

# Nouvelles tendances technologiques: l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement 4.0





**Nouvelles tendances  
technologiques:  
l'intelligence artificielle et  
les mégadonnées au service  
du développement 4.0**



## Remerciements

Auteurs: Mirjana Stankovic (*Tambourine Innovation Ventures*), Aminata Amadou Garba (Union internationale des télécommunications), Nikola Neftenov (*Tambourine Innovation Ventures*)

© Union internationale des télécommunications, 2021

Certains droits réservés. La présente publication est sous licence Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Aux termes de cette licence, vous êtes autorisé(e)s à copier, redistribuer et adapter le contenu de la publication à des fins non commerciales, sous réserve de citer les travaux de manière appropriée. Dans le cadre de toute utilisation de la présente publication, il ne doit, en aucun cas, être suggéré que l'UIT cautionne une organisation, un produit ou un service donnés. L'utilisation non autorisée du nom ou logo de l'UIT est proscrite. L'adaptation de la publication fait l'objet de la même licence ou d'une licence Creative Commons équivalente. Toute traduction de la présente publication doit contenir la clause de non-responsabilité suivante: "La présente traduction n'a pas été effectuée par l'Union internationale des télécommunications (UIT). L'UIT n'est pas responsable du contenu ou de l'exactitude de cette traduction. Seule la version originale en anglais est authentique et a un caractère contraignant".

Toute médiation relative à des différends découlant de la présente licence sera menée conformément au Règlement de médiation de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>).

**Citation suggérée.** Nouvelles tendances technologiques 2021: l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement 4.0. Genève: Union internationale des télécommunications, 2021 Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

**Contenus provenant de tiers.** Il appartient à quiconque souhaite réutiliser du contenu issu de cette publication qui est attribué à un tiers, tel que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est nécessaire à cette fin et d'obtenir ladite autorisation auprès du titulaire de droits d'auteur. Le risque de réclamations résultant d'une utilisation abusive de tout contenu de la publication appartenant à un tiers incombe uniquement à l'utilisateur.

**Déni de responsabilité.** Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent aucune prise de position de la part de l'UIT quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les idées et vues exprimées dans la présente publication sont celles des auteurs; elles ne reflètent pas nécessairement les idées et vues de l'UIT. Les références faites à certaines sociétés ou à certains produits ou services n'impliquent pas que l'UIT approuve ou recommande ces sociétés, ces produits ou services de préférence à d'autres de nature similaire, mais dont il n'est pas fait mention. Sauf erreur ou omission, les noms des produits propriétaires sont reproduits avec une lettre majuscule initiale. L'UIT a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Cependant, le document publié est distribué sans garantie d'aucune sorte, ni expresse, ni implicite. Son interprétation et son utilisation relèvent de la responsabilité du lecteur. En aucun cas, l'UIT ne pourra être tenue pour responsable de quelque dommage que ce soit résultant de son utilisation.

Merci de donner votre avis et vos suggestions de corrections et ajouts aux auteurs en les envoyant par courrier électronique à Mirjana Stankovic ([mirjana@tivinc.com](mailto:mirjana@tivinc.com); [mirjana.stankovic@fulbrightmail.org](mailto:mirjana.stankovic@fulbrightmail.org)), Aminata Amadou Garba ([aminata.amadou-garba@itu.int](mailto:aminata.amadou-garba@itu.int)) ou Nikola Neftenov ([nick@tivinc.com](mailto:nick@tivinc.com); [nick.neftenov@gmail.com](mailto:nick.neftenov@gmail.com)).

**ISBN:**

978-92-61-32772-9 (version papier)

978-92-61-32782-8 (version électronique)

978-92-61-32791-7 (version EPUB)

978-92-61-32802-3 (version Mobi)





## Avant-propos

Dans un monde où les technologies de l'information évoluent rapidement, l'accès à l'information et aux technologies émergentes est essentiel pour permettre à chacun d'en tirer pleinement parti.

*L'Intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement 4.0* est le premier rapport de la série: "Nouvelles tendances technologiques", qui sera publié une fois par an. Cette série présente une analyse des derniers progrès technologiques dans les pays en développement et vise à accélérer le suivi de l'actualité et l'échange d'information. Le présent rapport annuel fera également office de ressource que les pays Membres peuvent utiliser afin de renforcer les capacités dans le domaine des nouvelles technologies et de développer l'écosystème des technologies de l'information et de la communication.

L'utilisation des mégadonnées comme outil de gestion principal continue de gagner du terrain, mais l'analyse des mégadonnées offre également une occasion extraordinaire d'atteindre les 17 Objectifs de développement durable alors que la Communauté internationale redouble d'efforts pour réaliser les ambitions de l'Agenda 2030 du développement durable en cette dernière décennie d'action.

Les énormes quantités de données numériques générées par un nombre sans cesse croissant de plates-formes et de dispositifs offrent des occasions sans précédent de mieux comprendre les interactions complexes et d'obtenir un retour d'expérience en temps réel sur le bien-fondé des solutions politiques appliquées. De nouvelles sources de données, des technologies d'intelligence artificielle et de nouvelles approches analytiques, lorsqu'elles sont utilisées à bon escient et de manière responsable, peuvent faciliter une prise de décision plus agile, plus efficace et fondée sur des données probantes.

Malgré l'espoir immense suscité par l'intelligence artificielle et la révolution des données, les pays en développement en attendent toujours des retombées concrètes. Très souvent, ces pays ne disposent pas de toutes les conditions propices leur permettant de collecter suffisamment de données, que ce soit l'infrastructure TIC ou l'accès à l'électricité, en passant par le capital humain et les cadres réglementaires, afin d'utiliser des algorithmes d'intelligence artificielle nécessaires au développement. En outre, les données existantes restent trop souvent inutilisées car elles sont publiées trop tard quand elles le sont, ou n'existent pas au format numérique ou encore ne présentent pas la granularité requise pour la prise de décision et l'innovation locale.

Ce nouveau rapport de l'UIT a été élaboré pour aider les pays en développement à surmonter ces obstacles et saisir les innombrables opportunités de développement offertes par l'intelligence artificielle et le déploiement des mégadonnées.

Conçu comme un guide à l'attention des décideurs politiques et autres parties prenantes à l'élaboration d'une stratégie nationale relative à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des données au service du développement, le présent rapport met en avant les opportunités et souligne les bonnes pratiques politiques et réglementaires de mise en œuvre, tout en insistant

sur les défis majeurs et en proposant des suggestions pratiques pour gérer et surmonter ces obstacles.

Le présent rapport décrit les principales composantes d'un système national d'intelligence artificielle et de données au service du développement, y compris la gouvernance, la réglementation, les considérations éthiques, les compétences numériques et en matière de données, l'environnement numérique global, le paysage d'innovation technologique et les opportunités de collaboration internationale. Il détaille par ailleurs les principaux modules d'un plan d'action efficace en termes d'intelligence artificielle et de système de données, notamment les principes régissant l'engagement des parties prenantes, la définition d'étapes et de budgets précis ainsi que les structures administratives visant à soutenir les mécanismes de mise en œuvre et de coordination.

Nous formons l'espoir que le présent rapport aidera les pays en développement à mobiliser le potentiel énorme offert par les mégadonnées et l'intelligence artificielle pour lever les obstacles chroniques au développement et stimuler la bonne mise en œuvre de stratégies et de produits fondés sur les données qui améliorent concrètement les résultats dans le domaine du développement.



**Doreen Bogdan-Martin**  
**Directrice, Bureau de développement des télécommunications de l'UIT**

# Table des matières

Remerciements .....	ii
Avant-propos .....	v
Liste des tableaux, figures et encadrés .....	ix
Résumé analytique .....	xiii
Abréviations et acronymes.....	xviii
<b>1 Les mégadonnées et l'intelligence artificielle modifient le paradigme du développement.....</b>	<b>1</b>
1.1 Les fondamentaux des mégadonnées et de l'intelligence artificielle.....	6
1.2 Les types de mégadonnées au service du développement .....	7
1.3 Les principaux éléments de l'infrastructure de données .....	11
1.4 Les principaux enjeux d'une mobilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement .....	20
<b>2 L'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées: aperçus des domaines de la santé, de l'agriculture et de l'éducation.....</b>	<b>30</b>
2.1 Mégadonnées, intelligence artificielle et santé .....	31
2.2 Les mégadonnées, l'intelligence artificielle et l'agriculture .....	37
2.3 Les mégadonnées, l'intelligence artificielle et l'éducation .....	42
<b>3 Les mégadonnées et l'intelligence artificielle au service du développement: politique et réglementation .....</b>	<b>46</b>
3.1 Protection des données, de la vie privée et cybersécurité.....	49
3.2 Politiques relatives aux données ouvertes au service du développement .....	55
3.3 Politiques relatives aux compétences en matière de données dans les pays en développement .....	59
<b>4 Les données et l'intelligence artificielle au service du développement: un guide pour les stratégies nationales .....</b>	<b>65</b>
4.1 Pourquoi une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement est-elle nécessaire? .....	65
4.2 Analyse SWOT pour les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données.....	67
4.3 Formulation d'une vision globale .....	70

4.4	Établissement d'un ensemble d'objectifs.....	72
4.5	Les composantes d'une stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle et de données.....	74
4.6	Élaboration d'un plan d'action .....	84
<b>5</b>	<b>Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données.....</b>	<b>87</b>
	Annexe I: Initiatives internationales et régionales en matière d'intelligence artificielle et de données.....	95
	Annexe II: Exemples de modules d'une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle .....	98
	Bibliographie .....	100

## Liste des tableaux, figures et encadrés

### Tableaux

Tableau 1: Maîtrise de l'intelligence artificielle et des données (connaissances + compétences).....	60
Tableau 2: Les grandes lignes d'une analyse SWOT pour les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données .....	67
Tableau 3: Modèle simplifié de plan d'action .....	85
Tableau 4: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données .....	88
Tableau 4: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données .....	89

### Figures

Figure 1: Avantages économiques attendus de l'intelligence artificielle dans différentes régions du monde.....	3
Figure 2: Intelligence artificielle et Objectifs de développement durable .....	4
Figure 3: Les mégadonnées et l'intelligence artificielle modifient le paradigme du développement.....	6
Figure 4: Les formes de mégadonnées.....	8
Figure 5: L'écosystème des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement.....	12
Figure 6: Cas d'utilisation possibles des mégadonnées mobiles et de l'intelligence artificielle au service du développement.....	16
Figure 7: Enjeux essentiels d'une mobilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement.....	20
Figure 8: Pourcentage de la population utilisant l'Internet, 2019* .....	24
Figure 9: Les mégadonnées et l'intelligence artificielle: des cas tirés des domaines de la santé, de l'agriculture et de l'éducation .....	31
Figure 10: Cas d'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé ....	33
Figure 11: Un écosystème nécessaire pour tirer profit de l'agriculture de précision.....	41
Figure 12: L'indice de préparation des gouvernements à l'intelligence artificielle 2020.....	47
Figure 13: Principes fondamentaux de la protection des données .....	50
Figure 14: Les grandes lignes du RGPD de l'Union européenne .....	52
Figure 15: Caractéristiques uniques des données ouvertes .....	57
Figure 17: Concevoir une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement .....	67
Figure 18: Les composantes d'une stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle et de données.....	75
Figure 19: Secteurs à forte consommation de données et d'intelligence artificielle .....	82

Figure 20: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données.....	88
---	----

## Encadrés

Encadré 1: Utilisation des mégadonnées mobiles et de l'intelligence artificielle au service du développement.....	17
Encadré 2: Biais algorithmique .....	25
Encadré 3: Que peuvent faire les décideurs politiques pour relever les principaux défis liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement?.....	28
Encadré 4: Exploiter les capteurs assistés par l'intelligence artificielle pour apporter un soutien moderne aux soins de santé et lutter contre les pandémies .....	34
Encadré 5: Comment relever les principaux défis liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans le domaine de la santé .....	36
Encadré 6: Les étapes du déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service de l'agriculture .....	42
Encadré 7: Comment les décideurs politiques peuvent-ils favoriser l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans l'éducation? .....	45
Encadré 8: Principes fondamentaux de la protection des données .....	50
Encadré 9: Pourquoi l'anonymisation n'est pas toujours synonyme de vie privée: le cas de la réidentification .....	51
Encadré 10: La philanthropie des données .....	53
Encadré 11: Défis rencontrés par les pays en développement en matière de réglementation relative à l'intelligence artificielle et aux données .....	54
Encadré 12: Politiques de données ouvertes en Afrique .....	56
Encadré 13: Le pouvoir des données ouvertes dans le domaine de la santé .....	58
Encadré 14: Comment le codage est intégré dans les programmes scolaires.....	62
Encadré 15: Comment créer une politique d'avenir en matière de compétence sur les données .....	64
Encadré 16: L'analyse SWOT utilisée pour formuler une stratégie nationale en matière d'IA et de données. ....	69
Encadré 17: Exemples de questions stratégiques pour la formulation d'une stratégie nationale en matière d'IA et de données.....	71
Encadré 18: La vision de la stratégie de la Colombie en matière d'intelligence artificielle.....	72
Encadré 19: Déclarations visant à guider une vision nationale relative à l'IA et aux données.....	72
Encadré 20: Stratégie nationale d'IA de Maurice: objectifs .....	74
Encadré 21: Politique du Mexique en matière d'IA: conditions préalables à la mise en place de systèmes de gouvernance adéquats en matière d'IA et de données. ....	76
Encadré 22: Exemples d'Objectifs de développement des compétences en matière de données.....	78

Encadré 23: La stratégie nationale du Qatar en matière d'IA et les recommandations en matière de compétences numériques et de données. ....	78
Encadré 24: La stratégie d'IA de la Colombie: un exemple de mise en place d'une infrastructure de données nationale robuste .....	79
Encadré 25: La stratégie nationale du Royaume-Uni en matière de données: formulation des quatre piliers de base des données .....	80
Encadré 26: Suède: identification des besoins clés en matière de recherche et d'innovation dans le domaine de l'IA et des données.....	81
Encadré 27: Le rapport de la mission Villani en France: Identifier les secteurs industriels moteurs en matière d'IA et de données.....	83



# Résumé analytique

Ce rapport a été conçu dans le but d'aider les pays en développement à saisir les possibilités offertes par le déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées, de mettre en avant les principales difficultés en la matière et de faire des suggestions pratiques à l'intention des régulateurs et des décideurs. S'inspirant d'études de cas et d'initiatives portant sur cinq domaines d'application de l'intelligence artificielle et des mégadonnées (santé, mégadonnées mobiles, agriculture, éducation et données ouvertes), le présent rapport explique comment les pays en développement peuvent tirer parti de l'identification et de la mise en œuvre de technologies pertinentes relatives aux mégadonnées et à l'intelligence artificielle, de la suppression des obstacles réglementaires et politiques ainsi que de l'incitation à l'adoption de l'intelligence artificielle et des mégadonnées. Il illustre l'importance de ces opportunités et souligne les bonnes pratiques réglementaires et politiques en vue de garantir qu'elles soient correctement saisies.

Le présent rapport pose les questions essentielles auxquelles il faut répondre afin d'exploiter pleinement le potentiel de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement:

- Quelles sont les principales opportunités et les principaux défis, et pourquoi est-il important de les traiter?
- Comme abordons-nous ces défis et comment mettons-nous les opportunités offertes par l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service des pays en développement?
- Qui sont les principales parties prenantes pouvant contribuer à tirer pleinement parti des avantages de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement?

Le premier chapitre du présent rapport donne un aperçu de l'écosystème de données et des principaux défis liés à l'adoption des mégadonnées et de l'intelligence artificielle dans les pays en développement: création, disponibilité, interopérabilité et qualité des données; capital humain et compétences en matière de données; infrastructure; et fiabilité de l'intelligence artificielle. Le deuxième chapitre présente une analyse approfondie de l'application de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans les domaines de la santé, de l'agriculture et de l'éducation. Le troisième chapitre met en avant les questions politiques et réglementaires les plus importantes en ce qui concerne l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement, telles que la protection des données, le respect de la vie privée et la cybersécurité; les politiques sur les compétences en matière de données dans les pays en développement.

Le quatrième chapitre présente des orientations à l'attention des décideurs politiques et autres parties prenantes en ce qui concerne l'élaboration d'une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux mégadonnées au service du développement. Il décrit le processus de conduite d'une analyse SWOT pour identifier les principales forces, faiblesses, possibilités et menaces liées au déploiement de l'intelligence artificielle et aux mégadonnées au niveau national. Il met également en avant les questions clés qui devraient orienter l'élaboration d'une vision globale et fournit des exemples des principaux objectifs d'une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement. En outre, il identifie les principales composantes d'un système national d'intelligence artificielle et de

données au service du développement, à savoir: la gouvernance; la réglementation; l'éthique; les compétences en matière de numérique et de données, l'environnement numérique et l'infrastructure de données; le système d'innovation; les secteurs consommant des volumes importants de données et d'intelligence artificielle; et la collaboration internationale. Enfin, il contient une description des principaux éléments devant figurer dans tout plan d'action: les parties prenantes, les étapes, le budget, une structure administrative sous-tendant les mécanismes de mise en œuvre et de coordination.

Le cinquième chapitre propose une orientation à l'attention des décideurs politiques et des régulateurs en identifiant et en analysant les questions politiques et réglementaires d'ordre national, relatives à l'intelligence artificielle et aux mégadonnées. Il comprend une liste de contrôle se composant de sept chapitres qui abordent les principales questions liées à la réglementation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées: i) réglementation relative à la protection des consommateurs en ligne; ii) protection des données, réglementation relative à la vie privée et à la cybersécurité; iii) réglementation souple et innovante; iv) réglementation sur la propriété intellectuelle (PI); v) réglementation relative à la responsabilité des intermédiaires; vi) réglementation relative aux données ouvertes; et vii) réglementation anti-trust.

L'utilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement implique de prendre des données imparfaites, complexes et non structurées et de les transformer en informations exploitables et utilisables en vue d'identifier des besoins, de fournir des services, de prédire et de prévenir des crises au profit de populations à faible revenu. De nouvelles sources de données, des technologies d'intelligence artificielle et de nouvelles approches analytiques peuvent, lorsqu'elles sont utilisées de manière responsable, faciliter une prise de décision plus souple, plus efficace et fondée sur des données probantes. Elles contribuent également à mieux concevoir et mesurer les progrès accomplis en vue de la réalisation du Programme de développement durable des Nations Unies à l'horizon 2030. À ce jour pourtant, l'intelligence artificielle et la révolution de la data n'ont pas encore produit les retombées escomptées par la plupart des pays en développement. Très fréquemment, ces pays ne disposent pas des conditions sur place leur permettant de collecter suffisamment de données afin d'utiliser des algorithmes d'intelligence artificielle à des fins de développement, que soit une infrastructure TIC fiable ou un accès sûr à l'électricité, le capital humain et le cadre réglementaire. Trop souvent, les données existantes restent inutilisées car elles sont publiées trop tard quand elles le sont, ou n'existent pas au format numérique ou encore ne présentent pas le niveau de finesse requis pour la prise de décision ou l'innovation locale.

Les principales recommandations du rapport sont résumées ci-après:

- **Rendre les données utiles en veillant à ce qu'elles soient accessibles, actuelles, de qualité et pertinentes pour le contexte local.** Les pays en développement présentent de faibles niveaux de "mise en données" ("datafication"), rendant d'autant plus importante la question de la création et de la numérisation des données. On entend par là la numérisation des connaissances, de l'information et des fichiers existants, ainsi que la création de nouvelles données numériques par le biais de la numérisation de services dans les domaines de la santé, de l'éducation, de la sécurité sociale, etc. Même une fois numérisées, les données utilisées dans les pays en développement ne sont pas partagées et mises à disposition autant que dans d'autres parties du monde. Afin de relever ces défis et de mieux appréhender le contexte des difficultés rencontrées, les décideurs doivent faire en sorte que les données soient plus omniprésentes et granulaires en mettant en œuvre une approche intersectorielle coordonnée, avec des collectes et des publications de données de plus en plus régulières, tout en encourageant l'utilisation de données publiques ouvertes et en fournissant des services basés sur des interfaces API ouvertes.

