustre le cas du

<sup>21</sup> J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh et A. H. Byers, 2015, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity (McKinsey Global Institute).

<sup>22</sup> Initiative Global Pulse de l'ONU, 2015, Data visualization and interactive mapping to support response to disease outbreak, série Global Pulse Project n° 20.

<sup>23</sup> P. Vikram Singh, 2015, The start-up revolution: Smart solutions for social good, *Governance Now*, 17 août.

<sup>24</sup> CNUCED, 2015, *Science, Technology and Innovation for Sustainable Urbanization*, UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation n° 10 (New York et Genève, publication des Nations Unies).

<sup>25</sup> V. Dora, 2015, Will energy and water challenges propel an IoT wave in India?, *Your Story*, 20 juillet.

réseau de capteurs sans fil qui permet de surveiller et d'étudier la qualité de l'eau au Bangladesh.

21. La collecte et l'évaluation de données relatives aux indicateurs de développement seront essentielles pour suivre l'accomplissement des objectifs de développement durable. C'est pourquoi des organisations internationales, des chercheurs et des entreprises étudient les moyens d'utiliser les données massives pour suivre la réalisation d'objectifs<sup>26</sup>. Le Programme alimentaire mondial a ainsi mené une étude évaluant la sécurité alimentaire au moyen de données liées aux appareils mobiles. Les résultats ont montré que les achats de crédit d'appel pouvaient servir d'indicateur supplétif des dépenses alimentaires<sup>27</sup>. Pour transformer des données massives en informations utiles au suivi du développement, il faut satisfaire à certaines exigences en matière de compétences et de technologies, et réussir à accéder aux jeux de données nécessaires<sup>28</sup>. De plus, il est indispensable de prêter attention aux pays qui produisent moins de données ou disposent de capacités d'analyse moindres, notamment les PMA, pour éviter d'ajouter de nouvelles dimensions à la fracture numérique<sup>29</sup>.

22. Les données massives et les capteurs connectés sont aussi utilisables dans la recherche-développement. Ces technologies permettent aux chercheurs d'analyser et de découvrir dans les données scientifiques des régularités qui étaient jusqu'ici hors de portée. De telles capacités sont extrêmement utiles dans de nombreux domaines, comme les prévisions météorologiques et l'étude du fonctionnement du cerveau humain. En revanche, les données massives et l'Internet des objets sont également sources de difficultés dans le monde scientifique, notamment pour ce qui est de : a) faciliter l'accès aux données financées par des fonds publics ; b) protéger les données privées ; c) garantir que les possibilités de recherche qui y sont associées soient disponibles à l'échelle mondiale, en particulier dans les PMA<sup>30</sup>.

23. Dans bien des cas, les technologies fondées sur les données massives et les algorithmes d'intelligence artificielle sont élaborées sur la base de technologies sous licence libre. Cela les rend librement accessibles en vue de leur utilisation, de leur partage, de leur modification et de leur adaptation, et ouvre la voie à des initiatives de lutte contre la pauvreté et à d'autres innovations locales qui soient adaptées aux besoins et aux marchés locaux. Grâce aux licences libres, les universités locales pourraient adapter des technologies fondées sur les données massives et des algorithmes d'apprentissage automatique aux problèmes de leur pays. Pour utiliser ces technologies et innover grâce à elles, les citoyens doivent cependant posséder les compétences voulues (notamment pour analyser et visualiser des données massives, ce qui exige des compétences mathématiques et informatiques)<sup>31</sup>. Aussi importe-t-il de renforcer les capacités en question pour que ces nouvelles technologies puissent être mises à profit.

24. Les nouveaux entrepreneurs qui tirent parti de ces innovations et d'autres technologies telles que l'impression 3D ont donné naissance au mouvement des « makers ». Certains estiment que ce phénomène pourrait modifier le profil des producteurs intervenant dans la chaîne d'approvisionnement, chose qui rendrait les données massives plus

<sup>26</sup> Voir par exemple les travaux de la Commission de statistique de l'ONU et de l'initiative Global Pulse.

<sup>27</sup> Initiative Global Pulse de l'ONU, 2015, *2014 Annual Report*.

<sup>28</sup> Initiative Global Pulse de l'ONU, 2013, *Big data for development: A primer*, p. 7.

<sup>29</sup> *Ibid*, p. 6.

<sup>30</sup> Conseil international pour la science, InterAcademy Partnership, Académie mondiale des sciences et Conseil international des sciences sociales, 2015, *Open Data in a Big Data World: An International Accord*. Résumé disponible à l'adresse <http://www.icsu.org/science-international/accord/open-data-in-a-big-data-world-short> (page consultée le 23 février 2016).

<sup>31</sup> Forum économique mondial, 2016, *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution* (Genève).

précieuses encore<sup>32</sup>. Des questions se posent cependant sur le potentiel économique de ce mouvement, et plus particulièrement la capacité des entrepreneurs d'acquérir les connaissances nécessaires pour lancer des produits qui puissent soutenir la concurrence d'entreprises et d'équipes de conception très compétentes<sup>33</sup>.