Élargir à la fois l'accès et l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées est essentiel dans le contexte des pays en développement; pour qu'il soit suffisant, l'accès aux données doit toutefois être financièrement abordable.

- **Promouvoir la création de données locales pouvant être utilisées pour des projets de développement et l'innovation dans des domaines tels que l'agriculture, la santé, l'éducation, etc.** Cette démarche favoriserait davantage l'innovation au niveau local et réduirait les biais algorithmiques et de données.
- **Faciliter, inciter et/ou accélérer l'investissement dans la construction d'une infrastructure de données adaptée et financièrement abordable.** L'investissement dans les logiciels, le matériel et la connectivité large bande est nécessaire pour généraliser l'accès aux données et leur utilisation. Cet aspect est essentiel si l'on veut toucher les populations non desservies. Il est primordial d'inciter à la création de données faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables (FAIR) et d'une infrastructure de données FAIR. La prochaine vague de transformation des solutions numériques dépendra de la création de lacs et d'entrepôts de données qui ne sacrifient pas l'intégrité des données. En outre, l'existence d'une infrastructure appropriée (accès à l'électricité, infrastructure TIC, infrastructure de transport) est indissociable du déploiement des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement. Un accès limité et onéreux à l'électricité, une connectivité nationale et internationale insuffisante, des difficultés dans le déploiement d'une infrastructure de télécommunication terrestre sur de vastes territoires, en particulier dans les zones rurales et reculées, le caractère privé et non ouvert de volumes importants de données, les inégalités d'accès aux données sont autant d'obstacles au bon déploiement des mégadonnées au service du développement. Les gouvernements doivent créer des politiques et des réglementations afin de veiller à ce que l'infrastructure de données soit suffisamment sûre, durable et résiliente pour supporter la numérisation et la croissance économique à l'œuvre.
- **Renforcer les compétences adéquates en matière de données.** Des compétences en matière d'intelligence artificielle et de données sont nécessaires au bon déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées. Il doit par conséquent exister un lien entre les établissements de recherche et les centres de formation d'une part et les pôles technologiques, les services de recherche des entreprises et les entrepreneurs privés d'autre part, si l'on veut s'assurer que les nouvelles évolutions de l'intelligence artificielle puissent être commercialisées et déployées sur le terrain. Un manque de compétences en matière de données peut constituer l'obstacle systémique majeur freinant l'innovation fondée sur les données et la productivité dans de nombreux pays en développement. Ce déficit est un point sur lequel les gouvernements du monde entier doivent œuvrer afin d'y apporter rapidement une solution.
- **Créer un environnement propice (institutions de gouvernance, politiques et lois) au bon déploiement de solutions basées sur l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement.** Parmi les politiques et les mesures réglementaires appropriées figurent la mise en place de cadres de protection des données et de cadres réglementaires sectoriels, la promotion et l'adoption de normes internationales ainsi que la coopération internationale. Les décideurs doivent également garantir des niveaux adéquats de confidentialité, de sécurité et de traitement des données, par exemple en adoptant des lois contre l'utilisation de données sans consentement, en réduisant le risque d'identification des individus au moyen des données, de biais dans la sélection des données et de discrimination qui en découle au sein des modèles d'intelligence artificielle, et l'asymétrie dans l'agrégation des données. La recommandation inclut également de relever les défis liés à la sûreté et la sécurité des systèmes d'intelligence artificielle complexes, ce qui est essentiel pour favoriser la confiance dans l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement.
- **Créer un cadre réglementaire souple et innovant.** Les acteurs publics et privés devraient travailler de concert en vue de développer des ressources, des bases de données, des plates-formes et des instruments communs qui soient ouverts, tout en utilisant la vie privée comme cadre de sauvegarde et en favorisant la croissance dans les pays en développement. Ils devraient mettre en œuvre des instruments réglementaires innovants apportant la

flexibilité nécessaire, tels que des bacs à sable réglementaires et des laboratoires de politique publique. Les gouvernements devraient également mettre en place des "équipes transversales" entre les ministères et entre les différents niveaux administratifs.

- **Encourager l'harmonisation des données.** Il est primordial de transformer les mégadonnées en données au service du développement. Les données peuvent se présenter sous forme d'immenses volumes de données structurées et non structurées, tout comme elles peuvent provenir de sources hétérogènes. L'harmonisation des données apporterait un gain substantiel de temps et d'énergie nécessaires à l'analyse des mégadonnées. En outre, la normalisation faciliterait l'interopérabilité. L'UIT travaille avec des partenaires à la normalisation des activités relatives aux mégadonnées.
- **Définir des normes de gouvernance des données.** Il manque bien souvent des normes de gouvernance des données définissant comment les données sont saisies, enregistrées et sélectionnées en vue d'établir les responsabilités. Il faudrait encourager la normalisation des interfaces de programmation d'applications et les langages de données communs.
- **Favoriser l'inclusion et réduire les inégalités numériques en veillant à ce que les données n'engendrent pas une surreprésentation des personnes connectées.** L'analyse des mégadonnées et de l'intelligence artificielle peut accentuer l'exclusion sociale du fait que certains groupes, difficiles à atteindre ou non représentés dans les données publiquement disponibles, soient occultés.
- **Créer des politiques relatives aux données ouvertes et veiller à ce que celles-ci traitent de sujets tels que l'accès aux données, le partage et la protection des données ainsi que l'utilisation et la gestion des données ouvertes.** Les données sont souvent détenues par des acteurs du secteur privé et ne sont pas accessibles aux PME, innovateurs et chercheurs locaux dans le but d'utiliser, valoriser ou créer des innovations locales. Dans ce contexte, il est de la plus haute importance d'accorder l'accès aux données du secteur public, notamment aux données publiques en libre accès, aux données géographiques (cartographies par exemple) et aux données de transport; et de faciliter le partage de données du secteur privé. Un point d'attention particulier doit être accordé aux "données appartenant au secteur privé, mais relevant de l'intérêt public," les données détenues par les industries de réseau, telles que le transport et l'énergie, les données relatives à l'interopérabilité des services et la portabilité des données personnelles. Les capacités statistiques et d'analyse des données doivent être développées en créant des centres technologiques apportant un support et une orientation dans l'utilisation et l'analyse des données.
- **Élaborer des directives portant sur des cadres de partage des données respectueux de la vie privée et des droits de propriété intellectuelle.** Les modalités de partage des données novatrices envisageables comprennent les coopératives de données et les fiduciaires de données. Il convient d'élaborer des politiques nationales et des cadres juridiques clairs et solides régissant les politiques de données relatives à l'acceptation ou au refus de fonctionnalités, l'exploration, l'accès, l'utilisation, la réutilisation, le transfert et la diffusion des données. Ces politiques devraient permettre aux citoyens de mieux comprendre et contrôler leurs propres données et de mieux les protéger contre le piratage, tout en continuant d'autoriser l'accès, la réutilisation et le partage des informations non personnelles. Dans le même temps, le droit à la liberté d'expression des individus utilisant des données tout en respectant les limites de la vie privée doit être protégé.
- **Garantir que l'intelligence artificielle au service du développement est éthique et digne de confiance,** c'est-à-dire équitable et impartiale, transparente et intelligible, responsable et redevable, solide et fiable, respectueuse de la vie privée, sûre et sécurisée, diverse et inclusive tout en étant centrée sur l'humain. Dans ce contexte, les décideurs doivent créer des règles régissant le caractère responsable, comptable, justifiable de l'intelligence artificielle et les voies de recours face aux décisions relatives à l'intelligence artificielle.
- **Élaborer une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement.** La définition d'une telle stratégie et l'accompagnement du plan d'action revêtent une importance primordiale pour orienter le déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement. Le présent

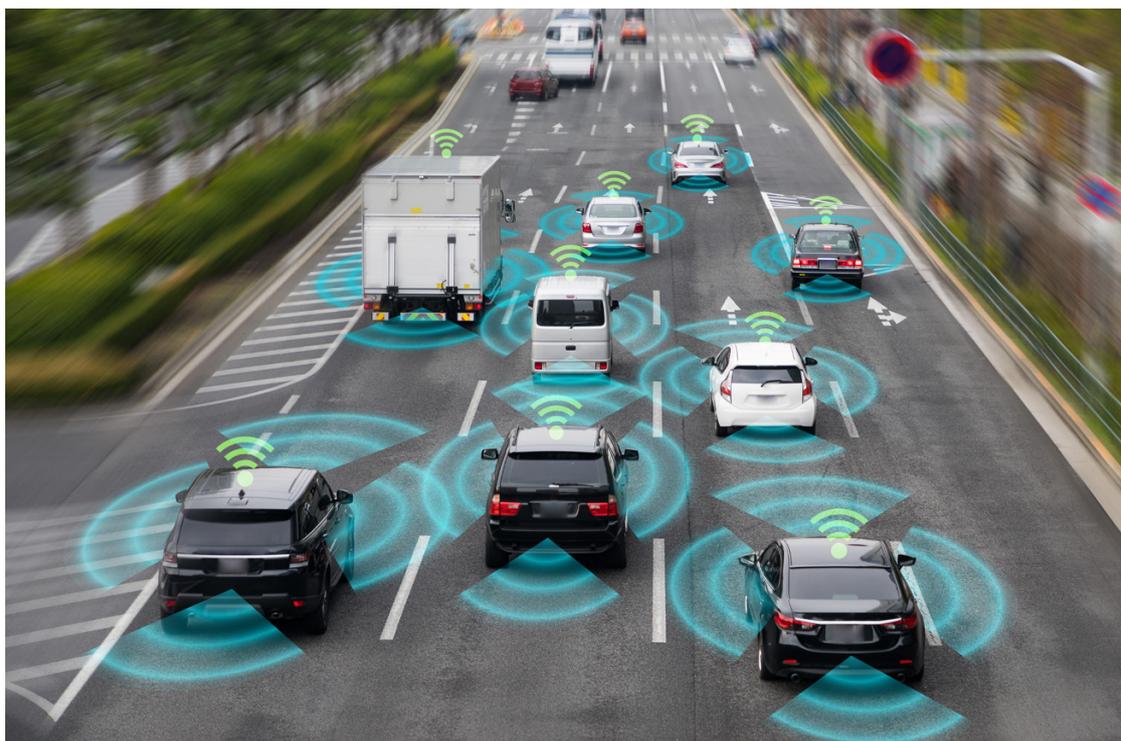
rapport explique comment concevoir une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données.

- **Développer une expertise en matière d'intelligence artificielle et de mégadonnées relevant du secteur public, prendre le leadership au sein des institutions gouvernementales pertinentes; et créer des codes de bonne conduite définissant une utilisation responsable de l'intelligence artificielle et des mégadonnées par le secteur public.** Cet objectif peut être atteint par le biais de collaboration avec des universités et autres établissements travaillant déjà sur l'intelligence artificielle dans le pays, ainsi qu'avec des organisations de coopération régionale et internationale.
- **Agir en faveur du renforcement des mécanismes de mise en œuvre et d'exécution des règles et stratégies relatives à l'intelligence artificielle et aux mégadonnées.** Cet objectif résultera d'un effort coordonné entre différents acteurs du secteur public et du secteur privé et traitera de questions telles que les données personnelles, la vie privée et la sécurité de l'information.

## Abréviations et acronymes

- API - interface de programmation d'applications (*application programming interface*)
- ARD - données prêtes à être analysées (*analysis ready data*)
- B2B - entre entreprises (*business-to-business*)
- B2G - entre les entreprises et les pouvoirs publics (*business-to-government*)
- CDR - relevé d'appels (*call detail records*)
- CRDI - Centre de recherche pour le développement international
- Développement 4.0 - un concept dérivé du concept Industrie 4.0, qui désigne un développement fondé sur l'intelligence artificielle et les mégadonnées.
- EHR - dossier informatisé de santé (*electronic health record*)
- EIDH - étude d'impact sur les droits humains
- FAIR - facile à trouver, accessible, interopérable et réutilisable
- G2B - entre les pouvoirs publics et les entreprises (*government-to-business*)
- IA - intelligence artificielle
- IoMT - l'Internet des objets médicaux ou IoT des soins de santé (*Internet of Medical Things*)
- MBD - mégadonnées mobiles (*mobiles mégadonnées*)
- ML - apprentissage automatique (*machine learning*)
- NPD - données non personnelles (*non-personal data*)
- OCDE - Organisation de coopération et de développement économiques
- ODD - Objectif de développement durable
- OMS - Organisation mondiale de la santé
- ONU - Organisation des Nations Unies
- PI - propriété intellectuelle
- PMA - pays les moins avancés
- PME - petites et moyennes entreprises
- RGPD - règlement général sur la protection des données
- SFI - Société financière internationale
- SIG - système d'information géographique
- STEM - sciences, technologie, ingénierie et mathématiques (*science, technology, engineering and mathematics*)
- TCAC - taux de croissance annuelle composé
- TIC - technologie de l'information et la communication
- UE - Union européenne
- UIT - Union internationale des télécommunications
- USD - dollars des États-Unis (United States dollars)
- WEF - Forum économique mondial (*World Economic Forum*)

# 1 Les mégadonnées et l'intelligence artificielle modifient le paradigme du développement



*"La ressource la plus précieuse au monde n'est plus le pétrole, mais les données."  
(The Economist, 6 mai 2017)*

Les 17 Objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies représentent l'engagement mondial de parvenir à des changements positifs ambitieux à travers le monde pour l'humanité et la planète d'ici 2030. Qu'il s'agisse de mettre un terme à la pauvreté, de promouvoir la croissance économique inclusive, de réduire la mortalité maternelle, d'universaliser l'apprentissage de la lecture et du calcul ou de doubler la productivité des petites exploitations agricoles, l'avenir du développement mondial est intimement lié à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées.

**La contribution de l'intelligence artificielle à l'économie mondiale pourrait atteindre 15 700 milliards de dollars, soit plus que le PIB de la Chine et de l'Inde réunis**, dont 6 600 milliards proviendront d'un regain de productivité et 9 100 milliards seront issus des retombées positives sur la consommation. L'impact total prévu sur les marchés d'Afrique et de la zone Asie-Pacifique s'élèverait à 1 200 milliards de dollars (Figure 1)<sup>1</sup>. À titre de comparaison, en

<sup>1</sup> PwC, *The Macroeconomic Impact of Artificial Intelligence* (2018); PwC, *Sizing the Prize* (2017).

2019, le PIB combiné de tous les pays d'Afrique subsaharienne était 1 800 milliards de dollars<sup>2</sup>. Par conséquent, le déploiement réussi de l'intelligence artificielle et des mégadonnées ouvrirait un monde d'opportunités aux pays en développement.

*La quantité de données produites à travers le monde connaît une croissance exponentielle, de 33 zettaoctets en 2018 à 175 zettaoctets attendus en 2025.*

*Cette évolution s'explique par la baisse des coûts des capteurs et du stockage des données, les progrès rapides dans le domaine des capacités d'analyse avancée et de calcul et une connectivité accrue du fait de transmissions des données plus rapides et à moindres coûts.*

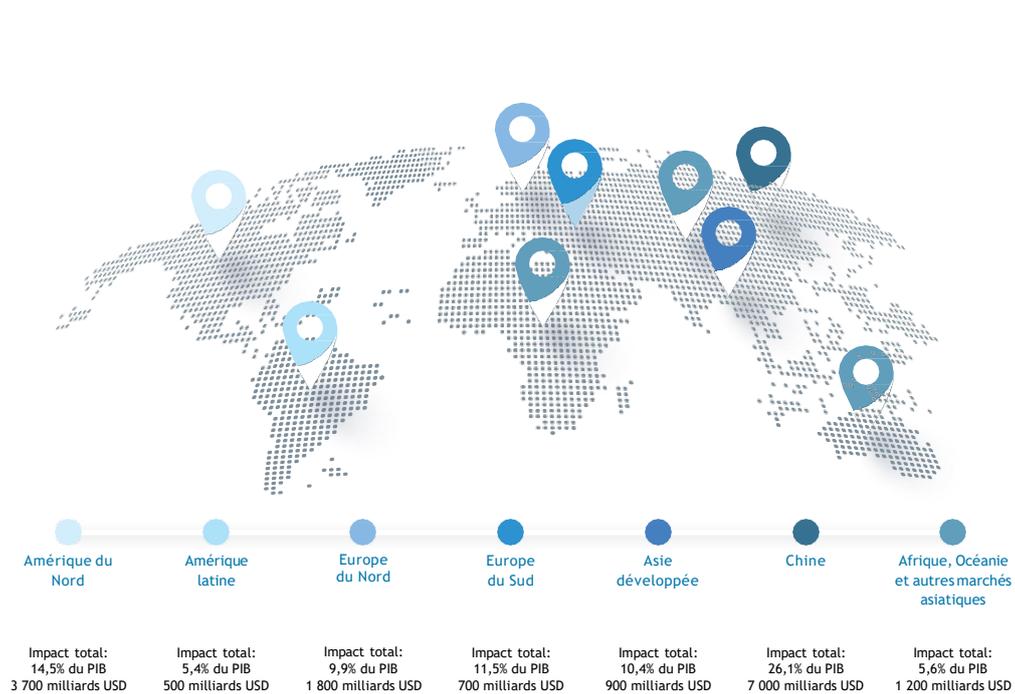
IDC, *IDC FutureScape: Worldwide Digital Transformation 2018 Predictions* (2018).

Sous l'effet conjugué de la multiplication de dispositifs à la puissance de calcul accrue, de l'amélioration de la connectivité et des mégadonnées, l'intelligence artificielle offre des avantages potentiels multiples et l'occasion de traiter certains des grands enjeux du monde en développement, en accélérant la croissance économique, améliorant les systèmes agricoles et la qualité de l'éducation, ainsi qu'en abordant les défis sanitaires et climatiques. S'agissant de gouvernance, les mégadonnées combinées à l'intelligence artificielle peuvent renforcer la prise de décision et améliorer la responsabilisation. La capacité des mégadonnées à regrouper des populations entières présentant un attribut particulier, plutôt que de dépendre de petits échantillons, contribue à éliminer le biais lié à la sélection des échantillons et évite de devoir ventiler les échantillons en plusieurs sous-groupes et catégories. De nouvelles sources de données, des technologies d'intelligence artificielle et de nouvelles approches analytiques peuvent, lorsqu'elles sont utilisées de manière responsable, faciliter une prise de décision plus souple, plus efficace et fondée sur des données probantes. Elles contribuent également à mieux concevoir et mesurer les progrès accomplis en vue de la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030.(Figure 2)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Banque mondiale *Portail de données ouvertes*.

<sup>3</sup> Rockefeller Foundation, *Report on Measuring Results and Impact in the Age of Big Data: The Nexus of Evaluation, Analytics, and Digital Technology* (2020).

Figure 1: Avantages économiques attendus de l'intelligence artificielle dans différentes régions du monde



Source: Adapté de PwC<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> PwC, *The Macroeconomic Impact of Artificial Intelligence* (L'impact macroéconomique de l'Intelligence artificielle)(2018). Tous les chiffres du PIB sont basés sur des taux de change du marché; tous les chiffres du PIB sont donnés en prix réels de 2016, le PIB de référence étant basé sur les taux de change du marché.

Figure 2: Intelligence artificielle et Objectifs de développement durable



Source: UIT.