## **B. Problèmes et enjeux liés aux données massives et à l'Internet des objets**

25. Le développement des données massives et de l'Internet des objets et l'essor de leurs applications suscitent des inquiétudes quant à certaines menaces qui pourraient peser sur les droits des citoyens, en ce qui concerne l'accès à Internet, le respect de la vie privée, la propriété des données, la concentration des marchés, les dispositifs de sécurité, etc. Si les effets de ces menaces sur la société étaient mieux compris, les décideurs pourraient mieux y faire face.

26. L'analyse de données massives sert souvent à prédire plutôt qu'à expliquer. Il s'agit donc surtout de faire apparaître des corrélations et non d'analyser la causalité. Comme nous percevons le monde comme une série de causes et d'effets, ces corrélations pourraient motiver des suppositions erronées sur les causes et aboutir à des inférences et à des conclusions erronées au sujet des mesures à prendre et du système analysé<sup>34</sup>. Au moment d'utiliser des analyses de données massives, il faut donc réfléchir aux questions de causalité. En outre, il importe d'être conscient que les effets positifs que pourraient avoir les données massives et l'Internet des objets ne sont pas fonction de la quantité d'informations disponibles, mais de notre capacité à comprendre ces données pour en tirer des observations utiles. Cela est souvent mal compris, d'où un risque de conclusions inexacts.

27. De plus en plus répandus et utilisés, les données massives et l'Internet des objets peuvent créer une grande variété d'emplois. D'après les estimations, il y avait ainsi aux États-Unis d'Amérique 500 000 emplois liés aux données massives en 2014 (ces emplois étant définis comme ceux qui exigent des compétences en matière de données massives, par exemple des capacités d'analyse des données ou la connaissance de logiciels fondés sur des données massives)<sup>35</sup>. La possibilité pour les pays d'être actifs et concurrentiels sur les marchés mondiaux dépend notamment de la disponibilité de ressources humaines bien formées, capables de comprendre la masse de données sans précédent qui est associée à ces technologies pour créer de la valeur. Les domaines professionnels concernés sont, entre autres, les mathématiques, l'informatique et l'ingénierie<sup>36</sup>. Outre ce personnel bien formé, l'application efficace des données massives et de l'Internet des objets passe par un ensemble complet d'infrastructures d'appui et de politiques favorables, notamment des ressources d'informatique en nuage et des normes d'interopérabilité.

---

<sup>32</sup> C. Anderson, 2012, *Makers: The New Industrial Revolution* (New York, Crown Business).

<sup>33</sup> A. Jackson, 2014, *Makers: The new industrial revolution*, *Journal of Design History*, 27(3) : p. 311-312.

<sup>34</sup> V. Mayer-Schönberger et K.N. Cukier, 2013, *Big Data : A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* (Boston, Houghton Mifflin Harcourt), p. 163.

<sup>35</sup> M. Mandel, 2014, *Where are the big data jobs ?* (Washington, Progressive Policy Institute).

<sup>36</sup> Voir la note 31.

## IV. Impression 3D

28. L'impression 3D consiste à fabriquer des produits physiques par la superposition de plusieurs couches du produit souhaité, afin de créer une structure tridimensionnelle<sup>37</sup>. Il s'agit là d'un changement de mode de production qui donne la « capacité de transformer des données en objets et des objets en données<sup>38</sup> ».

29. Bien que l'impression 3D ait été inventée il y a une trentaine d'années, d'importantes réductions de coûts, conjuguées à l'évolution de la conception assistée par ordinateur, au développement d'Internet, à la création de nouveaux matériaux de fabrication et à l'informatique en nuage, ont permis à ce procédé de devenir une technologie viable pour les fabricants mondiaux. Selon les estimations, le marché de l'impression 3D connaît une progression forte et rapide, tant dans les pays développés que dans les pays en développement<sup>39</sup>.

### A. Impression 3D et développement durable

30. L'impression 3D pourrait représenter une chance pour les pays qui ne disposent pas d'importantes capacités de production et importent de grandes quantités de biens de consommation. Elle a des applications dans toute une série de domaines liés au développement durable, dont le développement des entreprises, la viabilité environnementale, le logement et la construction, et l'éducation.

31. Dans le domaine du développement des entreprises, en particulier dans le secteur manufacturier, l'impression 3D permet d'offrir une personnalisation de masse ; de produire en grandes séries sans procéder à d'importants investissements en capital dont les coûts fixes sont élevés et moyennant un coût variable inférieur à celui des méthodes traditionnelles ; d'accroître la production grâce à des cycles de conception, de traitement et de production plus courts ; de simplifier la chaîne d'approvisionnement, en produisant au plus proche de la demande et en réduisant considérablement les stocks<sup>40</sup>. En outre, l'impression 3D pourrait faciliter l'innovation locale grâce à la simplification du processus et de la chaîne de production. Elle offre également des perspectives en matière de réduction des déchets, étant donné que les matériaux qui n'ont pas servi sont réutilisés pour de nouvelles impressions.