Dans le contexte du monde en développement, il convient de souligner que le potentiel de transformation que recèlent les mégadonnées tarde à se réaliser<sup>5</sup>. Malgré toutes les opportunités offertes par l'intelligence artificielle et la révolution des données, les gouvernements de nombreux pays en développement n'ont toujours pas la capacité d'exploiter les données pertinentes pleinement. Partout dans le monde, l'accès de base aux données demeure un enjeu de taille et les politiques, les stratégies et les réglementations facilitant le déploiement de l'intelligence artificielle et des données font souvent défaut dans de nombreux pays. Tandis que le monde d'aujourd'hui est plus connecté, plus interdépendant et plus riche en données que jamais, le fossé continue de se creuser entre les pays et les populations qui tirent parti des analyses des mégadonnées dans la prise de décision et ceux qui sont laissés de côté, sans visibilité, ni connexion. C'est d'autant plus vrai pour les plus pauvres et les plus marginalisés, c'est-à-dire ceux-là mêmes qui ont le plus besoin d'être au centre de l'attention si l'on veut atteindre les Objectifs de développement durable et veiller à ce que personne ne soit laissé de côté<sup>6</sup>. À titre d'exemple, seuls 73% des enfants de moins de cinq ans ont fait l'objet d'une déclaration de naissance à l'état civil<sup>7</sup>. En 2014, l'OMS estimait que deux tiers des décès ne sont pas déclarés<sup>8</sup>. Seuls 11 pays d'Afrique subsaharienne disposent de données sur la pauvreté émanant d'enquêtes menées après 2015, et la plupart des pays ne collectent pas de données ventilées par sexe sur l'accès à l'Internet<sup>9</sup>.

<sup>5</sup> PNUD, *The Africa Data Revolution Report - Highlighting Developments in African Data Ecosystems* (2016).

<sup>6</sup> ONU, *Les mégadonnées au service des Objectifs de développement durable*.

<sup>7</sup> Organisation des Nations Unies, *Rapport sur les Objectifs de développement durable* (2018).

<sup>8</sup> Organisation mondiale de la santé, *Civil Registration: Why Counting Births and Deaths is Important* (2014).

<sup>9</sup> La Banque mondiale, *Povcalnet*.

**Les mégadonnées et l'intelligence artificielle ne sauraient en aucun cas être considérées comme une panacée répondant à chacun des enjeux auxquels sont confrontés les pays en développement et ne peuvent pas remplacer entièrement les données statistiques quantitatives traditionnelles, sur lesquelles les gouvernements appuient leurs prises de décisions.** Et il ne suffira pas uniquement de produire davantage de données pour résoudre la question du développement et du bien social. Les données doivent être transformées, analysées et utilisées afin d'être au service de la prise de décision, de la surveillance et de la redevabilité. Les mégadonnées peuvent compléter les statistiques traditionnelles et informer les décideurs et régulateurs s'il est nécessaire de cibler davantage les études, ou déclencher une réponse immédiate<sup>10</sup>. Pour exprimer pleinement son potentiel de transformation, l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées doit s'accompagner d'investissements dans l'infrastructure, le capital humain et la protection de l'environnement. Élargir à la fois l'accès et l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées est essentiel dans le contexte des pays en développement; pour qu'il soit suffisant, l'accès aux données doit toutefois être financièrement abordable.

**La collecte d'ensembles de données massifs peut également générer des vulnérabilités et des risques jusque-là inconnus, facilitant la discrimination contre des individus et créant des dépendances vis-à-vis d'infrastructures centralisées.** Par exemple, les personnes ayant des niveaux de revenu et d'éducation inférieurs accèdent moins à du contenu en ligne ou en créent moins que les populations, plus éduquées, de la classe moyenne, accentuant de ce fait la fracture numérique. Si les décideurs se fondent uniquement sur l'analyse des mégadonnées, ils risquent de négliger des thèmes importants aux yeux des personnes à faible revenu et des minorités sous-représentées.

Le chapitre qui suit donne un aperçu des questions suivantes: i) les fondamentaux des mégadonnées et de l'intelligence artificielle; ii) les types de mégadonnées au service du développement; iii) les principaux éléments de l'infrastructure de données; et iv) les principaux enjeux de l'exploitation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement.

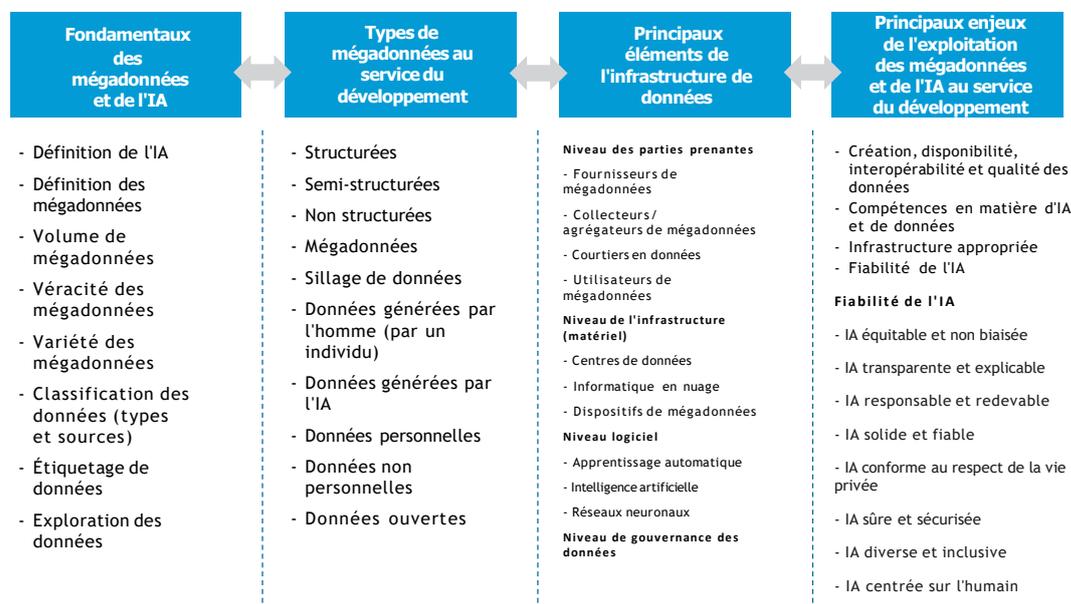
---

<sup>10</sup> United Nations Global Pulse, *Big Data for Development: A Primer* (2013).

Figure 3: Les mégadonnées et l'intelligence artificielle modifient le paradigme du développement

3

Figure 1 – Les mégadonnées et l'intelligence artificielle modifient le paradigme du développement



Source: UIT.

## 1.1 Les fondamentaux des mégadonnées et de l'intelligence artificielle

Le terme "mégadonnées" décrit un ensemble de données énorme et complexe qui est mis à disposition par le biais de la numérisation et qui ne peut être traité ni analysé au moyen des techniques de traitement de données classiques. Afin d'extraire des informations pertinentes des données, les analyses des mégadonnées ont recours à des techniques de calcul avancées permettant de dégager des profils, des tendances et de repérer des répétitions dans les ensembles de données.

**Les mégadonnées se caractérisent par les 4 "V": volume, vitesse, véracité et variété.** La *variété* fait référence aux données structurées et non-structurées collectées à partir de sources multiples. La *vélocité* fait référence à la fois à la rapidité de collecte des données et à la rapidité de traitement de ces données par les technologies de mégadonnées pour obtenir les résultats escomptés. La *volume* fait référence aux grands volumes de données générés quotidiennement à partir de sources variées. La *véracité* désigne les faibles bruits, biais et anomalies constatés dans les données. Les réseaux sociaux, les relevés d'appels, les capteurs, l'extraction de contenu et l'imagerie satellite ne sont que quelques-unes des nouvelles sources d'information utilisables pour des données plus nombreuses et de meilleure qualité au service du développement<sup>11</sup>.

**Le terme "intelligence artificielle" (IA) fait référence aux machines, c'est-à-dire aux systèmes informatiques capables de simuler les processus de l'intelligence naturelle humaine, tels**

<sup>11</sup> UIT, *Recommandation UIT-T Y.3600* (2015).

**que l'apprentissage, le raisonnement et l'auto-correction**<sup>12</sup>. L'intelligence artificielle est un terme générique désignant une vaste gamme d'approches et de technologies de recherche. Les données contribuent au développement et au déploiement de l'intelligence artificielle. Outre la quantité des données disponibles, leur qualité et leur disponibilité ont un impact significatif sur les avantages potentiels de l'intelligence artificielle. Gérées et mises en œuvre correctement, l'intelligence artificielle et les mégadonnées peuvent résoudre certains des plus grands défis du monde.

**Les mégadonnées sont les matières premières à partir desquelles les algorithmes sont conçus, testés et améliorés.** Les mégadonnées et l'intelligence artificielle sont complémentaires. D'un côté, les solutions d'intelligence artificielle ne peuvent pas être correctement mises en œuvre sans les mégadonnées, et de l'autre, les mégadonnées resteraient inexploitées sans l'intelligence artificielle. Les algorithmes d'intelligence artificielle peuvent déceler des schémas dans les données observées, former des modèles explicatifs et établir des prédictions plus rapides et plus précises que les humains. L'utilisation des solutions d'intelligence artificielle à des fins d'analyse des mégadonnées pourrait conduire au prochain saut quantique dans la façon dont les mégadonnées sont collectées et analysées et dans la manière dont les analyses sont mises au service de la prise de décision en vue d'obtenir de meilleurs résultats. Les avancées accomplies sur les plates-formes de mégadonnées permettant la collecte d'informations en temps réel avec un niveau de granularité et une reconnaissance des formes d'apprentissage automatique à travers des couches de contenu multiples pourraient rendre les données plus accessibles, plus modulables et plus finement ajustées. La disponibilité des informations en temps réel peut écourter la boucle de réaction entre la surveillance des résultats, l'apprentissage et la formulation de politique ou l'investissement, ce qui par voie de conséquence accélérera la vitesse et l'ampleur de mise en œuvre du changement par les acteurs du développement<sup>13</sup>.

Tandis que l'utilisation actuelle des mégadonnées est essentiellement limitée au secteur privé, les gouvernements du monde entier mettent tout en œuvre pour intégrer l'analyse des mégadonnées dans la course à l'amélioration des capacités statistiques afin de faciliter la prise de décision reposant sur des éléments factuels et de traiter des sujets majeurs tels que l'insécurité alimentaire, la propagation de maladies et le changement climatique. Les décideurs commencent à saisir le potentiel offert par une canalisation de ces flux massifs de données en données exploitables pouvant être utilisées pour identifier des besoins, fournir des services, prédire et prévenir des crises au bénéfice des populations à faible revenu, mal desservies et souvent considérées comme autrement inaccessibles. Ils disposent ainsi de programmes politiques et réglementaires expérimentaux et agiles, pouvant s'adapter et réagir aux environnements dynamiques et complexes sur la base de données en temps réels.

## 1.2 Les types de mégadonnées au service du développement

L'utilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement implique de prendre des données imparfaites, complexes et non structurées et de les transformer en informations exploitables et utilisables en vue d'identifier des besoins, de fournir des services, de prédire et de prévenir des crises au profit de populations à faible revenu.

Les données traditionnelles, telles que les enquêtes auprès des ménages, les enregistrements institutionnels ou recensements, sont souvent collectés avec une intention spécifique, au

<sup>12</sup> Mexique, *AI Policy* (Politique relative à l'intelligence artificielle).

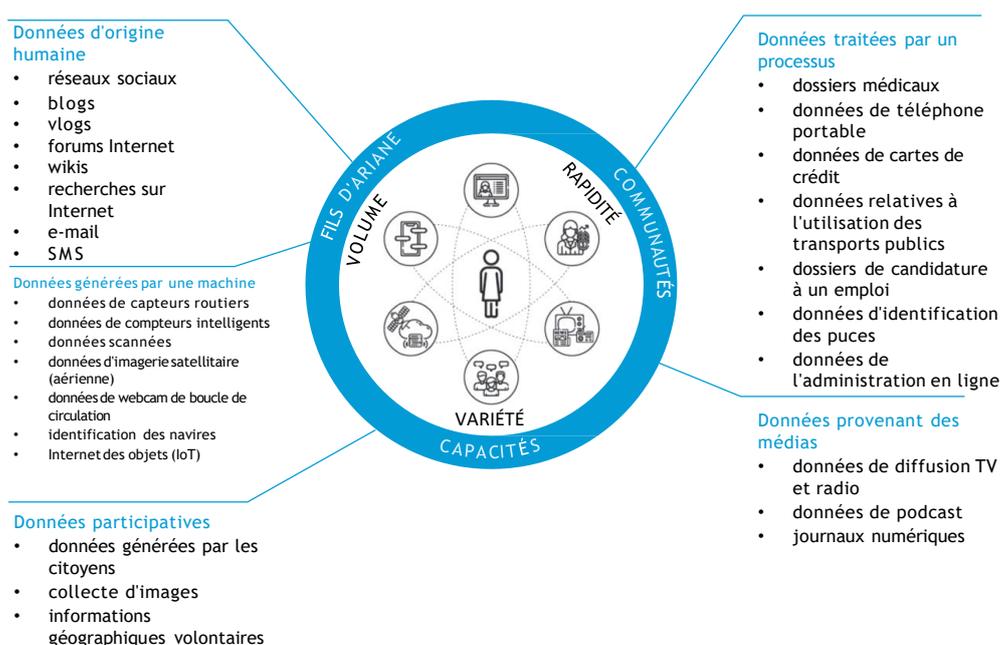
<sup>13</sup> Cohen, J. L., Kharas, H., *Using Big Data and Artificial Intelligence to Accelerate Global Development* (2018).

moyen d'un format structuré et de mesures fiables. Tandis que les mégadonnées ne sont pas toujours collectées de cette manière, les différentes formes de mégadonnées (Figure 4) peuvent contribuer à concevoir des mesures alternatives de la pauvreté et de la richesse, notamment dans les pays en développement souffrant de l'absence d'autres sources de données. La valeur réelle des mégadonnées est révélée lorsque l'information collectée à partir de différentes sources (terminaux et serveurs informatiques, smartphones, capteurs, dispositifs, machines, véhicules, etc.) est acheminée à l'aide de l'infrastructure de réseau de télécommunication (SMS, fibre, radio, mobile, cuivre, satellite, etc.), stockée dans le nuage et partagée entre divers services<sup>14</sup>. La possibilité de quantifier et de suivre le développement à l'aide de "fils d'Ariane numériques" ou de données structurées émises de manière passive, telles que les transactions par carte de crédit ou téléphoniques, et l'analyse des mégadonnées renferment une réelle promesse pour les pays en développement.

Figure 4: Les formes de mégadonnées

4

Figure 2 – Les formes de mégadonnées



Source: ONU Femmes, *Gender Equality and Big Data* (2018).

### Typologie des données

Les mégadonnées peuvent être classées en trois catégories: i) structurées, ii) semi-structurées et iii) non structurées.

Les données structurées sont souvent stockées dans des bases de données qui peuvent être organisées selon des modèles différents, comme le modèle relationnel, le modèle de document,

<sup>14</sup> UIT et FAO, *La Cyber-agriculture à l'œuvre, les mégadonnées au service de l'agriculture* (2019).

le modèle clé-valeur, le modèle graphique<sup>15</sup>. Représentant près de 20% des données existantes, les données structurées sont utilisées principalement dans le cadre de la programmation ou d'activités informatiques. Ce type de données peut être généré aussi bien par l'homme que par la machine. Les données structurées générées par l'être humain sont les données que l'homme saisit dans un ordinateur (comme un nom ou d'autres données personnelles); tandis que les données structurées générées par la machine sont toutes des données obtenues à partir de capteurs, de blogs et de systèmes financiers (données provenant de dispositifs médicaux, données de GPS et des statistiques sur l'utilisation provenant de serveurs et d'applications)<sup>16</sup>.

Les données semi-structurées ne sont pas conformes à la structure formelle des modèles de données, mais contiennent des balises ou des marqueurs pour identifier les données<sup>17</sup>. Cela signifie que l'information contenue dans les données ne répond pas au même schéma traditionnel des bases de données que les données structurées, mais présente certaines caractéristiques d'organisation qui en facilitent le traitement.

Les données non structurées quant à elles n'ont pas de modèle de données prédéfini et ne sont pas organisées de façon définie<sup>18</sup>. De la même manière, les données non structurées peuvent être générées soit par l'homme soit par la machine. Les données d'imagerie satellite, les données scientifiques provenant de diverses expériences et les données de radar saisies par des technologies diverses relèvent de la catégorie des données non structurées générées par la machine. Les données non structurées générées par l'homme sont abondantes étant donné qu'elles sont issues de données des réseaux sociaux, des données mobiles et de contenus de sites web trouvés sur l'Internet<sup>19</sup>.

Une autre classification des mégadonnées indique si les données ont été produites délibérément ou non et si les données ont été générées par l'homme ou par la machine. Il convient de mentionner les types suivants de mégadonnées:

- Métadonnées (données concernant les données). Ce terme est utilisé pour le classement, la catégorisation et la récupération des fichiers de données. En affectant des attributs (par exemple date de création, nombre de pages, mots clés et taille des données) à des données existantes, les métadonnées facilitent l'analyse des données<sup>20</sup>. Elles peuvent également s'appliquer aux utilisateurs des données auxquels des attributs peuvent être assignés, parfois sur la base de données déduites équivalant à une "réputation"<sup>21</sup>. Les métadonnées se classent en trois catégories principales, les métadonnées structurées (précisant comment un actif numérique est organisé), les données administratives (relatives à la source technique de l'actif numérique) et les métadonnées descriptives (essentiellles pour découvrir et identifier des actifs)<sup>22</sup>.
- Sillage de données. Ce type de données n'a pas été créé délibérément par l'être humain et sa valeur est généralement faible; le chemin tracé par des millions d'utilisateurs peut toutefois être exploré en vue d'extraire de la valeur. Le sillage de données peut comprendre par exemple les métadonnées des relevés d'appels obtenus à partir des téléphones mobiles ou des chemins de données laissés par les utilisateurs occupés à

<sup>15</sup> UIT, *Recommandation UIT-T de la série Y: Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes* (2016).

<sup>16</sup> Knowledgehut, *Types of Big Data* (2016).

<sup>17</sup> UIT, *Recommandation UIT-T de la série Y: Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes* (2016).

<sup>18</sup> Ibid.

<sup>19</sup> Knowledgehut, (2016); UIT *Recommandation UIT-T de la série Y: Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes*(2016).

<sup>20</sup> Banque mondiale, *Information and Communications for Development, Data-Driven Development* (2018).

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Merlinone, *What are the Different Types of Metadata (and How are They Used)?*

d'autres activités, comme les frappes de clavier (tirées d'un fichier journal ou des cookies, par exemple)<sup>23</sup>.

- Les données d'origine humaine (générées par les individus). Ce type de données est créé intentionnellement par des personnes à travers leur présence sur les réseaux sociaux, les vidéos, les publications universitaires et les blogs, qui peuvent être explorés. Après compilation, combinaison et anonymisation de milliers de données de ce type, voire plus, il est possible d'analyser des tendances populaires ou émergentes<sup>24</sup>. L'utilisation de données générées par des individus peut être particulièrement utile dans des situations où les données provenant d'autres sources ne sont pas suffisamment disponibles accessibles ou complètes.
- Données générées par l'intelligence artificielle. Ces données sont créées délibérément ; toutefois, elles proviennent de l'intelligence artificielle et non de l'homme. Par exemple, des données secondaires peuvent être générées par des agents conversationnels aidant des utilisateurs à remplir des formulaires en ligne<sup>25</sup>.
- Données personnelles. De nos jours, les ordinateurs sont capables de reconnaître n'importe qui à l'échelle d'un pays de la même manière qu'un officier de police était capable de reconnaître un voisin il y a un siècle. Ce sont la collecte et la compilation de données personnelles qui le permettent. Aux fins du présent rapport, les données personnelles sont définies comme les informations relatives à un individu identifié et identifiable<sup>26</sup>.
- Les données non personnelles (NPD) sont des données qui, soit n'ont jamais été liées à une personne physique identifiée ou identifiable, soit proviennent de données personnelles, mais excluent tout identificateur personnel, c'est-à-dire des données personnelles au départ, mais qui ont subi une agrégation et/ou une anonymisation<sup>27</sup>.
- Les données ouvertes sont des données publiques accessibles par tous facilement, qui peuvent être utilisées et redistribuées gratuitement<sup>28</sup>. Ce type de données est structuré afin d'en faciliter l'utilisation et le traitement informatique. Les acteurs responsables de la production de la plupart des données ouvertes sont les gouvernements, les scientifiques et les entreprises, ce type de données existe par conséquent dans des domaines divers et variés.