32. Pour ce qui est de la viabilité environnementale, les technologies d'impression 3D pourraient contribuer à dissocier la croissance économique des émissions de gaz à effet de serre et du gaspillage des ressources, si elles étaient utilisées pour produire des volumes plus importants de biens de consommation et de pièces pour l'industrie automobile<sup>41</sup>.

33. Dans le secteur de la construction, des prototypes d'imprimantes 3D ont été utilisés pour construire des bâtiments à peu de frais et rapidement dans le cadre d'expériences pilotes menées dans le monde entier<sup>42</sup>. Cette technologie peut contribuer à remédier aux

<sup>37</sup> D. Cohen, K. George et C. Shaw, 2015, Are you ready for 3-D printing? *McKinsey Quarterly*, février.

<sup>38</sup> AT Kearney, Inc. 2015 : *3D Printing: A Manufacturing Revolution*, disponible à l'adresse <https://www.atkearney.com/documents/10192/5992684/3D+Printing+A+Manufacturing+Revolution.pdf/bf8f5c00-69c4-4909-858a-423e3b94bba3> (page consultée le 25 février 2016).

<sup>39</sup> Wohlers Associates, 2014, *Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report* (Fort Collins).

<sup>40</sup> Voir la note 38.

<sup>41</sup> M. Gebler, A.J.M. Schoot Uiterkamp and C. Visser, 2014, A global sustainability perspective on 3D printing technologies, *Energy Policy*, 74 : 158–167.

<sup>42</sup> Pour un exemple de logement en 3D fabriqué en Chine, voir <http://www.ibtimes.co.uk/china-recycled-concrete-houses-3d-printed-24-hours-1445981> (page consultée le 23 février 2016).

difficultés liées à la fourniture de logements peu onéreux et durables. Les avantages de l'impression 3D dans la construction sont notamment une amélioration de la précision et de la rapidité dans la construction des bâtiments, ainsi qu'une diminution des coûts de main-d'œuvre, des déchets et des risques pour la santé et la sécurité. Enfin, dans le secteur de l'éducation, l'impression 3D peut contribuer au développement de méthodes d'apprentissage novatrices, dans la mesure où la concrétisation de concepts abstraits en trois dimensions permet aux étudiants de mieux comprendre certaines notions.

## **B. Problèmes et enjeux liés à l'impression 3D**

34. Bien que l'impression 3D puisse contribuer à diversifier l'économie, à réduire les émissions de carbone et à développer des méthodes d'apprentissage novatrices, et avoir d'autres applications sectorielles et intersectorielles, plusieurs questions doivent être examinées afin d'exploiter le potentiel de cette technologie tout en réduisant les risques au minimum.

35. Premièrement, le déploiement à grande échelle de cette technologie peut avoir des incidences sur la structure de l'emploi, en particulier dans le secteur manufacturier. Si l'impression 3D se développe au point de pouvoir déstructurer les activités manufacturières traditionnelles, elle risque d'avoir un effet sur la demande en ouvriers d'usine dans les pays à forte industrie manufacturière<sup>43</sup>. Des travaux de recherche supplémentaires sont nécessaires pour analyser les répercussions éventuelles sur le marché du travail, en particulier dans les pays en développement et les PMA.

36. Deuxièmement, si l'on veut utiliser l'impression 3D dans des processus de production, il est nécessaire d'accroître les compétences de la main-d'œuvre, afin de fournir des techniciens qualifiés et des spécialistes à même de créer et de gérer des systèmes de production perfectionnés et automatisés<sup>44</sup>.

37. Troisièmement, l'impression 3D pourrait influencer sur le commerce des marchandises en raison de ses répercussions possibles sur la simplification de la chaîne d'approvisionnement, la transmission des données se substituant ainsi au commerce des marchandises<sup>45</sup>. Toutefois, il faudra tenir compte de considérations techniques et financières si l'impression 3D est appelée à dépasser le stade expérimental actuel pour soutenir des chaînes de production à l'échelle mondiale<sup>46</sup>.

38. Quatrièmement, les imprimantes 3D ont en outre des incidences négatives sur l'environnement. Il s'agit notamment de la tendance à consommer davantage d'énergie électrique que d'autres processus de fabrication industrielle (par exemple, par comparaison avec le moulage par injection), à produire des émissions atmosphériques nocives (en particulier dans les foyers) et à recourir davantage aux matières plastiques<sup>47</sup>. En conséquence, pour que l'impression 3D contribue à un développement plus durable, des efforts concertés d'innovation sont nécessaires afin d'optimiser ses effets bénéfiques potentiels sur l'environnement et de réduire au minimum les coûts environnementaux correspondants.

39. Cinquièmement, l'impression 3D pourrait soulever des questions de propriété intellectuelle, de confidentialité et de protection des données, ainsi que de cybercriminalité,

---

<sup>43</sup> J. Lanier, 2013, *Who Owns the Future?* (New York, Simon & Schuster).

<sup>44</sup> Voir la note 31.

<sup>45</sup> Fung Global Institute, Nanyang Technological University and World Trade Organization, 2013, *Global Value Chains in a Changing World* (Genève, Organisation mondiale du commerce).

<sup>46</sup> Voir la note 38.

<sup>47</sup> L. Gilpin, 2014, The dark side of 3D printing: 10 things to watch, *TechRepublic*, 5 mars.

qui devraient être prises en compte par les décideurs. En particulier, cette technologie pourrait pénaliser les producteurs de biens physiques. Cela tient au fait que l'on ignore si l'échange gratuit de modèles 3D sur Internet va évoluer de manière semblable à ce qu'a connu la musique numérique ces dix dernières années. En outre, l'impression 3D peut comporter des risques liés au partage des données et à l'impression d'objets nuisibles ou dangereux, auxquels il faudra faire face.

## V. Automatisation numérique et avenir du travail

40. On considérait autrefois qu'il existait une distinction entre le travail humain et le travail numérique, l'être humain privilégiant des tâches qui ne se résument pas à une règle ou à des algorithmes, et les ordinateurs étant spécialisés dans des tâches de traitement de l'information aux règles bien définies<sup>48</sup>. Toutefois, à la lumière des progrès récents de la technologie, un plus large éventail de tâches non répétitives deviennent tout aussi automatisables<sup>49</sup>.

41. L'automatisation numérique se caractérise par la capacité des ordinateurs à assumer de plus en plus de tâches liées à une activité cognitive et pas uniquement physique<sup>50</sup>. Les caractéristiques de l'automatisation numérique récente sont les suivantes : a) les ordinateurs ont la capacité d'accomplir des tâches cognitives et pas uniquement physiques ; b) les emplois disparaissent plus vite qu'ils ne sont créés<sup>51</sup>. De tout temps, l'automatisation des tâches a eu des incidences importantes sur les politiques gouvernementales relatives à l'emploi, au marché du travail et à la croissance économique en général, et cela reste vrai aujourd'hui.

### A. Incidences de l'automatisation numérique sur l'emploi

42. Dans une perspective optimiste, l'automatisation numérique peut permettre aux travailleurs d'accomplir des tâches plus créatives et plus intéressantes et de participer à des activités culturelles, en déléguant à des machines des activités plus prévisibles et répétitives<sup>52</sup>. Toutefois, étant donné que l'automatisation accroît la productivité des travailleurs et peut augmenter le volume de travail moyennant un coût marginal, elle peut éliminer les besoins en main-d'œuvre. Par exemple, certains considèrent qu'avec l'utilisation de véhicules sans conducteur il deviendra superflu de recourir aux services de chauffeurs de taxis, de bus ou de poids lourds, et que les infirmières et les professionnels de la santé pourraient être remplacés par des robots pour prodiguer des soins personnels<sup>53</sup>.

43. En ce qui concerne les effets potentiels de l'automatisation, des études récentes exploitant des données recueillies aux États-Unis ont montré qu'environ 47 % de l'emploi total dans ce pays risque d'être informatisé. Concrètement, les employés américains des secteurs des transports et de la logistique, ainsi que le personnel de bureau et le personnel d'appui administratif, sont les plus exposés. En outre, de nombreux travailleurs dans le

<sup>48</sup> E. Brynjolfsson and A. McAfee, 2014, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* (New York, Norton).

<sup>49</sup> C. Benedikt Frey, M. A. Osborne and C. Holmes, 2016, *Technology at work v2.0: The future is not what it used to be* (Oxford Martin Institute and Citi), p. 11.

<sup>50</sup> D. H. Autor, 2015, Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3): 3-30.

<sup>51</sup> Voir la note 48.

<sup>52</sup> CNUCED, 2016, *Harnessing emerging technological breakthroughs for the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Note de synthèse n° 45.

<sup>53</sup> Voir la note 48.

domaine des services occupent des emplois très sensibles à l'informatisation. Par ailleurs, l'existence d'une corrélation négative entre les salaires et le niveau d'instruction, d'une part, et la probabilité d'une informatisation, d'autre part, a été établie<sup>54</sup>. Les prévisions tablent sur une réduction supplémentaire du nombre d'emplois moyennement qualifiés aux États-Unis<sup>55</sup>.

44. Une automatisation accrue pourrait déclencher un cycle de suppression d'emplois par strates, qui pourrait aboutir à un accroissement des inégalités et à une diminution du bien-être<sup>56</sup>. Tout travail suppose des activités répétitives ou non répétitives, ainsi que des tâches manuelles ou cognitives. Les tâches répétitives – c'est-à-dire celles qu'un ordinateur peut reproduire en suivant des instructions – sont celles qui se prêtent le mieux à l'automatisation numérique, indépendamment de la question de savoir s'il s'agit de tâches manuelles (par exemple, une partie des opérations d'assemblage) ou cognitives (par exemple, la saisie répétitive de données dans une base de données informatique).