En garantissant une exploration et une analyse pertinentes des données, nous pouvons utiliser les mégadonnées pour mieux appréhender le comportement humain et apporter un soutien aux décideurs dans leurs efforts en vue de promouvoir le développement mondial. Il existe trois manières d'y parvenir:

- l'alerte précoce. Parce qu'elles détectent les anomalies à un stade précoce, les mégadonnées peuvent déclencher des interventions plus rapides en faveur des populations en situation de crises.
- la connaissance en temps réel. Les mégadonnées peuvent améliorer la conception et le ciblage des programmes et des politiques en fournissant une représentation à granularité fine de la réalité.
- le retour d'expérience en temps réel. Grâce à l'observation en temps réel de l'impact des politiques et des programmes, les mégadonnées permettent des ajustements plus rapides<sup>29</sup>.

<sup>23</sup> Voir note 17.

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> Ibid.

<sup>26</sup> Symanovich, S., *What is Personally Identifiable Information (PII)?* (2017).

<sup>27</sup> Lexology, *Report by the Committee of Experts on Non-Personal Data Governance Framework* (2020).

<sup>28</sup> Verhulst, S. G., Young, A., *Open Data in Developing Economies: Toward Building an Evidence Base on What Works and How* (2017).

<sup>29</sup> SAS, *Big Data and Global Development, a Primer on Using Online and Mobile Data to Make the World a Better Place*.

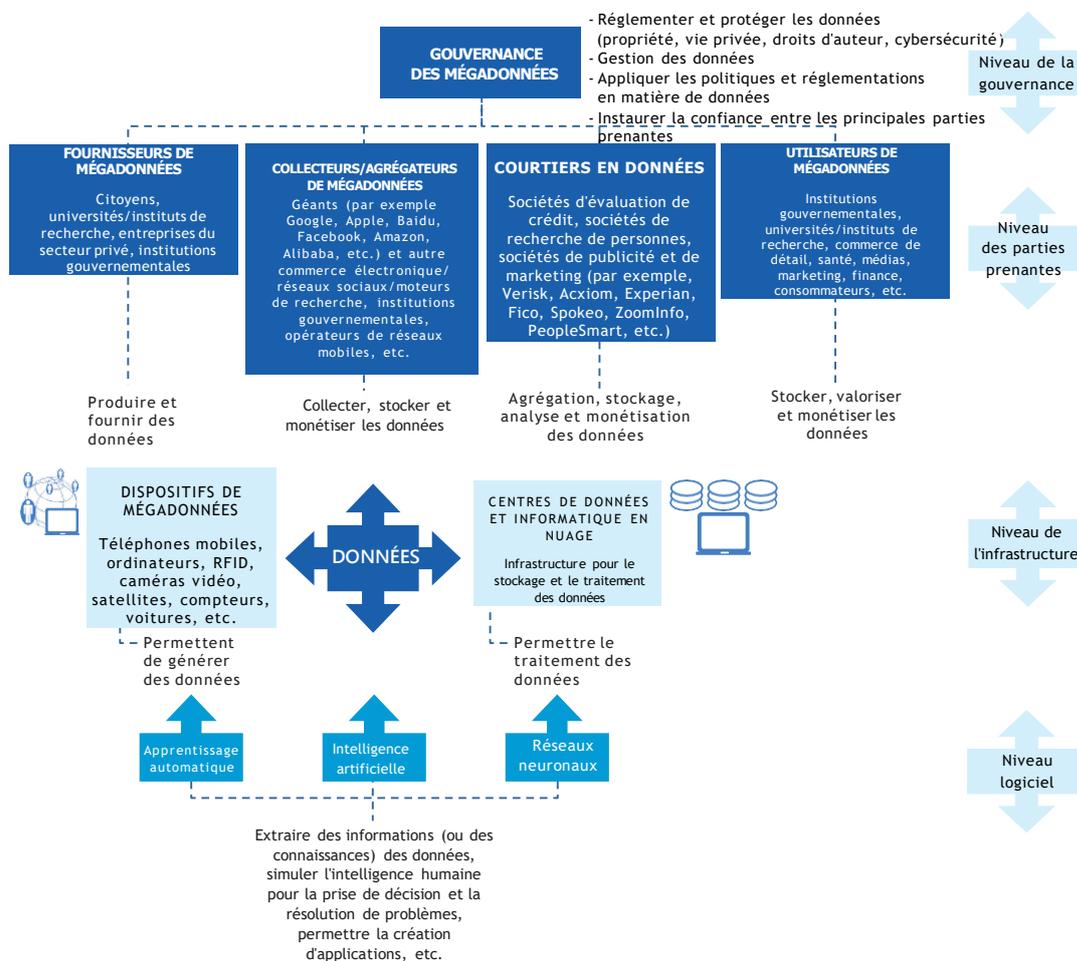
### 1.3 Les principaux éléments de l'infrastructure de données

L'univers des données a connu une expansion similaire à celle sans cesse croissante de l'univers physique, en raison du nombre en augmentation constante des internautes et des débits de plus en plus élevés. Pour soutenir cette expansion rapide, il est nécessaire de créer une infrastructure de données appropriée, se composant de matériel et de processus logiciels facilitant la saisie, le stockage, la circulation et l'analyse des données<sup>30</sup>. Le rôle de l'infrastructure de données est de créer, de traiter, de transmettre, de sécuriser et de protéger les données. Les principaux éléments de l'écosystème de données sont:

- **Le niveau de gouvernance des mégadonnées:** tous les éléments de l'infrastructure de données sont inclus dans la gouvernance des mégadonnées, dont les principaux objectifs sont de réguler et de protéger les données (propriété, vie privée, droits d'auteur, cybersécurité); gérer les données; exécuter les politiques et réglementations relatives aux données; et instaurer la confiance entre les principales parties prenantes à la gouvernance des données (Figure 5).
- **Le niveau des parties prenantes,** qui comprend:
  - i) *les fournisseurs de mégadonnées*, tels que les utilisateurs de téléphone et de l'Internet, les universités/instituts de recherche, les entreprises du secteur privé, les institutions gouvernementales, qui produisent et fournissent les données;
  - ii) *les collecteurs/agrégateurs de données*, tels que les moteurs de recherche (comme Google, Baidu), les plates-formes de réseaux sociaux (tels que Facebook, TikTok), les sites de vente en ligne (par ex. Amazon, Etsy, eBay, Alibaba), différentes organisations gouvernementales, les opérateurs de réseau mobile, etc. qui collectent, stockent et monétisent les données;
  - iii) *les courtiers*, qui agrègent, stockent, analysent et monétisent les données; et
  - iv) *les utilisateurs des mégadonnées*, tels que les institutions gouvernementales, les détaillants, les domaines des soins, des médias et de la finance, les universités/instituts de recherche, les consommateurs, etc. qui stockent les données, les valorisent et les monétisent.
- **Le niveau de l'infrastructure (matériel)** tel que:
  - i) *les centres de données et l'informatique en nuage* (qui fournissent l'infrastructure nécessaire au stockage et au traitement des données) et
  - ii) *les dispositifs de mégadonnées*, tels que les téléphones mobiles, les ordinateurs, les satellites, les compteurs, les capteurs, qui permettent de générer des données.
- **Le niveau logiciel** qui inclut l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et les réseaux neuronaux.

<sup>30</sup> ODC, *What is Data Infrastructure?*

Figure 5: L'écosystème des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement



Source: UIT.

La mise en place d'une infrastructure de données durable suppose toutefois l'existence de certaines conditions préalables, notamment: une infrastructure physique fiable (électricité et connectivité) et des systèmes interopérables, des systèmes numériques de base (c'est-à-dire l'identification numérique et les services d'argent mobile) un investissement de capital dans les secteurs de l'intelligence artificielle et à forte consommation de données. Une fois ces conditions préalables acquises, les entreprises et les entrepreneurs numériques peuvent se concentrer sur leur cœur de métier, sans avoir à créer un environnement propice en partant de zéro.

Pour opérer correctement la transformation numérique, la robotisation et l'intelligence artificielle requièrent avant tout une interopérabilité technique et sémantique des données. Les avantages de l'intelligence artificielle ne peuvent pas être pleinement exploités si les données ne se déplacent pas et que leur signification n'est pas claire. Il est important que les services numériques soient capables d'utiliser des informations correctes et de grande qualité au bon moment, tout en tenant compte de la protection des données.

Le développement et la préservation de la connectivité des données revêtent une importance primordiale pour l'expansion des mégadonnées, dans un contexte où serveurs et clients échangent des volumes de données colossaux. Les liens de connectivité des données séparent les ensembles de données et les applications, y compris les données provenant de différents périmètres nécessitant une identification, facilitant ainsi la collaboration entre des parties équipées de contrôles des données, garantissant une activation sûre et efficace au sein de l'écosystème élargi et rendant chaque interaction du consommateur pertinente, adressable et mesurable.

Le présent chapitre se concentrera sur les fournisseurs de données (sources de données et utilisateurs de téléphones mobiles comme fournisseurs de mégadonnées), les centres de données et l'informatique en nuage comme éléments clés de l'infrastructure des données pour le stockage et le traitement des données.

### Fournisseurs de données

Les mégadonnées au service du développement proviennent de sources multiples, en particulier:

- Données numérisées. Ce type de données est issu de documents d'archives numérisés par les pouvoirs publics, les hôpitaux, les écoles, etc.
- Données produites numériquement. Ce type de données n'est pas créé manuellement; au contraire, il est créé numériquement et permet ainsi aux données d'être manipulées par informatique. Ces données peuvent être stockées au moyen d'une série de zéros et de uns, leur permettant ainsi d'être manipulées par informatique.
- Données produites de manière passive. Ce type de données est généré par le sous-produit des interactions avec des services numériques. Le navigateur de l'utilisateur, la langue par défaut, le type de dispositif (mobile ou ordinateur de bureau) et l'identificateur unique d'utilisateur émis par Facebook durant une conversation sur Messenger sont autant d'exemples de données passives.
- Données collectées automatiquement. Ce type de données est extrait et stocké automatiquement par un système. Les données produites par des capteurs de l'Internet des objets constituent un exemple de données collectées automatiquement. Par exemple, les dispositifs connectés génèrent un flux continu de données tout en surveillant la santé des personnes, ce qui leur fait jouer un rôle majeur dans les mégadonnées du secteur des soins de santé.

- Données géographiques ou données de traçage temporaires. Ce type de données est habituellement généré par des téléphones mobiles, c'est-à-dire des données de localisation ou durée/heure d'appel d'un téléphone mobile.
- Données en temps réel. Ce type de données peut être analysé en temps réel, dès lors que l'information contenue porte sur le bien-être et le développement de l'être humain. Par exemple, les applications de cartographie telles que Google Maps ou Waze renseignent sur l'horaire d'arrivée prévu de différents itinéraires, en se fondant sur des données collectées en temps réel auprès des utilisateurs des applications. Dès lors que les mégadonnées sont collectées en continu, les données peuvent être visualisées à travers différentes techniques, telles que des tableaux de bord affichant des vues panoramiques des opérations, des nuages de mots traduisant les sentiments des individus et l'exposition à des chocs, ainsi que des cartes retraçant le mouvement de personnes et l'intensité de ces mouvements. Les initiatives de développement basées sur des données en temps réel s'appuient sur des partenariats entre des organisations traitant des problèmes de développement et des partenaires techniques fournissant des logiciels et des outils pour collecter, gérer et visualiser les données. Par exemple, l'organisation sanitaire PATH et son partenaire, Tableau Foundation, œuvrent de concert avec des gouvernements dans la lutte contre le paludisme au moyen de données en temps réel<sup>31</sup>.
- Imagerie satellite. Il s'agit d'une source de données qui peut servir à mieux comprendre les effets du changement climatique, à observer la pauvreté, la faim et la santé et à protéger les droits humains. Bien que les données de satellites deviennent plus accessibles, transformer ces données en informations exploitables requiert des compétences et des ressources considérables. Afin de rendre les données satellitaires plus conviviales, quelques fournisseurs ont commencé à proposer des "données prêtes à être analysées" (ARD), c'est-à-dire des données nettoyées de leurs irrégularités au moyen d'algorithmes<sup>32</sup>.

L'émergence de l'Internet dans les années 1960, le développement du web mondial dans les années 1990 et l'arrivée plus récente du Web 2.0 ont modifié la manière d'obtenir et de créer du contenu. Cette évolution a amené les fournisseurs de contenu traditionnels, tels que les entreprises de l'audiovisuel et des médias, à passer à la sphère numérique, en créant leurs propres sites web ou en octroyant des licences pour du contenu sur des plates-formes de streaming. En outre, l'espace numérique interconnecté a permis aux utilisateurs de devenir des créateurs de contenu en partageant leur propre contenu via des blogs, des vidéos, des publications sur les réseaux sociaux, ainsi que des évaluations de produits et services, déplaçant ainsi l'attention du transporteur vers le créateur de la donnée.

### Les utilisateurs de téléphones mobiles deviennent fournisseurs de données

Les utilisateurs de téléphonie mobile créent également des données. La pénétration des téléphones mobiles observant une croissance exponentielle dans le monde en développement, la moitié de la population mondiale possède désormais un téléphone mobile selon le rapport de la GSMA sur l'économie mobile<sup>33</sup>. Ce phénomène mondial a permis aux opérateurs de télécommunication de saisir systématiquement les points de données individuels, socio-économiques et géographiques au sein des populations. Dès lors qu'un appel ou une transaction est effectué(e) par le biais d'un téléphone mobile, un relevé d'appels est automatiquement généré par l'opérateur du réseau mobile, créant un enregistrement numérique des attributs propres à la transaction de télécommunication<sup>34</sup>. L'agrégation des données mobiles permet d'analyser les profils d'interactions sociales, de densité de population, de mobilité et de dépenses. Les données mobiles sont une source de données puissantes, elles possèdent

<sup>31</sup> Geekwire, *Tableau and PATH Fight Malaria with Data Analytics, in Unique Seattle-Based Coalition* (2016).

<sup>32</sup> Halais, F., *How User-Friendly Satellite Data Could Revolutionize Development* (2020).

<sup>33</sup> Zaimova, R., *How Can We Use Mobile Data to Advance Sustainable Development?* (2016).

<sup>34</sup> UN Global Pulse, *Mobile Phone Network Data for Development* (2013).

le pouvoir de répondre aux besoins sociaux et de transformer les actions humanitaires et de développement. Elles ont déjà été utilisées dans le cadre des opérations d'intervention qui ont suivi le tremblement de terre en Haïti, de la cartographie du paludisme au Kenya via l'analyse des profils de déplacement régionaux de millions d'abonnés mobiles, de la lutte contre l'épidémie de grippe H1N1 au Mexique à travers l'analyse qualitative des données de relevés d'appels et de l'estimation des niveaux de pauvreté en Côte d'Ivoire (voir Encadré 1)<sup>35</sup>.

La généralisation des réseaux mobiles et les nouvelles capacités d'exploitation des mégadonnées mobiles offrent une occasion exceptionnelle de collecter et d'utiliser des données plus précises, actuelles et accessibles à des fins de développement. Les solutions de mégadonnées mobiles font référence aux données relatives au trafic réseau, à l'utilisation et à la communication (provenant de personnes, de capteurs, de dispositifs connectés, etc.), associées à des ensembles de données plus larges et exploitées par le biais de l'analyse des mégadonnées, de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique<sup>36</sup>. La Figure 6 donne un aperçu des cas d'utilisation possibles des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement.

---

<sup>35</sup> Ibid.

<sup>36</sup> GSMA, *Mobile Big Data Solutions for a Better Future Report* (2019).

Figure 6: Cas d'utilisation possibles des mégadonnées mobiles et de l'intelligence artificielle au service du développement



Source: UIT.

## Encadré 1: Utilisation des mégadonnées mobiles et de l'intelligence artificielle au service du développement

### Lutte contre les pandémies

Les gouvernements du monde entier se sont tournés vers les mégadonnées dans la lutte contre la pandémie de COVID-19 par le biais de l'utilisation des données de téléphonie mobile pour suivre et surveiller la pandémie et analyser les tendances à l'aide de solutions d'intelligence artificielle. De nombreuses applications de collecte de données mobiles ont été conçues pour aider les utilisateurs à rapporter leurs symptômes et à suivre la maladie. Dans des pays tels que la République de Corée, les applications sont allées encore plus loin en offrant aux autorités la possibilité d'alerter les utilisateurs lorsque ces derniers avaient été en contact avec un cas positif avéré. Alors que certains pays ont lancé des solutions pour collecter exclusivement des données anonymes et agrégées, d'autres pays collectent des données plus personnellement identifiables, qui permettent aux autorités de mettre en œuvre des mesures plus actives pour prévenir la propagation de la maladie, bien que cela ait suscité des inquiétudes quant à la confidentialité des données.

### Lutter contre le paludisme

Les chercheurs ont combiné les données relatives à l'incidence du paludisme recueillies par les responsables de la santé publique avec les données de relevés d'appels anonymes de 15 millions d'abonnés mobiles au Kenya, ventilées au niveau des antennes-relais, afin de comprendre comment les habitudes de déplacement contribuent à la propagation du paludisme. L'utilisation de ces données permet aux chercheurs de déterminer comment les gens ont généralement contracté la maladie et où ils ont été susceptibles de voyager et d'exposer d'autres personnes au risque. Les chercheurs ont pu prédire chaque jour quelles communautés étaient susceptibles d'importer la maladie et la probabilité de tomber malade, fournissant ainsi des informations granulaires sur le moment et l'endroit où les efforts de prévention devraient être concentrés.

Il existe d'autres initiatives qui utilisent les mégadonnées et l'intelligence artificielle pour lutter contre le paludisme et d'autres maladies infectieuses, comme le Zika, la dengue et l'Ebola: allant de la combinaison des données sur les cas d'infection avec des variables satellitaires, environnementales et climatiques, à l'utilisation de drones qui localisent de manière autonome les zones à forte concentration de moustiques, en passant par la production de cartes de risques épidémiques et de recommandations d'action, de pièges robotisés pour identifier et collecter des spécimens intéressants et d'algorithmes d'intelligence artificielle visant à rechercher les agents pathogènes dans le matériel génétique des moustiques.

1. BBVA, *How do COVID-19 Tracing Apps Work and What Kind of Data Do They Use?* (2020)
2. Wesolowski, A. et al., *The Use of Census Migration Data to Approximate Human Movement Patterns Across Temporal Scales* (2013)
3. Voir *DiSARM* (2020)
4. Voir *Microsoft Premonition* (2015)

Dans l'ensemble du monde en développement, les téléphones mobiles sont utilisés quotidiennement pour transférer de l'argent, acheter et vendre des biens ainsi que communiquer des informations telles que les résultats de tests, le niveau des stocks et le prix de produits de base. La technologie mobile est utilisée pour compenser la faiblesse des infrastructures de télécommunication et de transport ou le sous-développement des systèmes financiers et bancaires.

Les téléphones mobiles sont la seule forme de technologie interactive pour de nombreuses personnes à faible revenu. Les données sur l'identité, la localisation, les habitudes sociales, les

déplacements, les finances et même les conditions environnementales ambiantes peuvent être obtenues à partir des données enregistrées dans les systèmes mobiles. Étant donné que ces données sont détaillées et exploitables de manière univoque, elles permettent de saisir des informations difficiles à trouver à partir d'autres sources, à une échelle qu'il serait difficile de recréer autrement. Bien que les mégadonnées mobiles soient personnelles et privées, elles peuvent être utilisées afin d'améliorer la vie de personnes pauvres du monde entier et à bien d'autres égards, à condition d'être analysées dans le cadre de protocoles de protection de la vie privée et d'anonymisation appropriés<sup>37</sup>.

Plus de 150 millions de personnes dans le monde pourraient bénéficier des solutions des mégadonnées mobiles dans les prochaines années, tandis que 60 millions de personnes dans les 41 pays les plus touchés pourraient avoir un meilleur accès aux soins de santé grâce à une planification de l'infrastructure et à davantage d'information avec les solutions offertes par les mégadonnées mobiles<sup>38</sup>. Le déploiement de solutions basées sur les mégadonnées mobiles afin de comprendre les mouvements de population pourrait réduire la propagation des maladies transmissibles de manière significative en ciblant les lieux à fort risque d'exposition<sup>39</sup>. Les informations tirées de l'utilisation des mégadonnées mobiles peuvent être utilisées afin d'améliorer la compréhension par le secteur public des besoins d'éducation et des déficits de connaissances, dans le but de faciliter des initiatives plus ciblées et opportunes pour diffuser des informations essentielles. L'utilisation de solutions basées sur les mégadonnées mobiles en vue de sensibiliser aux services financiers numériques et d'augmenter la confiance dans ces services pourrait permettre à 70 millions d'adultes supplémentaires de bénéficier de services financiers dans les 58 pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine, soit plus de 40% des adultes ne disposant pas de comptes bancaires<sup>40</sup>.

### Les centres de données et l'informatique en nuage

L'augmentation spectaculaire de la création de contenu sur Internet entraîne un besoin de stockage et une croissance rapide des centres de données pour héberger ce contenu. Les centres de données sont des lieux centralisés où sont concentrés les équipements informatiques et de réseau dans le but de collecter, stocker, traiter, distribuer ou permettre l'accès à de grandes quantités de données<sup>41</sup>. Ils sont exploités par des entreprises informatiques mondiales, des gouvernements et des entreprises du monde entier qui hébergent les données d'entreprises tierces. Les centres de données peuvent varier en termes de taille, de capacité, de sécurité et de redondance<sup>42</sup>.

Ces derniers temps, la tendance à la création de centres de données géants et à grande échelle, capables d'offrir des serveurs et des capacités de stockage supplémentaires selon les besoins, s'accélère. Ces centres de données sont gérés par une petite dizaine d'entreprises mondiales, y compris des poids lourds tels qu'Amazon, Microsoft et IBM, et par des entreprises offrant des services d'informatique en nuage<sup>43</sup>.

Cependant, il existe un écart important entre les technologies numériques utilisées dans le monde développé et celles utilisées dans les pays en développement, qui rencontrent

<sup>37</sup> Digital Frontiers Institute, *Using Mobile Data for Development* (2016).

<sup>38</sup> GSMA, *Mobile Big Data Solutions for a Better Future Report* (2019).

<sup>39</sup> Ibid.

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> Johnson, B., *How Data Centers Work* (2020).

<sup>42</sup> HP Enterprise, *What are Data Center Tiers?*

<sup>43</sup> Banque mondiale, *Information and Communications for Development: Data-Driven Development* (2018).

de nombreuses difficultés à mettre en place des infrastructures appropriées, en raison de l'insuffisance des ressources financières et, dans la plupart des cas, de l'incapacité à répondre aux besoins en électricité<sup>44</sup>.

L'informatique en nuage peut être définie comme un ensemble de matériel, de réseaux, de stockage, de services et d'interfaces, combinés pour fournir des fonctions informatiques sous la forme d'un service basé sur la demande de l'utilisateur<sup>45</sup>. L'adoption réussie de l'informatique en nuage dépend principalement de trois facteurs:

- Réseaux plus rapides. L'augmentation des débits Internet rend le transfert des données entre un dispositif et le nuage de plus en plus transparent.
- Stockage accru. Le stockage mis à disposition dans le nuage est bien plus important que ce qui peut être sauvegardé sur un ordinateur de bureau, un ordinateur portable, une tablette ou un smartphone.
- Prolifération de dispositifs intelligents. À mesure que le nombre de dispositifs possédés par personne augmente, le nuage constitue un moyen utile de les synchroniser tous<sup>46</sup>.

### Types de services en nuage

Les services publics en nuage sont le type de déploiement informatique le plus courant. Ils sont détenus et exploités par un fournisseur de services en nuage tiers et fournis sur Internet.

Les services en nuage privés sont des ressources informatiques en nuage utilisées par une entreprise ou une organisation. Les nuages privés peuvent être physiquement situés au sein même du centre de données d'une organisation ou hébergés par un fournisseur de services tiers. Ces types de services sont le plus souvent utilisés par les agences gouvernementales, les institutions financières et d'autres organisations, de taille moyenne à grande, qui cherchent à renforcer le contrôle de leur environnement.

Les services en nuage hybrides allient à la fois des services en nuage publics et privés et permettent un transfert fluide des données et des applications entre les deux environnements<sup>47</sup>.

L'informatique en nuage est un modèle économique très populaire parmi les entreprises et les PME. En effet, contrairement aux centres de données, qui requièrent des volumes de capitaux importants et des locaux physiques, l'informatique en nuage ne nécessite pas de gros investissements en capital. Les PME étant considérées comme l'épine dorsale d'une économie, de nombreux pays en développement encouragent l'adoption de l'informatique en nuage dans le cadre de la création d'économies plus compétitives et efficaces<sup>48</sup>.

Malgré un grand nombre d'avantages, l'informatique en nuage s'accompagne de certains risques, tels que les atteintes à la sécurité et à la vie privée (par exemple, les cyberattaques) et la perte potentielle de service due à des pannes de connectivité ou d'électricité, qui sont un problème persistant dans certaines parties du monde.

<sup>44</sup> Lehrer, N., *African Datacenters: Understanding Challenges in Emerging Infrastructure in Developing Countries* (2014).

<sup>45</sup> Ibid.

<sup>46</sup> Banque mondiale, *Information and Communications for Development: Data-Driven Development* (2018).

<sup>47</sup> Microsoft Azure, *What are Public, Private, and Hybrid Clouds?*

<sup>48</sup> Mitropoulou, P. et al, *Cloud Computing and Economic Growth* (2015).

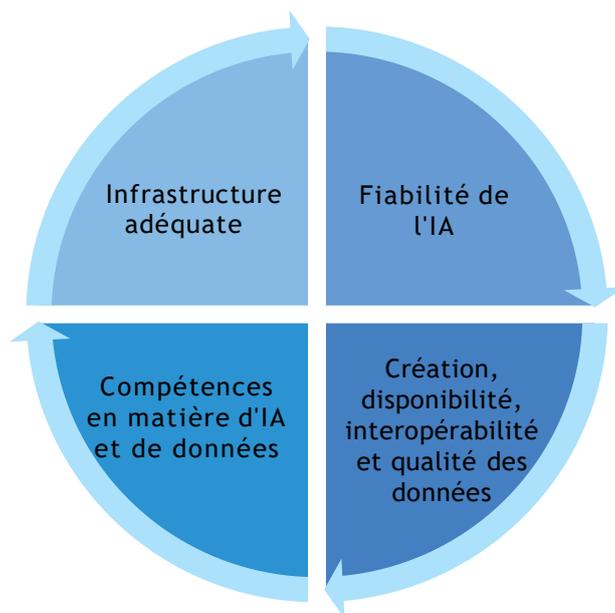
## 1.4 Les principaux enjeux d'une mobilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement

**L'intelligence artificielle et la révolution des données n'ont pas encore produit les retombées escomptées par la plupart des pays en développement.** Très souvent, ces pays ne disposent pas des conditions sur place leur permettant de collecter suffisamment de données afin d'utiliser des algorithmes d'intelligence artificielle à des fins de développement, que soit une infrastructure TIC fiable ou un accès sûr à l'électricité, le capital humain et le cadre réglementaire. Trop souvent, les données existantes restent inutilisées car elles sont publiées trop tard quand elles le sont, ou n'existent pas au format numérique ou encore ne présentent pas le niveau de finesse requis pour la prise de décision ou l'innovation locale.

### Figure 7: Enjeux essentiels d'une mobilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement

7

Figure 3 – Enjeux essentiels d'une mobilisation des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement



Source: UIT.

Quelques conditions préalables (Figure 7) doivent être mises en place pour permettre aux pays en développement de tirer parti de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement.

#### **Création, disponibilité, interopérabilité et qualité des données**

Les pays en développement présentent de faibles niveaux de "mise en données" ("**datafication**"), rendant d'autant plus importante la question de la création et de la numérisation des données.

On entend par là la numérisation des connaissances, de l'information et des fichiers existants ainsi que la création de nouvelles données numériques par le biais de la numérisation de services dans les domaines de la santé, de l'éducation, de la sécurité sociale, etc.

**Même une fois numérisées, les données utilisées dans les pays en développement ne sont pas autant partagées et mises à disposition que dans d'autres parties du monde.** Pour être utiles, les données doivent être de bonne qualité, convenablement ventilées, ainsi que disponibles et accessibles aux utilisateurs des données. Les données sont une ressource inépuisable dont la valeur réside dans leur utilisation et leur réutilisation. Plus les données sont partagées et utilisées, plus elles prennent de la valeur. Plusieurs questions soulèvent toutefois des inquiétudes quant à la disponibilité des données au service de l'intérêt général:

- L'utilisation d'information du secteur public par des entreprises (partage de données entre les pouvoirs publics et les entreprises). Les ensembles de données de grande valeur ne sont souvent pas disponibles aux PME, aux instituts de recherche et aux jeunes innovateurs indépendants, qui ne peuvent accéder financièrement à ce niveau de fragmentation des données et en sont les premiers pénalisés.
- Partage et utilisation de données privées par d'autres entreprises (partage de données entre entreprises). Malgré son potentiel économique, le partage de données entre entreprises n'a pas encore connu un essor d'une ampleur suffisante. Cela est dû au manque d'incitations économiques (par exemple, la crainte de perdre un avantage concurrentiel ou la position actuelle sur le marché), à une confiance insuffisante entre les opérateurs économiques quant à l'utilisation des données conformément aux accords contractuels, à un déséquilibre du pouvoir de négociation, à la crainte d'un détournement des données par des tiers et à une absence de clarté juridique sur ce qui peut être fait avec les données (comme pour des données de l'Internet des objets résultant d'une cocréation).
- Utilisation de données privées par les pouvoirs publics (partage de données entre entreprises et pouvoirs publics). En raison de préoccupations liées à la propriété et au respect de la vie privée, il n'existe actuellement pas suffisamment de données du secteur privé pouvant être utilisées par le secteur public pour améliorer la prise de décision basée sur des éléments factuels. Dans de nombreux pays, la plupart des données sont généralement détenues par les fournisseurs de télécommunications et les banques. L'accès à des données pertinentes et de qualité est une condition préalable à un déploiement réussi de l'intelligence artificielle, qui nécessite donc de repenser l'architecture des données et d'installer de nouveaux systèmes qui permettront un meilleur accès aux données et, dans le même temps, faciliteront leur collecte.

Pour que les données soient utiles, il faut qu'elles soient accessibles, actuelles, de qualité et pertinentes dans le contexte local. Actuellement, de nombreux pays en développement ne disposent pas de telles données. Afin de relever ces défis et de mieux appréhender le contexte de ces aspects, les décideurs doivent faire en sorte que les données soient plus omniprésentes et granulaires en mettant en œuvre une approche intersectorielle coordonnée, avec des collectes et des publications de données de plus en plus régulières, tout en encourageant l'utilisation de données publiques ouvertes et en fournissant des services basés sur des interfaces API ouvertes<sup>49</sup>. En outre, l'interopérabilité, la structure, l'authenticité et l'intégrité des données sont essentielles pour exploiter la valeur des données, notamment dans le contexte du déploiement de l'intelligence artificielle.

### Compétences en matière d'intelligence artificielle et de données

<sup>49</sup> Nations Unies, *A World that Counts: Mobilising the Data Revolution for Sustainable Development* (2014). Une interface de programmation d'applications (API) est une interface informatique qui définit les interactions entre plusieurs intermédiaires logiciels. Elle définit les types d'appels ou de demandes qui peuvent être faits, la manière de les faire, les formats de données à utiliser, les conventions à suivre, etc.

Des compétences en matière d'intelligence artificielle et de données sont nécessaires au bon déploiement de l'intelligence artificielle et mégadonnées. Il est par conséquent important de créer un lien entre les établissements de recherche et les centres de formation d'une part et les pôles technologiques, les services de recherche des entreprises et les entrepreneurs privés d'autre part, afin de s'assurer que les nouvelles évolutions de l'intelligence artificielle puissent être commercialisées et déployées sur le terrain. Un manque de compétences en matière de données peut constituer l'obstacle systémique majeur freinant l'innovation fondée sur les données et la productivité dans de nombreux pays en développement. Ce déficit est un point sur lequel les gouvernements du monde entier doivent travailler afin d'y apporter rapidement une solution.

Selon le Rapport 2018 "*Future of Jobs*" (l'Avenir des emplois) du Forum économique mondial<sup>50</sup>, les employeurs estiment que plus de 40% des compétences requises pour la main-d'œuvre de demain changeront d'ici 2022 et que 65% des enfants occuperont un emploi qui n'existe pas encore. Selon l'UNICEF, près de 4 milliards de personnes (dont 29% des jeunes de 18 à 24 ans) ne sont toujours pas connectées à l'Internet et, par extension, aux produits numériques qui pourraient considérablement améliorer leur vie. En outre, la fracture numérique entre les hommes et les femmes s'accroît et des études montrent que les hommes sont deux fois plus présents sur l'Internet que les femmes. La pandémie de COVID-19 a changé et changera le monde de façon irrémédiable: les communautés connaissent des niveaux de dislocation sans précédent et jamais les individus n'avaient autant eu besoin de rester connectés par le biais de la technologie<sup>51</sup>.

Dans une enquête menée auprès des jeunes des pays arabes, 78% des personnes interrogées s'inquiètent de la qualité de l'éducation en 2019. À ce problème s'ajoute le fait que peu de femmes de la région poursuivent des carrières dans les sciences, technologie, ingénierie et mathématiques et que l'écart entre les hommes et les femmes dans l'utilisation de l'Internet est passé de 19,2% en 2013 à 24,4% en 2019<sup>52</sup>. S'agissant de l'Afrique, un rapport de la SFI indique que "... près de 20% des entreprises ghanéennes interrogées ne recrutent qu'à l'international pour les compétences numériques, principalement parce qu'elles ne trouvent pas de talents locaux"<sup>53</sup>, la demande étant nettement supérieure à l'offre dans la région. En juin 2020, la Banque mondiale a publié le rapport "*Future of Work in Africa*" (L'Avenir du travail en Afrique), utilisant des données communiquées volontairement, sur les utilisateurs de LinkedIn dans 27 pays d'Afrique subsaharienne pour mieux comprendre le niveau de compétences numériques détenues par les travailleurs sur le marché<sup>54</sup>. Selon le rapport, l'Afrique subsaharienne est la région du monde enregistrant le plus faible pourcentage de la population active totale utilisant LinkedIn (4%) et en termes de niveau de compétences numériques, environ la moitié du niveau mondial moyen d'adoption des compétences numériques ou "pénétration relative", dont la norme a été établie à une valeur de 1,0 pour une moyenne mondiale<sup>55</sup>. Ainsi, alors que l'Afrique a la population la plus jeune et connaît la croissance démographique la plus rapide, sa main-d'œuvre dispose de la plus faible base de compétences au monde<sup>56</sup>. De la même manière, les entreprises du Moyen-Orient ont du mal à trouver les compétences nécessaires

<sup>50</sup> FEM, *The Future of Jobs Report 2018* (Rapport 2018 L'avenir des emplois)(2018).

<sup>51</sup> UNICEF, *Innovation Fund Invests in Skills and Connectivity* (2020).

<sup>52</sup> Langendorf, *Digital Stability: How Technology Can Empower Future Generations in the Middle East* (2020).

<sup>53</sup> SFI, *Digital Skills in Sub-Saharan Africa, Spotlight on Ghana* (2019).

<sup>54</sup> Banque mondiale, *The Future of Africa Harnessing the Potential of Digital Technologies for All* (2020).

<sup>55</sup> Madden, P., Kanos, D., *Figures of the Week: Digital Skills and the Future of Work in Africa* (2020).

<sup>56</sup> Gadzala, A., *Despite Rise in Mobile Technology, Most of Africa is Not Ready for AI* (2018).

au déploiement de l'analyse des mégadonnées, et doivent encore beaucoup s'appuyer sur le soutien de partenaires jusqu'à la mise en production de solutions<sup>57</sup>.

### Infrastructure appropriée

L'existence d'une infrastructure appropriée (accès à l'électricité, aux TIC et à l'infrastructure de transport) est indissociable du déploiement des mégadonnées et de l'intelligence artificielle au service du développement. Un accès limité et onéreux à l'électricité, une connectivité nationale et internationale insuffisante, des difficultés dans le déploiement d'une infrastructure de télécommunication terrestre sur de vastes territoires, en particulier dans des zones rurales et reculées, le caractère privé et non ouvert de volumes importants de données, les inégalités d'accès aux données, sont autant d'obstacles à la mise en œuvre des mégadonnées au service du développement<sup>58</sup>.

Le manque de fiabilité de l'accès à l'électricité est un énorme frein à l'exploitation des possibilités offertes par l'intelligence artificielle et les mégadonnées dans certaines régions du monde. L'Afrique, par exemple, est à la traîne en matière d'accès à l'électricité, son taux moyen d'accès à l'électricité de 43% étant inférieur de moitié au taux mondial de 87%. Il existe par ailleurs des disparités entre les pays et les régions du continent africain à cet égard<sup>59</sup>.

De nombreuses régions du monde en développement manquent d'accès à des connexions Internet stables et fréquemment d'infrastructures complémentaires de base, comme la fourniture d'électricité et les routes. Sans ces pierres angulaires, les avantages potentiels de l'intelligence artificielle et des mégadonnées ne profiteront qu'à quelques rares élites<sup>60</sup>. En Afrique, par exemple, l'accès aux solutions d'intelligence artificielle et aux mégadonnées est entravé par les insuffisances du réseau électrique ainsi que par une faible pénétration de l'Internet et du haut débit<sup>61</sup>.

Disposer d'une infrastructure des technologies de l'information et de la communication (TIC) adaptée est une condition indispensable pour saisir les opportunités offertes par la révolution des données. Les TIC permettent également d'accroître le débit, la précision et l'impact de la collecte et de la diffusion des données, tout en favorisant une baisse des coûts. Pour cette raison, il est toutefois essentiel de combler l'importante fracture numérique qui sous-tend la fracture des données: l'Internet doit être universellement accessible et abordable, s'il a vocation à contribuer à l'émancipation des individus.

Selon l'UIT<sup>62</sup>, un peu plus de la moitié de la population mondiale utilisait l'Internet à la fin de l'année 2019 (Figure 8). La plupart de la population non connectée vit dans des zones rurales reculées des pays en développement et des PMA, sans infrastructure de données suffisante. Les pays présentant les proportions les plus élevées de personnes n'utilisant pas l'Internet se trouvent principalement en Afrique et en Asie du Sud<sup>63</sup>. Dans de nombreux pays en développement, les données sont chères et la connectivité à l'Internet n'est pas stable. Tous ces facteurs désavantagent les développeurs et les entrepreneurs spécialisés en IA des pays en

<sup>57</sup> Business Chief, *Is the Middle East Facing a Big Data Skills Shortage?* (2020).

<sup>58</sup> OCDE, *Coopération pour le développement 2017 Données et développement* (2017).

<sup>59</sup> Brookings, *Figure of the Week: Electricity Access in Africa* (2019).

<sup>60</sup> University Of Pretoria, Access Partnership, *Artificial Intelligence for Africa: An Opportunity for Growth, Development, and Democratisation* (2017).

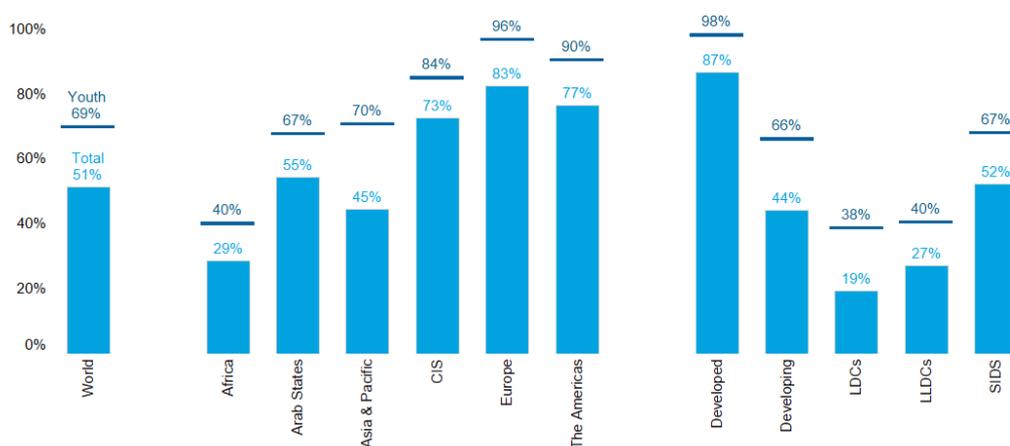
<sup>61</sup> UIT, *Mesurer la société de l'information, Rapport 2018, Volume 1* (2018).