45. Cette augmentation des suppressions d'emplois par strates est dénommée polarisation des emplois : un effondrement de la demande d'emplois moyennement qualifiés, associé à une résistance relativement bonne des emplois impliquant des tâches cognitives non répétitives (comme l'analyse financière) ou des tâches manuelles non répétitives (comme la coiffure)<sup>57</sup>. Cette bonne résistance des emplois impliquant des tâches manuelles non répétitives s'explique par le fait qu'il est actuellement très difficile pour un robot de reproduire la dextérité et la souplesse du mouvement humain. Les activités cognitives non répétitives sont également difficiles à automatiser car elles supposent des niveaux de créativité et des tâches cognitives non évidentes qui sont actuellement difficiles à exprimer sous forme d'algorithmes informatiques. Toutefois, les emplois qui se situent entre ces deux extrêmes sont des emplois moyennement qualifiés en voie de disparition, ce qui entraîne une polarisation des emplois restants, avec d'un côté des activités manuelles non répétitives, de l'autre des activités cognitives non répétitives. En revanche, les emplois où les aptitudes cognitives de l'ordinateur et de l'homme se complètent fortement, tels que ceux faisant appel à des tâches non répétitives, peuvent mieux résister aux processus d'automatisation. De plus, il a été constaté que la perception et la manipulation ainsi que l'intelligence créative et sociale sont des processus qui sont moins susceptibles d'être automatisés<sup>58</sup>.

46. En outre, l'automatisation a des répercussions différentes sur les femmes et les hommes. Les femmes étant peu nombreuses dans des secteurs comme la science, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques, elles risquent de ne pas pouvoir tirer parti de la demande accrue de travailleurs qualifiés dans ces domaines. Une enquête récente effectuée dans 13 grands pays développés et pays émergents a révélé que l'emploi des femmes se concentre dans des métiers à faible croissance ou en déclin, telles que la vente, le commerce et les emplois de bureau. Dans le même temps, les femmes sont moins représentées dans des secteurs où l'automatisation devrait supprimer des emplois, tels que les industries manufacturières et la construction. Les projections fondées sur cette enquête ont révélé que les pertes d'emploi escomptées imputables à ces bouleversements

<sup>54</sup> C. Benedikt Frey and M. A. Osborne, 2013, *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* (Oxford Martin School), p. 44 et 45.

<sup>55</sup> Selon une classification des emplois en fonction du niveau d'instruction et de formation, les « emplois moyennement qualifiés » sont, en général, ceux pour lesquels le niveau d'instruction et de formation exigé correspond à un premier cycle universitaire non achevé : HJ Holzer and RI Lerman, 2009, *The future of middle-skill jobs*, Center on Children and Families Briefs No. 41 (Brookings), p. 1.

<sup>56</sup> Voir la note 52.

<sup>57</sup> Voir la note 48.

<sup>58</sup> Voir la note 49.

technologiques seront supportées dans une mesure presque égale par les femmes et les hommes dans ces secteurs<sup>59</sup>.

## B. Préoccupations et enjeux liés à l'automatisation

47. L'automatisation numérique peut améliorer la productivité sur le lieu de travail et accroître l'activité. Elle pourrait profiter aux travailleurs en permettant de confier à des robots des tâches plus prévisibles et plus répétitives, et pourrait accroître leur avantage comparatif en mobilisant leur aptitude à résoudre des problèmes, leur flexibilité et leur créativité. Toutefois, l'automatisation pourrait réduire le nombre d'emplois disponibles dans des professions impliquant des tâches répétitives et pourrait modifier la composition de l'emploi, ainsi que les fonctions exercées dans les différents secteurs<sup>60</sup>.

48. L'automatisation numérique pourrait avoir de graves conséquences sur les perspectives d'emploi, en particulier dans les pays en développement qui comptent sur une main-d'œuvre bon marché pour leur procurer un avantage concurrentiel. Ces pays risquent d'être le plus durement touchés par l'automatisation numérique ces prochaines années, car si la main-d'œuvre peut être remplacée par des robots et d'autres mécanismes d'automatisation, l'avantage concurrentiel lié aux bas salaires disparaîtra en grande partie. À cet égard, un rapport récent<sup>61</sup> estime que deux tiers des emplois pourraient être menacés par l'automatisation dans les pays en développement au cours des décennies à venir. Toutefois, le rapport souligne également que la destruction nette et massive d'emplois attribuable à l'automatisation ne devrait pas, à court terme, être un sujet de préoccupation pour la plupart des pays en développement. La raison en est double : d'une part, de nouveaux emplois et de nouvelles tâches sont créés dans les professions existantes ; d'autre part, les machines et la technologie numérique doivent encore être perfectionnées ou devenir des solutions de remplacement valables pour de nombreuses tâches.

49. Les pays peuvent contribuer à atténuer les éventuels effets négatifs de l'automatisation en dispensant l'enseignement et la formation nécessaires pour répondre aux demandes de leur marché du travail<sup>62</sup>. L'analyse prévisionnelle pourrait se révéler utile pour prévoir le nombre de personnes qui seront remplacées par des ordinateurs et dans quels secteurs<sup>63</sup>. Ces conséquences pour l'emploi devraient faire l'objet d'une enquête et être prises en compte dans la planification des politiques nationales de développement économique, y compris en matière de marché du travail, d'éducation, de formation et de politique industrielle. Si certains secteurs sont particulièrement touchés, les décideurs peuvent anticiper en modifiant leurs politiques dans le domaine du marché du travail et de l'enseignement afin de faire face à ces problèmes, conformément aux objectifs nationaux de développement.