<sup>62</sup> UIT, *Faits et chiffres 2020, Mesurer le développement numérique* (2020).

<sup>63</sup> Ibid.

développement. En l'absence d'infrastructures TIC fiables, de plans de données financièrement abordables et d'un accès facile à l'intelligence artificielle, la fracture numérique actuelle ne fera que se creuser, en particulier dans les régions où l'accès à l'Internet n'est possible qu'à bas débit, car de nombreuses applications d'intelligence artificielle nécessitent des connexions Internet plus rapides et des logiciels de meilleure qualité<sup>64</sup>.

Figure 8: Pourcentage de la population utilisant l'Internet, 2019\*



Source: UIT.

\* Estimation de l'UIT. Note: le terme "jeunes" désigne le sous-groupe des 15-24 ans.

Les gouvernements doivent mettre en place des politiques et des réglementations garantissant que les infrastructures de données sont suffisamment sûres, durables et résilientes pour soutenir le passage au numérique à l'œuvre, la croissance économique et les changements dans la façon dont nous vivons et travaillons. À cet égard, certains gouvernements ont ouvert leurs ensembles de données et développé des plates-formes en vue d'encourager l'échange sécurisé de données privées. Le France Health Data Hub, par exemple, est une plate-forme qui stocke des données de santé au niveau national. L'idée était de créer une plate-forme qui facilite l'étude des maladies rares et l'utilisation de l'intelligence artificielle pour améliorer les diagnostics. Cette plate-forme agrège des données provenant de différentes sources et permet de partager certaines données avec des institutions publiques et privées pour des cas spécifiques<sup>65</sup>.

### Fiabilité de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle au service du développement doit être éthique et digne de confiance: elle doit être équitable et impartiale; transparente et intelligible; responsable et redevable; solide et fiable; respectueuse de la vie privée; sûre et sécurisée, diverse et inclusive tout en étant centrée sur l'humain.

<sup>64</sup> Ibid.

<sup>65</sup> Gouvernement français, *Artificial Intelligence: Making France a Leader* (2018).

## Encadré 2: Biais algorithmique

Dans un monde parfait, l'utilisation d'algorithmes devrait conduire à des décisions impartiales et équitables. Cependant, il a été constaté que de nombreux algorithmes présentent des biais intrinsèques. Les systèmes d'intelligence artificielle peuvent renforcer ce qui leur a été enseigné à partir des données. Ils peuvent amplifier les risques, comme les préjugés raciaux ou sexistes. Même un algorithme bien conçu doit prendre des décisions basées sur des données provenant d'une réalité imparfaite et erratique. Les algorithmes peuvent également commettre des erreurs de jugement lorsqu'ils sont confrontés à des scénarios peu familiers. De nombreux systèmes d'intelligence artificielle sont des "boîtes noires", les raisons de leurs décisions ne sont pas accessibles, ni facilement comprises par les humains, et sont par conséquent difficiles à questionner ou à sonder. Une autre forme d'absence de transparence réside dans le fait que les développeurs commerciaux privés refusent généralement de soumettre leur code à des examens de contrôle, arguant que le système d'intelligence artificielle est considéré comme une propriété intellectuelle.

### **Biais de l'intelligence artificielle dans les condamnations pénales des personnes de couleur**

En 2016, ProPublica a analysé un système commercial prédisant la probabilité de récidive des auteurs de crimes, créé pour aider les juges à prendre de meilleures décisions en matière de condamnation, et a constaté qu'il était biaisé à l'égard des personnes de couleur.

### **Biais de la reconnaissance faciale**

Il a été prouvé que les algorithmes de reconnaissance faciale sont biaisés lorsqu'ils détectent le sexe des personnes. Ces systèmes d'intelligence artificielle étaient capables de reconnaître des hommes blancs avec plus de précision que des hommes à la peau plus foncée. De même, l'algorithme d'embauche et de recrutement d'Amazon a automatiquement appris à préférer les candidats masculins aux femmes. Il avait été entraîné avec des données collectées sur une période de dix ans, provenant principalement de candidats masculins.

1. Angwin, J., et al, *Machine Bias* (2016);
2. Dastin, J., *Amazon Scraps Secret AI Recruiting Tool that Showed Bias Against Women* (2018).

- L'intelligence artificielle doit être équitable et non biaisée. Le biais algorithmique, ou le principe selon lequel la qualité de l'intelligence artificielle dépend avant tout de la qualité des données ayant servi à son apprentissage, joue un rôle essentiel dans la façon dont l'intelligence artificielle et les mégadonnées sont mises au service du développement. Ce biais sera d'autant plus marqué dans le cadre de l'introduction d'applications d'intelligence artificielle dans les pays en développement. Une majorité d'applications d'intelligence artificielle est conçue en dehors du monde en développement, et la plupart des ensembles de données disponibles sont générés dans les pays développés, ce qui pourrait affecter la sensibilité des systèmes d'intelligence artificielle. En outre, les systèmes d'intelligence artificielle peuvent intégrer des algorithmes reflétant les croyances et les préjugés spécifiques des créateurs du système, ce qui peut induire des résultats discriminatoires s'ils sont appliqués dans des pays qui ont peu de ressources et qui ne disposent pas

de leurs propres données de développement<sup>66</sup>. La faible disponibilité des données et la taille inadéquate des échantillons ont un impact négatif sur l'efficacité des systèmes d'intelligence artificielle. Toute incohérence entre les données d'apprentissage et les données du monde réel peut amener les algorithmes à produire des résultats incorrects. Des difficultés apparaissent lorsqu'il y a un déficit de données locales pour garantir que les modèles d'intelligence artificielle soient formés de manière à refléter les circonstances et les besoins de la population locale<sup>67</sup>.

- L'intelligence artificielle doit être transparente et intelligible. Les systèmes d'intelligence artificielle peuvent intégrer des préjugés. Par exemple, lorsque les données proviennent d'un seul opérateur ou sont produites par un groupe social particulier, les données alimentant le système d'intelligence artificielle peuvent être biaisées en faveur d'un groupe démographique particulier. Le processus décisionnel de l'intelligence artificielle peut être une boîte noire, que même ses propres développeurs ne décryptent pas totalement. Afin de mettre les avantages de l'intelligence artificielle au service du développement, toutes les parties prenantes devraient avoir le droit de comprendre comment leurs données sont utilisées. Les algorithmes d'intelligence artificielle doivent être ouverts à l'inspection et leurs décisions doivent être totalement intelligibles. Cependant, la conception d'un système permettant de fournir une explication peut être complexe et coûteuse. De nombreux pays en développement n'ont tout simplement pas les moyens de mettre en place de tels systèmes d'intelligence artificielle, et cela pourrait finalement avoir un impact sur leur capacité à déployer l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement.
- L'intelligence artificielle doit être responsable et redevable. Les systèmes d'intelligence artificielle dignes de confiance doivent contenir des politiques qui identifient clairement qui est responsable et redevable des résultats de l'intelligence artificielle. Faire porter la responsabilité d'une mauvaise prise de décision au système d'intelligence artificielle n'est pas suffisant. Il doit exister un mécanisme clair permettant de signaler tout impact négatif. Là encore, les pays en développement, qui disposent rarement des ressources humaines ayant les compétences requises en matière d'intelligence artificielle et de données, seront désavantagés, car ils n'auront peut-être pas les moyens de développer des systèmes d'intelligence artificielle fiables pouvant être déployés avec succès dans des contextes locaux.
- L'intelligence artificielle doit être robuste et fiable. L'intelligence artificielle doit être au moins aussi robuste et fiable que les systèmes, processus et personnes traditionnels qu'elle augmente ou remplace. Cela signifie que l'intelligence artificielle doit être disponible quand elle est censée l'être et générer des résultats cohérents et fiables, même si les circonstances sont loin d'être idéales. Les questions de robustesse et de fiabilité sont particulièrement importantes dans le contexte des pays en développement. L'intelligence artificielle développée dans des pays riches en ressources ne fournira pas nécessairement des solutions correctes, équitables et sûres dans des pays à faibles ressources.
- L'intelligence artificielle doit respecter la vie privée. La protection de la vie privée est essentielle pour tous les systèmes de données, mais plus particulièrement pour l'intelligence artificielle, car les connaissances générées par l'intelligence artificielle reposent sur des données qui sont souvent de nature personnelle. La question de la protection de la vie privée est plus complexe dans les pays en développement car, très souvent, ces pays ne disposent pas de ressources suffisantes pour élaborer et mettre en œuvre des systèmes d'intelligence artificielle robustes, conformes aux normes de cybersécurité et de protection de la vie privée.
- L'intelligence artificielle doit être sûre et sécurisée. Les systèmes d'intelligence artificielle doivent être sûrs et sécurisés afin que les données servant à leur apprentissage ne puissent pas être altérées ou compromises. Les systèmes d'intelligence artificielle devraient être développés selon une approche fondée sur la prévention des risques et de manière à ce

<sup>66</sup> Owoyemi, A., et al, *Artificial Intelligence for Healthcare in Africa* (2020).

<sup>67</sup> World Wide Web Foundation, *Artificial Intelligence, the Road Ahead in Low and Middle-Income Countries* (2017).

qu'ils se comportent de manière prévisible et fiable, tout en minimisant les dommages involontaires et inattendus et en prévenant les dommages inacceptables.

- L'intelligence artificielle doit être diverse et inclusive. Seule une poignée d'entreprises technologiques et de laboratoires universitaires d'élite développent la plupart des systèmes d'intelligence artificielle à grande échelle, et les développeurs ont tendance à être des hommes blancs, riches, tournés vers les nouvelles technologies<sup>68</sup>. Étant donné que l'intelligence artificielle n'est pas neutre et que les technologies sont le produit du contexte dans lequel elles sont créées, ces systèmes ont souvent du mal à répondre aux besoins des différentes communautés. Outre l'innovation et l'efficacité, les applications d'intelligence artificielle doivent mettre l'accent sur l'inclusion et la justice et donner la priorité aux équipes multidisciplinaires et diverses.
- L'intelligence artificielle doit être centrée sur l'homme. L'intelligence artificielle étant utilisée pour amplifier les capacités humaines, la protection des intérêts humains, y compris le bien-être et la sécurité, devrait être la première considération dans la conception, le développement et le déploiement de l'intelligence artificielle. Ce principe s'applique également au déploiement de mesures telles que les EIDH, la diligence raisonnable en matière de droits humains, la détermination humaine (c'est-à-dire un "humain dans la boucle"), les codes de conduite éthique ou les labels et certifications de qualité destinés à promouvoir des valeurs centrées sur l'homme et l'équité dans la conception et l'utilisation de l'intelligence artificielle.

Les Lignes directrices en matière d'éthique de la Commission européenne pour une IA digne de confiance, préparées par le groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle, offrent un exemple de cadre éthique pour l'intelligence artificielle et les données<sup>69</sup>.

<sup>68</sup> Myers West, S., et al, *Discriminating Systems: Gender, Race, and Power in AI* (2019).

<sup>69</sup> Commission européenne, *Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance* (2019).

### Encadré 3: Que peuvent faire les décideurs politiques pour relever les principaux défis liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement?

- **Créer un environnement propice (institutions de gouvernance, politiques et lois) au bon déploiement de solutions basées sur l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement.** Parmi les politiques et les mesures réglementaires appropriées figurent la mise en place de cadres de protection des données et de cadres réglementaires sectoriels, la promotion de la coopération internationale ainsi que l'adoption de normes internationales.
- **Faciliter, inciter et/ou accélérer l'investissement dans la construction d'une infrastructure de données adaptée et abordable financièrement.** L'investissement dans les logiciels, le matériel et la connectivité large bande est nécessaire pour généraliser l'accès aux données et leur utilisation, ce qui est essentiel si l'on veut toucher les populations non desservies. **Inciter à la création de données faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables (FAIR) et d'une infrastructure de données FAIR.** La prochaine vague de transformation des solutions numériques dépendra de la création de lacs et d'entrepôts de données FAIR qui ne sacrifient pas l'intégrité des données.
- **Promouvoir la mise au point de données locales pouvant être utilisées pour des projets de développement et l'innovation dans des domaines tels que l'agriculture, la santé, l'éducation, etc.** Cette démarche favoriserait davantage les innovations locales et réduirait les erreurs d'algorithmes et biais de données.
- **Garantir des niveaux adéquats de confidentialité, de sécurité et de traitement des données:** en réglementant l'utilisation de données sans consentement, en réduisant le risque d'identification des individus au moyen des données, de biais de sélection des données et de discrimination qui en découle au sein des modèles d'intelligence artificielle, ainsi que d'asymétrie dans l'agrégation des données. Cela inclut de relever les défis liés à la sûreté et la sécurité des systèmes d'intelligence artificielle complexes, ce qui est essentiel pour favoriser la confiance dans l'intelligence artificielle et les mégadonnées au service du développement.
- **Réglementer la protection et la propriété des données dans les mégadonnées mobiles et aborder la question de l'interopérabilité.** Il n'existe pas de format de relevé d'appels universellement accepté et il peut s'avérer extrêmement difficile de combiner des ensembles de données provenant de différents opérateurs. Étant donné que les relevés d'appels contiennent des informations sensibles sur l'abonné, les opérateurs de réseaux mobiles peuvent être réticents à les partager, soit pour se prémunir des risques juridiques, soit par souci de protéger des actifs de données d'entreprise.
- **Renforcer les compétences adéquates en matière de données.**
- **Encourager l'harmonisation des données.** Il est primordial de transformer les mégadonnées en données au service du développement. Les données peuvent se présenter sous la forme d'immenses volumes de données structurées et non structurées, tout comme elles peuvent provenir de sources hétérogènes. L'harmonisation des données apporte un gain substantiel de temps et d'énergie nécessaires à l'analyse des mégadonnées et facilite l'interopérabilité. L'UIT travaille avec des partenaires à la normalisation des activités relatives aux mégadonnées.
- **Définir des normes de gouvernance des données.** Il manque bien souvent de normes de gouvernance des données définissant comment les données sont captées, enregistrées et sélectionnées à des fins de redevabilité.

- **Inciter la normalisation des interfaces de programmation d'applications et les langages de données communs.**
- **Favoriser l'inclusion et réduire les inégalités numériques en veillant à ce que les données n'engendrent pas une surreprésentation des personnes connectées.** L'analyse des mégadonnées et de l'intelligence artificielle peut accentuer l'exclusion sociale du fait que certains groupes, difficiles à atteindre ou qui ne sont pas inclus dans les données publiquement disponibles, soient occultés. **Relever les défis liés aux biais d'exclusion.** Si les mégadonnées mobiles peuvent être une source utile de données sur l'activité et la mobilité des personnes, leur utilisation peut également générer un biais d'exclusion. Les algorithmes qui s'appuient sur les mégadonnées mobiles ne tiendront pas compte des personnes vivant dans des zones à faible taux de pénétration de la téléphonie mobile ou à faible connectivité/disponibilité du réseau, ni des personnes moins susceptibles de posséder un téléphone mobile (par exemple, les pauvres, les femmes, les personnes âgées), ce qui pourrait être résolu en s'attaquant à l'accessibilité et à la connectivité en large bande.
- **Élaborer des directives portant sur des cadres de partage des données** respectueux de la vie privée et des droits de propriété intellectuelle. Les modalités de partage des données novatrices envisageables comprennent les coopératives de données et les fiducies de données. **Accorder l'accès aux données du secteur public**, notamment aux données publiques en libre accès, aux données géographiques (cartographies par exemple) et aux données de transport; **et faciliter le partage de données du secteur privé.** Un point d'attention particulier doit être accordé aux "données appartenant au secteur privé, mais relevant de l'intérêt public", les données détenues par les industries de réseau, telles que le transport et l'énergie dans le contexte de l'interopérabilité des services et la portabilité des données personnelles.
- **Les capacités statistiques et d'analyse des données** doivent être développées en créant des centres technologiques apportant un support et une orientation dans l'utilisation et l'analyse des données.
- **Élaborer une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement** qui, associée à un plan d'action approprié, est primordiale pour guider le déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service du développement. Le présent rapport explique comment concevoir une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données.
- **Créer des politiques relatives aux données ouvertes.** Les données sont souvent détenues par des acteurs du secteur privé et ne sont donc pas accessibles aux PME, innovateurs et chercheurs locaux en vue d'utiliser, de valoriser ou de créer des innovations locales. La création d'une politique de partage des données est essentielle au développement.

## 2 L'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées: aperçus des domaines de la santé, de l'agriculture et de l'éducation



L'intelligence artificielle crée un véritable séisme dans la façon dont les gens interagissent avec la technologie. Elle peut contribuer à relever les principaux défis mondiaux et à apporter des avantages considérables. Elle apparaît comme un moyen puissant d'accroître la vitalité économique et de résoudre divers problèmes sociaux. Les capacités cognitives, d'apprentissage et de raisonnement de l'intelligence artificielle amélioreront la productivité industrielle et créeront une valeur ajoutée nouvelle dans tous les secteurs, par le biais du maintien d'un environnement optimal pour la production ainsi que de la prédiction et de la gestion des obstacles. En outre, une utilisation accrue des fonctions de diagnostic de précision et de détection des risques en temps réel basées sur l'intelligence artificielle contribuera dans une large mesure à résoudre des problèmes sociaux tels que la prise en charge des personnes âgées dans le contexte du vieillissement de la population, la prévention de la criminalité et le renforcement de la sécurité publique.

Comme l'intelligence artificielle exploite les données pour stimuler l'innovation, source indispensable de croissance et de bien-être de nos jours, ses effets transformateurs sont appelés à se développer davantage dans un large éventail de domaines. La principale question reste

cependant de savoir comment les pays en développement feront face à ces bouleversements profonds et dans quelle mesure ils y sont préparés.

L'agriculture, la santé et l'éducation sont souvent citées parmi les secteurs du développement qui ont le plus progressé dans l'utilisation des mégadonnées et des analyses basées sur l'intelligence artificielle. Dans une optique plus large, une capacité accrue à quantifier et à expliquer la dynamique de la pauvreté est l'un des domaines où les mégadonnées et l'analyse de l'intelligence artificielle pourraient contribuer à améliorer le bien-être humain. Le présent chapitre mettra en lumière différentes applications des données au service du développement et leur lien avec les ODD dans les domaines de la santé, des mégadonnées mobiles au service du développement, de l'agriculture, de l'éducation et des données ouvertes. Il mettra également en évidence certains obstacles réglementaires et de politique publique à surmonter.

**Figure 9: Les mégadonnées et l'intelligence artificielle: des cas tirés des domaines de la santé, de l'agriculture et de l'éducation**



Source: UIT.

## 2.1 Mégadonnées, intelligence artificielle et santé

On estime à 2 314 exaoctets l'espace nécessaire au stockage du volume total de données mondiales relatives à la santé, produites à l'horizon 2020<sup>70</sup>. Si ces 2 314 exaoctets de données étaient empilés, ils atteindraient une hauteur de 132 000 kilomètres, soit l'équivalent de 3,2 fois le tour de la terre<sup>71</sup>.

L'avenir des mégadonnées et de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé est une médecine de précision complète, fondée sur des données factuelles, personnalisée et stratifiée, combinant les meilleures connaissances scientifiques disponibles et l'expérience des professionnels de la santé dans l'intérêt du patient<sup>72</sup>. L'intelligence artificielle et les mégadonnées ont le potentiel d'améliorer les systèmes de santé du monde entier en optimisant les flux de travail dans les hôpitaux, en fournissant des diagnostics plus précis, en optimisant la

<sup>70</sup> EMC Digital Universe, *The Digital Universe Driving Data Growth in Healthcare: Challenges and Opportunities for IT* (2014).