<sup>59</sup> Voir la note 44.

<sup>60</sup> Voir la note 50.

<sup>61</sup> Banque mondiale, 2016, *Rapport sur le développement dans le monde 2016 : Les dividendes du numérique* (Washington).

<sup>62</sup> Voir la note 50.

<sup>63</sup> L'analyse prévisionnelle des tendances technologiques menée récemment à Singapour au sujet de l'automatisation et de l'avenir de l'emploi en est un exemple représentatif. Voir Centre for Strategic Futures, 2015, *Foresight*, Bureau du Premier Ministre, à l'adresse <http://www.csf.gov.sg> (site consulté le 24 février 2016).

## VI. Cours en ligne ouverts à tous et apprentissage numérique

50. Les cours en ligne ouverts à tous sont des cours en libre accès sur le Web qui peuvent contribuer à l'apprentissage en ligne<sup>64</sup>. Outre des exposés vidéo en ligne, ces cours proposent des fonctionnalités supplémentaires, telles que le partage social en ligne, des méthodes d'apprentissage interactives et l'intervention d'assistants pédagogiques communautaires qui contribuent à animer les forums de discussion. En outre, étant donné que le contenu didactique est proposé sous une forme numérique, les cours en ligne ouverts à tous permettent de suivre les activités et les résultats des élèves.

### A. Cours en ligne ouverts à tous et développement durable

51. Les cours en ligne ouverts à tous pourraient contribuer à atteindre l'objectif de développement durable n° 4 « Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie ». Ils permettraient d'offrir une éducation de masse à faible coût<sup>65</sup>, et sont susceptibles de révolutionner la prestation de services d'enseignement, en particulier dans les régions pauvres en ressources. D'où des incidences économiques et sociales sur la réduction du coût du développement de l'enseignement et sur la diffusion de contenus pédagogiques de qualité auprès des populations mal desservies.

52. Toutefois, divers facteurs sont susceptibles de réduire les possibilités d'accéder aux cours en ligne ouverts à tous et de les suivre, dont certains ont trait à l'accès aux infrastructures et à la teneur des matériels pédagogiques. En ce qui concerne les infrastructures, les utilisateurs des cours en ligne ouverts à tous doivent avoir accès à une connexion Internet fiable, y compris à des logiciels et du matériel informatique à jour, ce qui signifie que les élèves des régions moins interconnectées, ainsi que ceux des zones rurales qui ne disposent pas d'une liaison Internet et/ou d'infrastructures électriques, ne pourraient pas suivre ces cours<sup>66</sup>. Cela montre à quel point il est important de réduire la fracture numérique dans un premier temps, de sorte que les citoyens puissent tirer parti des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC).

53. Les questions de langue ainsi que la pertinence du contenu local comptent parmi les facteurs qui peuvent entraver la participation éventuelle aux cours en ligne ouverts à tous. Dans la plupart des cas, les cours et le matériel mis à disposition dans le cadre de ces formations sont proposés en anglais<sup>67</sup>, ce qui pourrait limiter les possibilités de diffusion de ces outils d'apprentissage en ligne parmi les personnes originaires de pays non anglophones. En outre, le contenu des cours en ligne ouverts à tous, qui est souvent standardisé, pourrait ne pas s'avérer approprié ou adapté au contexte local et aux besoins et priorités en matière d'éducation.

<sup>64</sup> Les ressources éducatives libres sont une autre initiative d'apprentissage en ligne visant à soutenir l'apprentissage et l'enseignement ouverts : pour plus d'informations, voir UNESCO, 2015, *A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)*, disponible à l'adresse <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002158/215804e.pdf> (page consultée le 24 février 2016).

<sup>65</sup> Présentation de M. Sharples à la réunion du groupe intersessions de la Commission de la science et de la technique au service du développement, 12 janvier 2016.

<sup>66</sup> J. Hansen et J. Reich, 2015, Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses, *Science*, 350(6265): 1245-1248.

<sup>67</sup> B. Moser-Mercer, 2014, MOOCs in fragile contexts, in Proceedings of the European MOOCs Stakeholders Summit 2014, Lausanne, 10-12 février.

54. Les technologies d'apprentissage numérique, telles que les cours en ligne ouverts à tous, ne garantissent pas l'amélioration des résultats scolaires, et leurs effets ne peuvent être évalués que par l'expérimentation, le suivi et l'évaluation. Les cours en ligne ouverts à tous et les autres technologies d'apprentissage en ligne devraient être conçus et mis en œuvre pour répondre aux besoins en matière d'éducation. En outre, il est nécessaire de prendre en compte les objectifs éducatifs et les approches pédagogiques adaptées à un pays ou une région donnés lorsqu'on analyse la viabilité et l'élargissement des projets de formation en ligne.