<sup>71</sup> UIT, *How to Unleash the Enormous Power of Global Healthcare Data: Opinion* (2019).

<sup>72</sup> UNESCO, *Rapport du Comité international de bioéthique sur les mégadonnées et la santé* (2017).

prise de décision clinique et en apportant de meilleurs traitements médicaux aux patients<sup>73</sup>. De nombreux avantages peuvent être attribués aux mégadonnées et à l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé, car elles peuvent potentiellement offrir des soins de meilleure qualité à moindre coût.

Le marché mondial des soins de santé assistés par l'intelligence artificielle devrait enregistrer un TCAC de 40% d'ici 2021 et atteindre une valeur de 6,6 milliards de dollars d'ici 2021, contre 600 millions de dollars en 2014<sup>74</sup>. De nouvelles avancées en matière d'intelligence artificielle et de mégadonnées offrent aux pays en développement des opportunités pour résoudre les défis existants en matière de fourniture de soins de santé appropriés à une grande partie de leur population. L'intelligence artificielle combinée à la robotique et à l'Internet des objets médicaux pourrait également aider les pays en développement à répondre aux problèmes de santé et à atteindre l'ODD 3 relatif à la bonne santé et au bien-être (Figure 10). L'intelligence artificielle peut être déployée dans la formation sur la santé, le maintien en bonne santé, la détection précoce des maladies, le diagnostic, la prise de décision, le traitement, les soins de fin de vie et la recherche sur la santé. Par exemple, l'intelligence artificielle peut surpasser les radiologues dans le dépistage du cancer, en particulier chez les patients atteints de cancer du poumon, les résultats suggérant que l'utilisation de l'intelligence artificielle peut réduire les taux de faux positifs de 11%<sup>75</sup>.

<sup>73</sup> OCDE, *Artificial Intelligence in Society* (2019).

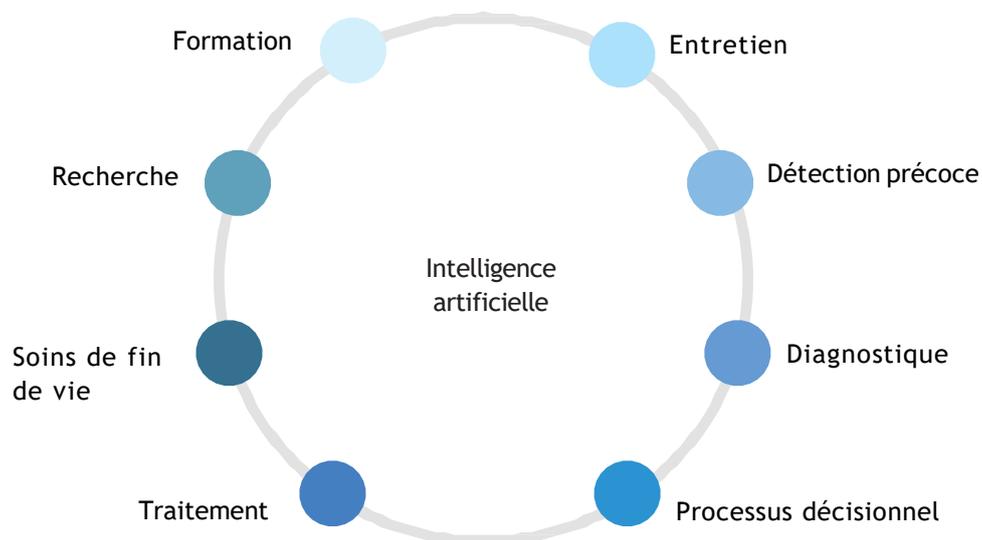
<sup>74</sup> Frost & Sullivan, *From \$600 M to \$6 Billion, Artificial Intelligence Systems Poised for Dramatic Market Expansion in Healthcare* (2016).

<sup>75</sup> Northwestern University, *Artificial Intelligence System Spots Lung Cancer before Radiologists* (2019).

## Figure 10: Cas d'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé

10

Figure 6 – Cas d'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé



Source: Adapté de PwC

De nombreux pays en développement sont confrontés au défi d'assurer une fourniture de services de santé efficaces, pour lesquels les ministères de la santé ont besoin de données sur leurs populations afin de mieux comprendre les besoins en services. Le besoin en données visant à assurer une gestion et une prestation efficaces des services de santé dans les pays à faibles ressources revêt de plus en plus d'importance, car les données fournissent une base quantitative pour le déploiement des ressources. En outre, les pays en développement sont confrontés à des pénuries endémiques de personnel médical. C'est une lacune que l'IA et les mégadonnées peuvent aider à combler<sup>76</sup>.

<sup>76</sup> Hoyler, M., et al, *Shortage of Doctors, Shortage of Data: A Review of the Global Surgery, Obstetrics, and Anaesthesia Workforce Literature* World Journal of Surgery 38, No. 2 (2014): 269-280 (2014).

#### Encadré 4: Exploiter les capteurs assistés par l'intelligence artificielle pour apporter un soutien moderne aux soins de santé et lutter contre les pandémies

Pour lutter contre la pandémie de COVID-19, Baidu, une entreprise technologique chinoise, a mis au point un système de capteurs infrarouges sans contact permettant d'identifier rapidement les personnes ayant de la fièvre, même dans les foules. La gare de Beijing Qinghe a été équipée de ce système pour détecter les personnes potentiellement contagieuses, remplaçant ainsi un processus de dépistage manuel fastidieux.

De la même manière, l'hôpital général de Tampa, en Floride, a mis en œuvre un système d'intelligence artificielle en collaboration avec Care.ai aux entrées de l'hôpital, afin d'empêcher les personnes présentant d'éventuels symptômes du COVID-19 de rendre visite aux patients. La technologie effectue un balayage thermique du visage et détecte d'autres symptômes, notamment la sueur et la décoloration, grâce à des caméras placées aux entrées, dans le but de refuser l'accès aux visiteurs présentant de la fièvre.

Autre exemple comparable: l'entreprise israélienne Diagnostic Robotics, une plateforme de triage basée sur l'intelligence artificielle qui fournit aux responsables de la santé publique un suivi continu des modèles de propagation des virus. La plateforme a été adaptée pour faire face à la pandémie actuelle, offrant un outil analytique qui produit une évaluation des risques et des modèles prédictifs, permettant ainsi une réponse médicale plus rapide et mieux ciblée.

1. Venture Beat, *How People are Using AI to Detect and Fight the Coronavirus* (2020)
2. The Wall Street Journal, *Hospitals Tap AI to Help Manage Coronavirus Outbreak* (2020)
3. Forbes, *Israeli Innovators Harness Artificial Intelligence Technologies to Curb the Global COVID-19 Pandemic* (2020)

**Contrairement aux pays développés, qui disposent d'une grande quantité de données facilement accessibles ayant guidé les décisions en matière de santé, de nombreux gouvernements et organisations des pays en développement ne disposent pas de systèmes fiables en nombre suffisant pour assurer la collecte, la vérification et l'agrégation des données.**

L'absence de systèmes appropriés pour créer et maintenir des données solides, précises et pertinentes rend difficile l'utilisation des données pour traiter les questions liées à la prévention des maladies, à l'évaluation des interventions et à l'enseignement communautaire.

**Néanmoins, bon nombre de tentatives ont été effectuées dans le but d'utiliser des programmes de collecte de données et d'analyse basée sur l'intelligence artificielle afin de recueillir des informations cruciales dans le contexte du développement.** Les images satellites, les cartes thermiques, les messages sur les médias sociaux et les rapports des médias en ligne, par exemple, ont été utilisés comme points de données par les algorithmes d'intelligence artificielle dans le cadre de la surveillance et de la prévision des maladies.

**Les exemples de déploiement des mégadonnées et de l'intelligence artificielle dans le secteur de la santé des pays en développement sont nombreux.** En République de Gambie, un système de prise de décision probabiliste a été utilisé pour aider les agents de santé ruraux à identifier les maladies potentiellement mortelles dans les cliniques externes, l'intelligence artificielle dans le domaine médical ayant obtenu des résultats raisonnables en détectant 88% des cas<sup>77</sup>. Ailleurs, des outils d'aide à la prescription ont été utilisés pour la prescription de médicaments en République sudafricaine par les infirmières, sur la base d'un algorithme mesurant le rapport coût-efficacité<sup>78</sup>. Kimetrica, une entreprise œuvrant dans le domaine social, a utilisé la reconnaissance faciale basée sur l'intelligence artificielle dans son outil d'apprentissage automatique, MERON, comme un instrument de prédiction de la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans, moins intrusif et plus fiable que la traditionnelle mesure du périmètre brachial. La méthode utilisée par Kimetrica est efficace dans les pays à faibles ressources, comme les zones de conflit, où il est difficile d'envoyer des personnes lourdement équipées pour prendre des mesures<sup>79</sup>.

**Le fléau de la mortalité maternelle et néonatale frappe depuis longtemps le continent africain.** Toutefois, la grande majorité de ces décès peut être évitée grâce à des outils relativement simples et peu coûteux, qui garantissent que les **bonnes interventions permettant de sauver des vies atteignent la bonne personne au bon moment.**

Les mégadonnées et l'intelligence artificielle pourraient jouer un rôle transformateur clé, en particulier dans les zones plus pauvres et reculées, en fournissant des renseignements essentiels pour aider les agents de santé communautaires à prioriser les soins et les ressources en faveur des personnes les plus à risque<sup>80</sup>. Par exemple, Ubenwa, une start-up basée au Nigeria, utilise le traitement du signal et l'apprentissage automatique pour améliorer le diagnostic de l'asphyxie postnatale dans les pays à faibles ressources<sup>81</sup>.

**Le Moyen-Orient, quant à lui, se positionne comme un leader potentiel du marché international et un pôle de recherche et de développement en matière d'intelligence artificielle appliquée aux soins de santé.** Dimension14<sup>82</sup>, une start-up basée à Dubaï, utilise un moteur d'intelligence artificielle pour la programmation des patients et des médecins en élaborant des parcours personnalisés pour les deux parties.

**L'intelligence artificielle a été déployée afin de répondre aux préoccupations de santé publique en anticipant les épidémies de maladies telles que le Zika et la dengue.** En s'associant à Artificial Intelligence in Medical Epidemiology (AIME), une start-up spécialisée dans l'intelligence artificielle en épidémiologie médicale, qui analyse les ensembles de données existants fournis par les autorités locales en les associant à des systèmes de reconnaissance d'images satellites, l'ONG brésilienne Viva Rio a été en mesure de fournir des prévisions trimestrielles à faible coût sur les lieux qui pourraient potentiellement enregistrer les plus forts taux d'incidence d'une maladie. Après son succès au Brésil, la solution à faible coût d'AIME a également été mise en œuvre en République dominicaine<sup>83</sup>.

<sup>77</sup> Owoyemi, A., et al, *Artificial Intelligence for Healthcare in Africa* (2020).

<sup>78</sup> Ibid.

<sup>79</sup> Jack, A., *AI Set to Transform Healthcare in World's Poorer Regions* (2020).

<sup>80</sup> Rao, N., *Big Data Can Improve the Health of the World's Most Vulnerable: Mothers and Children* (2019).

<sup>81</sup> Voir *Ubenwa*.

<sup>82</sup> Voir *Dimension 14*.

<sup>83</sup> Gul, E., *Is Artificial Intelligence the Frontier Solution to Global South's Wicked Development Challenges?* (2019).

La République sudafricaine pilote le déploiement de pharmaciens robotisés qui distribuent des médicaments aux personnes vivant avec le VIH dans le cadre de son projet Right to Care à l'hôpital Helen Joseph de Johannesburg. Ces pharmacies robotisées, financées par le Ministère de la santé sud-africain et le Fonds mondial, ne révèlent pas l'identité du patient, atténuant ainsi toute stigmatisation sociale associée à la maladie. En outre, elles distribuent des médicaments à d'autres patients souffrant de tuberculose chronique. Grâce au déploiement de ces robots pharmaciens, les patients n'ont plus besoin d'attendre pendant des heures dans les hôpitaux ou les cliniques pour obtenir leur dose mensuelle de médicaments antirétroviraux<sup>84</sup>. Une autre expérience de mise en œuvre de l'intelligence artificielle sur le continent africain a été menée au Nigéria. Aajoh est une start-up nigériane qui utilise l'intelligence artificielle pour diagnostiquer l'état de santé des patients sur la base des symptômes qu'ils communiquent par texte, audio et photos<sup>85</sup>.

### Encadré 5: Comment relever les principaux défis liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans le domaine de la santé

- **Répondre aux préoccupations relatives à la confidentialité, à la sécurité et à la protection des données de santé sensibles** en renforçant les systèmes de protection des données personnelles et la cybersécurité des fichiers et dossiers de santé électroniques.
- **Numériser, anonymiser et ouvrir les ensembles de données cliniques** en mettant en place une infrastructure numérique adéquate, des dossiers médicaux électroniques et des pratiques sûres en matière de partage de données entre les différents prestataires de soins de santé. L'exploitation des grandes données de santé pose plusieurs problèmes, tels que des données non structurées et non organisées et un manque d'interopérabilité. L'accès aux données sur la santé est un autre obstacle, car les propriétaires et les gardiens des données peuvent en restreindre l'accès pour des raisons de conformité aux lois sur la protection de la vie privée et pour des raisons d'éthique et de propriété concernant leur acquisition et leur utilisation. Afin de développer des logiciels avec des techniques d'intelligence artificielle basées sur les données, les innovateurs dans le domaine de la santé doivent avoir accès à de grands ensembles de données cliniques de haute qualité, représentatifs et sélectionnés, qui peuvent être exploités à l'aide de techniques d'intelligence artificielle basées sur les mégadonnées afin de développer des directives cliniques hautement personnalisées qui peuvent être intégrées dans des logiciels d'intelligence artificielle basée sur des règles.

<sup>84</sup> Ibid.

<sup>85</sup> Ibid.

- **Créer des cadres de gouvernance des données de santé qui mettent l'accent sur la transparence par le biais de la communication publique et de l'engagement des parties prenantes, en soulignant explicitement l'importance de la confiance.** Le manque de confiance des patients, du grand public, des entités responsables de la conservation des données et des autres parties prenantes dans la manière dont les données sont utilisées et protégées constitue un obstacle majeur à l'utilisation et au partage des données.
- **Créer des conditions propices aux partenariats public-privé pour l'utilisation et le partage des données cliniques par le biais de fiduciaires/réserves de données sécurisées; rendre les données cliniques interopérables; et créer un cadre clair pour l'utilisation et le partage des données cliniques.** Dans de nombreux pays, les données cliniques sont fragmentées en silos et conservées par différents prestataires, tels que les hôpitaux et les cliniques, malgré l'existence de systèmes de santé publique centralisés. Les hôpitaux et les cliniques utilisent des bases de données et des systèmes informatiques différents et décident des types de données à collecter et du format dans lequel les stocker. Ce problème est exacerbé par le fait que les patients commencent à accumuler leurs propres référentiels de données de santé à partir d'un éventail de nouveaux dispositifs de bien-être et de soins de santé.
- **Définir des normes claires pour la transparence de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé.** En l'absence de transparence ou de participation humaine à la prise de décision, des biais algorithmiques peuvent s'insinuer. Même si les systèmes d'intelligence artificielle sont alimentés par des données correctes et représentatives, les informations peuvent toujours refléter les préjugés et les inégalités sous-jacents, présents dans le système de santé. La transparence peut être obtenue en veillant à ce que le déploiement de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé fasse l'objet d'une intervention humaine et d'un contrôle.
- **Définir un cadre clair régissant les implications éthiques et sociales liées aux données des patients, à l'intelligence artificielle et à son utilisation croissante dans le domaine de la santé.** Les décideurs peuvent élaborer des principes éthiques pour le consentement éclairé, par exemple en s'assurant que les consommateurs comprennent que l'utilisation d'un agent conversationnel ou d'une application de santé basée sur l'intelligence artificielle peut requérir de leur part qu'ils acceptent des conditions d'utilisation.

## 2.2 Les mégadonnées, l'intelligence artificielle et l'agriculture

Comptant actuellement 7,6 milliards d'habitants, la population mondiale devrait passer à 9,8 milliards d'ici 2050<sup>86</sup>, la moitié de cette croissance démographique mondiale provenant de neuf pays seulement, à savoir: l'Inde, le Nigéria, la République démocratique du Congo, le Pakistan, l'Éthiopie, la République-Unie de Tanzanie, les États-Unis, l'Ouganda et l'Indonésie<sup>87</sup>. La croissance de la demande alimentaire exercera une pression massive sur l'utilisation de l'eau et des sols, d'autant plus accentuée par les effets du changement climatique et du réchauffement de la planète. La plupart des denrées alimentaires mondiales sont récoltées par de petits exploitants agricoles confrontés à la pauvreté et à l'insécurité alimentaire<sup>88</sup>. Les préoccupations liées au changement climatique, à la croissance démographique et à la sécurité alimentaire ont incité le secteur agricole à rechercher des approches plus innovantes pour protéger et

<sup>86</sup> ONU, *World Population Projected to Reach 9.8 Billion in 2050, and 11.2 Billion in 2100* (2017).

<sup>87</sup> Ibid.

<sup>88</sup> FAO, *The Economic Lives of Smallholder Farmers: An Analysis Based on Household Data from Nine Countries* (2015).

améliorer le rendement des cultures. Pour y répondre, l'intelligence artificielle s'est emparée du défi et s'impose progressivement comme un élément de la révolution technologique agricole, notamment grâce à l'amélioration de la précision des technologies informatiques cognitives, telles que la reconnaissance visuelle, même si l'agriculture s'est traditionnellement appuyée sur les yeux et les mains d'agriculteurs expérimentés pour identifier les cultures bonnes à récolter.

L'agriculture de précision apporte plus de précision et une meilleure surveillance à la culture des plantes et à l'élevage du bétail. L'une des principales caractéristiques de cette approche est l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) et d'un large éventail de dispositifs tels que le guidage GPS, les systèmes de contrôle, les capteurs, la robotique, les drones, les véhicules autonomes, la technologie à débit variable, l'échantillonnage du sol par GPS, le matériel automatisé, la télématic et les logiciels<sup>89</sup>.

*Les données sont un élément clé pour améliorer la durabilité, la performance et la compétitivité du secteur agricole. Le traitement et l'analyse des données de production, associés à d'autres données sur la chaîne d'approvisionnement et à d'autres types de données, comme les données d'observation de la terre ou les données météorologiques, permettent une agriculture de précision.*

**L'exploitation agricole moderne peut désormais être gérée à l'aide de l'intelligence artificielle et des mégadonnées à une échelle de précision de quelques mètres, voire granulaire.** Les systèmes d'information géographique peuvent être utilisés pour des traitements bien ciblés des parcelles, créant des opportunités en termes de gains d'efficacité. Les gouvernements, en partenariat avec les opérateurs de téléphonie mobile, ont utilisé les téléphones pour coordonner la distribution de semences et d'engrais subventionnés dans des zones reculées, par le biais notamment de bons électroniques dans le cadre d'une vaste initiative portant sur des porte-monnaie électroniques au Nigéria<sup>90</sup>. Un grand nombre d'innovations du secteur privé visent à assurer une surveillance météorologique précise en temps réel à l'aide de capteurs à distance et de technologies compatibles avec les systèmes d'information géographiques pour une agriculture résiliente au changement climatique. Les robots de récolte équipés de technologies d'intelligence artificielle et de données provenant de caméras et de capteurs peuvent désormais prendre des décisions de récolte en temps réel<sup>91</sup>.

L'utilisation de l'IA et des technologies connexes peut améliorer la productivité et l'efficacité à tous les stades de la chaîne de valeur agricole (Figure 11).