## **VII. Enseignements**

55. Le présent chapitre s'inspire des débats de groupes thématiques tenus lors de la réunion du groupe intersessions de la Commission de la science et de la technique au service du développement organisée en janvier 2016, à Budapest, ainsi que des recherches menées lors de l'élaboration du présent rapport. Les débats ont porté sur l'incidence des technologies émergentes examinées dans le présent rapport, dans le contexte des objectifs de développement durable. Dans cette optique, trois enseignements en ont été tirés.

### **A. Les conditions fondamentales à remplir pour tirer parti des TIC sont toujours pertinentes**

56. Des différences notables apparaissent lorsque l'on compare le contexte dans lequel les technologies numériques actuelles sont élaborées avec celui qui prévalait il y a dix ans. Ces nouvelles technologies se développent dans un environnement caractérisé par l'omniprésence du numérique, ce qui s'explique par la généralisation croissante des téléphones portables et de l'accès à Internet. En outre, elles apparaissent dans un contexte mondial récemment marqué par la conclusion de l'accord sur les objectifs de développement durable. Malgré ces différences, les anciennes et les nouvelles technologies partagent certains traits communs en ce qui concerne les possibilités qu'elles offrent et les défis qu'elles représentent pour les pays et les sociétés. Il faut donc continuer à se préoccuper des aspects fondamentaux de toute politique de développement (tels que l'accès à l'énergie ou à la santé, l'investissement et les compétences) et de s'inspirer des enseignements et des expériences du passé.

57. Il est important d'être conscient et de comprendre que la mise en œuvre des technologies numériques peut avoir des effets négatifs sur l'intégration sociale et entraîner des inégalités. Par exemple, les données massives et les technologies numériques connexes risquent de creuser les écarts entre les citoyens. Ces écarts peuvent se produire entre pays – les pays en développement et les PMA prenant encore plus de retard – mais également à l'intérieur des pays, en raison de facteurs liés notamment au sexe, à la race ou à la situation géographique.

### **B. Le contexte local et les compétences locales sont indispensables pour optimiser les avantages des technologies de l'information et de la communication**

58. L'élaboration et la mise en œuvre des nouvelles technologies devraient répondre aux besoins locaux et stimuler l'innovation. Les nouvelles technologies contribuent au développement durable lorsqu'elles tiennent compte du contexte socioéconomique et politique de chaque pays et de considérations qui visent à lutter contre la pauvreté, n'excluent personne et sont axées sur l'être humain.

59. Les capacités locales sont essentielles pour veiller à ce que les pays bénéficient des nouvelles technologies numériques tout en limitant au minimum leurs effets négatifs. Il est donc nécessaire que toutes les parties prenantes déploient des efforts concertés pour s'adapter de manière dynamique aux nouvelles exigences du marché du travail en matière de compétences.

### **C. Les cadres réglementaires doivent être adaptés pour répondre aux nouveaux défis que posent les nouvelles technologies**

60. Les nouvelles technologies ne créent pas seulement des possibilités de développement, elles soulèvent aussi des questions liées à la protection, au partage et à la gestion des données, qu'il appartiendra aux décideurs de résoudre. En outre, elles peuvent poser de nouveaux défis en matière de droits des citoyens et de rapport de force lorsque l'on prend en compte comment est répartie la propriété des données entre les parties prenantes. Il peut s'agir du non-respect de la vie privée, de la création de nouvelles structures de pouvoir (sociétés) qui menacent la protection des consommateurs et de la dépendance notamment à l'égard de certaines technologies numériques.

61. En outre, les nouvelles technologies numériques permettent une gouvernance participative dans une mesure inimaginable auparavant. Toutefois, elles exigent que la société civile soit partie prenante et que les gouvernements accordent la priorité à ce type d'interactions et soient en mesure d'exploiter efficacement ces technologies.

### **D. L'institutionnalisation de l'analyse prévisionnelle des tendances technologiques peut aider à l'élaboration des politiques**

62. L'analyse prévisionnelle peut aider à identifier les progrès technologiques et leurs incidences économiques et sociales. Toutefois, sa principale caractéristique – lorsqu'elle est mise en œuvre en cohérence avec les politiques publiques – tient à ce qu'elle peut contribuer à un avenir souhaitable qui permette d'optimiser les avantages des technologies tout en atténuant les risques.

63. La prospective dépend du niveau d'analyse, avec diverses répercussions sur les préoccupations locales, régionales ou mondiales. Le défi majeur consiste à institutionnaliser le processus prospectif en tant que contribution aux stratégies nationales de développement, et à répondre aux demandes locales. Cela contribue à faire en sorte que les acteurs concernés participent non seulement à l'élaboration de scénarios, mais aussi aux initiatives de politique générale connexes. D'où l'importance d'un processus prospectif adapté aux technologies spécifiques analysées dans le cadre de ce type d'exercice. En outre, l'analyse prévisionnelle conçue comme un outil déployé à différents niveaux (régional, local et sectoriel) illustre le rôle joué par les activités de renforcement des capacités, notamment en ayant recours à des équipes de formateurs qui peuvent faciliter le déploiement et le transfert de compétences.

## **VIII. Conclusions et suggestions**

64. Les conclusions et suggestions suivantes ont été mises en évidence par le groupe intersessions, et seront présentées pour examen à la dix-neuvième session de la Commission, qui doit se tenir à Genève du 9 au 13 mai 2016.

## A. Principales conclusions

65. Les nouvelles technologies numériques examinées ne peuvent présenter des avantages pour les pays que si elles sont assorties des infrastructures complémentaires requises (telles que le capital humain, l'infrastructure énergétique et les cadres juridiques) et d'infrastructures numériques de bonne qualité (en particulier un accès à haut débit) :

a) L'institutionnalisation de l'analyse prévisionnelle des tendances technologiques dans le cadre de l'élaboration des politiques actuelles et des processus nationaux de planification du développement peut aider les pays à tirer le meilleur parti des possibilités offertes par l'évolution numérique, tout en relevant les défis qui se présentent ;

b) L'analyse de données massives et l'Internet des objets peuvent contribuer dans une large mesure à la réalisation des objectifs de développement durable, mais soulèvent des questions de respect de la vie privée, de sécurité et de confidentialité des données ;

c) Souvent, les technologies fondées sur les données massives et les algorithmes d'intelligence artificielle reposent sur des technologies sous licence libre. Cela permet de développer des innovations qui contribuent à la lutte contre la pauvreté et n'excluent personne, et de s'adapter à l'échelle locale à des problèmes de développement urgents ;

d) L'impression 3D a des applications dans toute une série de domaines liés au développement durable, dont le développement des entreprises, la viabilité environnementale, la construction et l'éducation. Toutefois, elle pourrait avoir des effets négatifs sur le marché du travail et susciter des inquiétudes en matière de sécurité et de propriété intellectuelle ;

e) Bien que l'impression 3D ne soit pas encore un processus de fabrication largement utilisé, elle offre des possibilités technologiques qui pourraient remodeler les processus de production. Il s'agit notamment de la personnalisation de masse, de la réduction des coûts de fabrication variables et fixes, et de la simplification des chaînes de production. Des travaux de recherche supplémentaires sont nécessaires pour analyser l'ampleur exacte des perspectives et des enjeux éventuels, en particulier dans les pays en développement et les PMA ;

f) L'automatisation numérique peut améliorer la productivité sur le lieu de travail et accroître l'activité. Elle pourrait profiter aux travailleurs en permettant de confier à des robots des tâches plus prévisibles et plus répétitives, et créer des emplois nécessitant de nouvelles compétences. Toutefois, l'automatisation pourrait réduire le nombre d'emplois disponibles et modifier la composition de l'emploi, ainsi que les fonctions exercées dans les différents secteurs. Afin de réduire les effets négatifs sur l'emploi, les compétences de la main-d'œuvre devraient être alignées sur les nouvelles exigences des employeurs potentiels ;

g) Grâce aux cours en ligne ouverts à tous, les pays auraient la possibilité d'offrir une éducation de masse à faible coût, en particulier dans les régions pauvres en ressources. Toutefois, ces cours pourraient élargir le fossé éducatif et technologique s'ils ne ciblent pas ceux qui en ont le plus besoin.

## B. Suggestions

66. Les États membres sont invités à envisager les mesures ci-après :

a) Réaliser des analyses prévisionnelles afin de comprendre le rôle de l'évolution numérique dans leur propre contexte national, en particulier pour ce qui est de

leur capacité à contribuer à la réalisation des objectifs nationaux et mondiaux de développement ;

b) Adopter des politiques nationales appropriées pour appuyer le développement, l'adaptation et la diffusion des nouvelles technologies numériques, afin de tirer parti des possibilités de rattrapage technologique que celles-ci offrent ;

c) Élaborer des politiques réglementaires sur les données en établissant un équilibre entre les droits individuels et les droits collectifs, et respecter la vie privée et préserver la sécurité, tout en continuant à innover ;

d) Sensibiliser aux menaces potentielles que les technologies numériques peuvent représenter pour les droits des citoyens, et élaborer des politiques et des stratégies appropriées pour y parer ;

e) Envisager de tirer parti de l'évolution numérique dans la mise en œuvre du développement durable grâce à des initiatives des pouvoirs publics (notamment des projets pilotes financés par l'État) susceptibles d'informer la société des possibilités offertes par certaines technologies numériques ;

f) Continuer à promouvoir un environnement favorable au développement numérique, notamment en renforçant l'infrastructure de base des TIC et les infrastructures complémentaires (telles que le capital humain, l'infrastructure énergétique et les cadres juridiques).

67. La Commission est invitée à prendre les mesures suivantes :

a) Servir de cadre à l'échange des enseignements tirés de ces analyses prévisionnelles, y compris pour faire connaître les problèmes rencontrés et les perspectives de croissance et de développement ;

b) Suivre l'évolution du développement numérique et ses conséquences pour le développement durable, en particulier pour les PMA.

---