- Surveillance de la santé des cultures et de la santé des sols et fourniture de conseils en temps réel aux agriculteurs. Dans de nombreux pays en développement, le secteur agricole est vulnérable au changement climatique, car des régimes météorologiques variables, tels que l'augmentation des températures, les fluctuations des niveaux de précipitations et la densité des eaux souterraines, peuvent affecter les agriculteurs de ces pays. Les entreprises exploitent la vision par ordinateur et les algorithmes d'apprentissage profond pour traiter les données saisies par les drones et/ou les technologies logicielles utilisées pour surveiller la santé des cultures et des sols<sup>92</sup>. L'IA peut être utilisée pour recommander le meilleur plan d'action en ce qui concerne les semis, la lutte contre les parasites et le contrôle des intrants, tout en aidant à augmenter les revenus et à assurer la stabilité de la communauté

<sup>89</sup> Schmaltz, R., *What is Precision Agriculture?* (2017).

<sup>90</sup> Voir *E-Wallet, Nigeria*.

<sup>91</sup> OCDE, *Artificial Intelligence in Society* (2019).

<sup>92</sup> Ibid.

agricole. Par exemple, de nombreux facteurs agronomiques (tels que la santé de la végétation et l'humidité du sol) peuvent être surveillés par télédétection. L'utilisation de données de télédétection, de données météorologiques à haute résolution et de solutions d'intelligence artificielle permet de surveiller les cultures et de fournir des informations supplémentaires aux agriculteurs. La start-up de technologie agricole PEAT a développé Plantix, une application d'apprentissage profond qui identifie les défauts potentiels et les carences en nutriments dans le sol. Des algorithmes logiciels analysent les données et établissent une corrélation entre les motifs du feuillage et certains défauts du sol, les parasites des plantes et les maladies<sup>93</sup>. VineView a mis au point un système permettant d'analyser la santé des vignobles à partir d'images prises par des drones et téléchargées sur le système en nuage de l'entreprise, puis de diagnostiquer les éventuels problèmes à partir de l'observation de l'état des feuilles de vigne<sup>94</sup>. Wadhvani AI a développé une solution basée sur un smartphone qui répertorie les parasites à partir de photos fournies par les producteurs de coton et offre des conseils localisés sur l'utilisation des pesticides<sup>95</sup>.

- Augmentation de l'efficacité et de l'utilisation de la mécanisation agricole. Les outils de classification d'images combinés aux données de télédétection et de détection locale facilitent l'élimination des mauvaises herbes, l'identification précoce des maladies ainsi que la récolte et le classement des produits. Les pratiques horticoles nécessitent une surveillance importante à tous les stades de croissance des plantes, et les outils d'intelligence artificielle permettent de surveiller les produits de grande valeur 24 heures sur 24. aWhere utilise des algorithmes d'apprentissage automatique en lien avec des satellites pour prévoir la météo, analyser la durabilité des cultures et évaluer la présence de maladies et de parasites dans les exploitations<sup>96</sup>. FarmShots est une start-up spécialisée dans l'analyse des données agricoles obtenues via des images de satellites et de drones. Par le biais du logiciel inventé, les utilisateurs savent précisément cibler les besoins d'engrais et réduisent ainsi de près de 40% la quantité d'engrais utilisée. Le logiciel est commercialisé pour être utilisé sur des dispositifs mobiles<sup>97</sup>.
- Augmenter les capacités des agriculteurs grâce aux robots agricoles. Des entreprises développent et programment des robots autonomes pour effectuer des tâches agricoles essentielles<sup>98</sup>. Abundant Robotics est une entreprise qui a mis au point un robot aspirateur de pommes qui utilise la vision par ordinateur pour détecter et ramasser les pommes avec la même précision qu'un humain<sup>99</sup>. Harvest CROO Robotics a conçu un robot qui aide à la cueillette et à l'emballage des fraises, capable de récolter 3,2 hectares par jour, répondant ainsi au problème de la pénurie de main-d'œuvre dans les principales régions agricoles<sup>100</sup>.

**Les activités agricoles secondaires, qui impliquent la phase de gestion des produits après leur production, sont un autre domaine où l'utilisation de l'intelligence artificielle et l'analyse des mégadonnées connaissent une forte croissance.** L'analyse des mégadonnées permet de prévoir la demande des consommateurs et peut donc avoir un impact sur la planification des cultures, le calendrier des récoltes et les liens avec le marché. Les données de capteurs placés dans les champs sont utilisées afin de surveiller l'humidité des cultures, la composition du sol et la température, et pour aider l'intelligence artificielle à améliorer la production et à identifier le moment où les cultures doivent être arrosées. En combinant ces informations avec celles provenant de drones également utilisés pour surveiller les conditions, les systèmes d'IA peuvent déterminer le meilleur moment pour planter, pulvériser et récolter les cultures, ainsi

<sup>93</sup> Ibid.

<sup>94</sup> Voir *Vineview*.

<sup>95</sup> Donahue, M. Z., *Q&A: AI for Developing Countries Must be Adaptable and Low-Cost* (2019).

<sup>96</sup> Ibid.

<sup>97</sup> Voir *Farm Shots*.

<sup>98</sup> Faggella, D., *AI in Agriculture – Present Applications and Impact* (2020).

<sup>99</sup> Voir *Abundant Robotics*.

<sup>100</sup> Voir *Harvest Croo Robotics*.

que prévenir les maladies et autres problèmes, ce qui permet d'accroître l'efficacité, d'améliorer les rendements et de réduire la consommation d'eau, d'engrais et de pesticides<sup>101</sup>.

**L'intelligence artificielle pourrait également relever les défis auxquels sont confrontés les agriculteurs à la base de la pyramide.** Bien que ces agriculteurs n'aient pas les moyens d'acheter des équipements assistés par l'intelligence artificielle, ils peuvent bénéficier de l'IA sous forme de service via leurs dispositifs mobiles. L'application ML Nuru, par exemple, a été utilisée dans des exploitations agricoles en Tanzanie, au Kenya et au Mozambique pour identifier les dommages sur des feuilles à partir de photos prises par les agriculteurs et pour envoyer les informations pertinentes aux autorités. Ce processus peut aider à suivre la présence de nuisibles ravageurs menaçant la sécurité alimentaire dans toute l'Afrique de l'Est<sup>102</sup>.

---

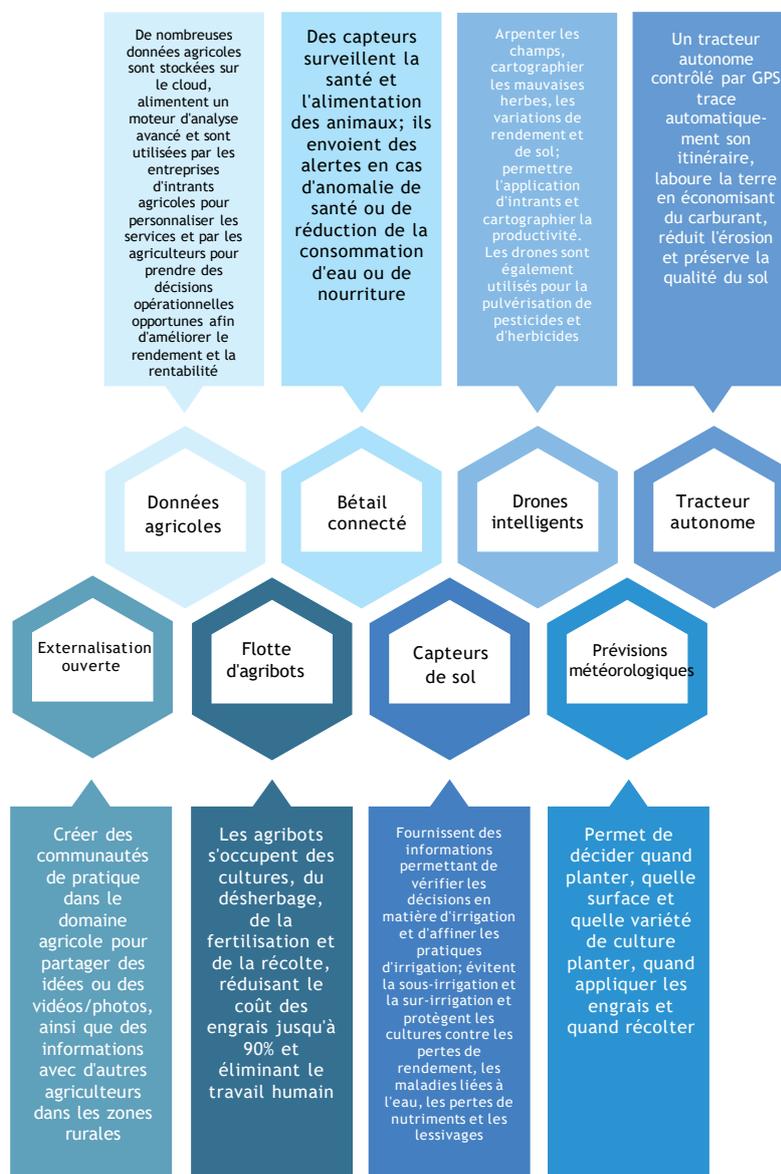
<sup>101</sup> Cho, R, *Artificial Intelligence - A Game Changer for Climate Change and the Environment* (2018).

<sup>102</sup> Voir *App: Plantvillage Nuru*.

Figure 11: Un écosystème nécessaire pour tirer profit de l'agriculture de précision

11

Figure 7 – Un écosystème nécessaire pour tirer profit de l'agriculture de précision



Source: Adapté de Accenture Research, *Digital Agriculture: Improving Profitability* (2020)

Il convient de mentionner l'initiative internationale portée par la plate-forme CGIAR sur les mégadonnées au service de l'agriculture<sup>103</sup>, une plate-forme d'accès ouvert/de données ouvertes qui réunit des instituts de recherche agricole et des entreprises et qui vise à combler le fossé numérique entre les agriculteurs des pays développés et ceux des pays en développement. Amazon apportera ses capacités d'informatique en nuage et de traitement des données, IBM

<sup>103</sup> CGIAR, *Platform for Big Data in Agriculture: Transforming Rural Livelihoods with the Power of Information*.

ses capacités d'analyse des données et PepsiCo son savoir-faire en matière de mégadonnées pour gérer les chaînes d'approvisionnement.

### Encadré 6: Les étapes du déploiement de l'intelligence artificielle et des mégadonnées au service de l'agriculture

- Fournir des écosystèmes de données propices qui favorisent le partage et l'ouverture des données dans le domaine de l'agriculture et préservent la confidentialité et la sécurité des informations.
- Investir dans la recherche sur l'intelligence artificielle dans le domaine de l'agriculture en finançant la recherche de base dans les technologies fondamentales et en soutenant la transformation de la recherche de base en applications commerciales destinées au secteur agricole.
- Investir dans le développement de l'expertise en matière d'IA et de données, dans la main-d'œuvre et dans l'acquisition de compétences dans le secteur agricole.
- Promouvoir les partenariats public-privé dans le cadre de la création de biens communs informationnels dans le domaine de l'agriculture.
- Établir des réglementations claires sur la sécurité de la vie privée et l'éthique dans le cadre de l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans l'agriculture.
- Veiller à ce que le régime de propriété intellectuelle (brevets et certificats d'obtention végétale) incite à la recherche et à l'adoption de solutions d'intelligence artificielle dans le secteur de l'agriculture.
- Normaliser en établissant des normes claires pour l'interopérabilité des solutions d'IA dans le secteur de l'agriculture.

## 2.3 Les mégadonnées, l'intelligence artificielle et l'éducation

Grâce aux progrès de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique, le secteur de l'éducation commence à changer lentement, mais sûrement. L'intelligence artificielle et les mégadonnées pourraient apporter un sérieux coup de pouce dans la salle de classe, voire plus: ils pourraient amplifier les capacités des enseignants en donnant un meilleur aperçu des besoins des élèves.

**Les algorithmes d'intelligence artificielle peuvent aider les enseignants en collectant, analysant et corrélant chaque interaction qui a lieu dans les classes physiques et virtuelles, et ainsi personnaliser l'expérience d'apprentissage.** Le tutorat en ligne est une autre évolution passionnante. Par exemple, Brainly<sup>104</sup> est une plate-forme de réseaux sociaux qui permet à des millions d'étudiants de se connecter et de faire ensemble leurs devoirs et leurs travaux, tandis que d'autres plates-formes, telles que Freckle<sup>105</sup>, Carnegie Learning<sup>106</sup> et Thinkster<sup>107</sup>, travaillent sur des systèmes de tutorat intelligents capables de reproduire les avantages des cours particuliers. Un autre exemple intéressant est celui de la société zSpace<sup>108</sup>, qui a développé une tablette à réalité augmentée utilisant un stylet et des lunettes permettant de

<sup>104</sup> Voir *Brainly*.

<sup>105</sup> Voir *Freckle*.

<sup>106</sup> Voir *Carnegie Learning*.

<sup>107</sup> Voir *Thinkster*.

<sup>108</sup> Futurism Creative, *The Future of Education Can Be Found Within this AR Tablet* (2017).

vivre des expériences d'apprentissage interactives. L'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées va vraisemblablement rendre l'éducation plus immersive.

**Il existe de multiples plates-formes utilisant l'intelligence artificielle qui créent des profils numériques de chaque étudiant en collectant des informations en direct, basées sur l'interaction de l'utilisateur avec le matériel de cours.** Les modèles de données permettent de trouver des profils communs à plusieurs étudiants et d'effectuer des analyses prédictives, notamment prévoir les performances futures des étudiants. Zoomi<sup>109</sup> suit par exemple les micro-interactions telles que la visualisation de diapositives ou de pages spécifiques dans des documents PDF, la relecture d'un segment vidéo spécifique ou la publication d'une question ou d'une réponse sur un forum de discussion. Les données sont ensuite utilisées pour concevoir un modèle qui peut donner un aperçu en temps réel de la compréhension et de l'engagement d'un étudiant sur des sujets spécifiques.

**Les technologies d'IA peuvent garantir un accès équitable et inclusif à l'éducation, en offrant aux personnes et aux communautés marginalisées, telles que les personnes handicapées, les réfugiés et les personnes non scolarisées ou vivant dans des communautés isolées, un accès à des possibilités d'apprentissage appropriées.** Par exemple, les robots de téléprésence permettent aux élèves ayant des besoins spécifiques de suivre des cours à domicile ou à l'hôpital, ou de maintenir la continuité de l'apprentissage en situation d'urgence ou de crise<sup>110</sup>. Arifu, une entreprise spécialisée dans les technologies de l'éducation basée au Kenya, propose une plate-forme d'agents conversationnels basée sur l'intelligence artificielle qui peut dispenser un apprentissage personnalisé sur des dispositifs mobiles et donner accès à des informations sur des sujets tels que l'agriculture, l'entrepreneuriat ou les bases de la finance, aux personnes mal desservies<sup>111</sup>.

En outre, l'IA peut contribuer à faire progresser l'apprentissage collaboratif en offrant aux étudiants un apprentissage collaboratif assisté par ordinateur, même s'ils sont géographiquement éloignés, ce qui permet aux étudiants de choisir où et quand ils souhaitent étudier et permet à l'IA de personnaliser l'apprentissage de diverses manières.

**L'intelligence artificielle peut remodeler l'enseignement et l'apprentissage de qualité par le biais d'investissements en capital humain précisément ciblés et personnalisés.** L'intégration de l'IA dans les cours en ligne permet de renforcer l'accès à une éducation abordable et d'améliorer l'apprentissage et l'emploi dans les marchés émergents. Les entreprises de technologie éducative, telles que Coursera, Andela<sup>112</sup> et Udemy<sup>113</sup>, génèrent et exploitent des données sur les performances des étudiants dans les marchés émergents en vue de fournir des recommandations de perfectionnement. En Inde, UpGrad<sup>114</sup> a inscrit 2 000 étudiants à des cours d'entrepreneuriat, de marketing numérique, d'analyse de données et de gestion de produits, tandis qu'Edutel<sup>115</sup>, en République sudafricaine, utilise une technologie satellite bidirectionnelle pour dispenser des cours en direct par des enseignants spécialisés en sciences, en mathématiques et en anglais à environ 2 000 écoles primaires et secondaires. D'autres

<sup>109</sup> Voir *Zoomi*.

<sup>110</sup> UNESCO, *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development* (2019).

<sup>111</sup> Voir *Arifu*.

<sup>112</sup> Voir *Andela*.

<sup>113</sup> Voir *Udemy*.

<sup>114</sup> Voir *Upgrad*.

<sup>115</sup> Voir *Edutel*.

entreprises associent des données provenant de plates-formes d'enseignement et d'emploi en ligne pour fournir des recommandations automatiques de montée en compétence.

De multiples applications de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'éducation sont actuellement testées dans le cadre d'initiatives publiques et privées. Plan Ceibal en Uruguay, par exemple, est probablement l'un des organismes publics les plus avancés en matière d'éducation numérique en Amérique latine et dans les Caraïbes. L'une de ses principales initiatives est la plate-forme adaptative de mathématiques, une solution d'apprentissage adaptatif en ligne dont le contenu a été inspiré du programme national et qui fournit un retour d'information personnalisé en fonction du niveau de compétence de chaque élève, sur la base d'une analyse de son expérience<sup>116</sup>. Learning Equality, quant à elle, est une initiative à but non lucratif qui a développé Kolibri, une plate-forme et une boîte à outils éducatifs à code source ouvert conçue pour les communautés à faibles ressources<sup>117</sup>.

**L'intelligence artificielle peut être utilisée pour étendre la formation au-delà des salles de classe traditionnelles.** Liulishuo, une entreprise chinoise, propose une plate-forme adaptative en ligne pour l'apprentissage de l'anglais qui peut offrir aux étudiants le type de traitement du langage naturel, de reconnaissance vocale, d'évaluation intelligente et de retour d'information qu'offrent les enseignants ordinaires. "Fondamentalement, nous imitons l'ensemble du processus d'un enseignant humain: écouter, comprendre, réfléchir et offrir un retour d'information", explique Ben Hu, directeur technique et cofondateur de Liulishuo<sup>118</sup>. L'application utilise l'IA afin d'identifier et d'aider à corriger les problèmes que les étudiants rencontrent, comme un fort accent chinois ou des erreurs de prononciation, et d'adapter les exercices aux besoins des utilisateurs. En juin 2018, elle déclarait avoir 83,8 millions d'utilisateurs inscrits<sup>119</sup>.

Talespin<sup>120</sup>, une société installée aux États-Unis, fait passer les expériences de formation simulée au niveau supérieur via l'utilisation de l'IA et de la réalité virtuelle/augmentée. Elle a ainsi créé un environnement de formation plus engageant, immersif et intelligent<sup>121</sup>. Talespin a développé de nombreuses plates-formes virtuelles potentiellement adaptables à de nombreux scénarios de formation différents, accélérant ainsi le transfert de connaissances en direction des employés. Le prix des appareils de réalité virtuelle continuant à baisser, ces innovations deviendront encore plus accessibles aux marchés en développement.

**Même si l'IA et l'analyse des mégadonnées peuvent apporter de nombreuses évolutions positives au secteur de l'éducation des pays en développement, il existe encore des obstacles intrinsèques à leur mise en œuvre.** Les pays développés disposant de ressources et d'un capital humain abondants tirent davantage parti des avantages de l'intelligence artificielle, tandis que les pays en développement ressortent lésés du fait des délocalisations de l'emploi. L'IA peut contribuer à accroître les inégalités en raison de la répartition inégale des ressources éducatives et informatiques à travers le monde. Les biais existants dans les données utilisées afin d'entraîner les algorithmes d'intelligence artificielle peuvent entraîner une discrimination accrue dans les pays en développement et parmi les populations vulnérables<sup>122</sup>.

<sup>116</sup> Ibid.

<sup>117</sup> Voir *Kolibri*.

<sup>118</sup> The Harbinger, *Who Needs an AI Teacher? - With Liulishuo Founder & CTO Ben Hu* (2019).

<sup>119</sup> Khan, Q., *Will Liulishuo's Full on Artificial Intelligence Model Help Them in the Longrun?* (2019).

<sup>120</sup> Voir *Talespin*.

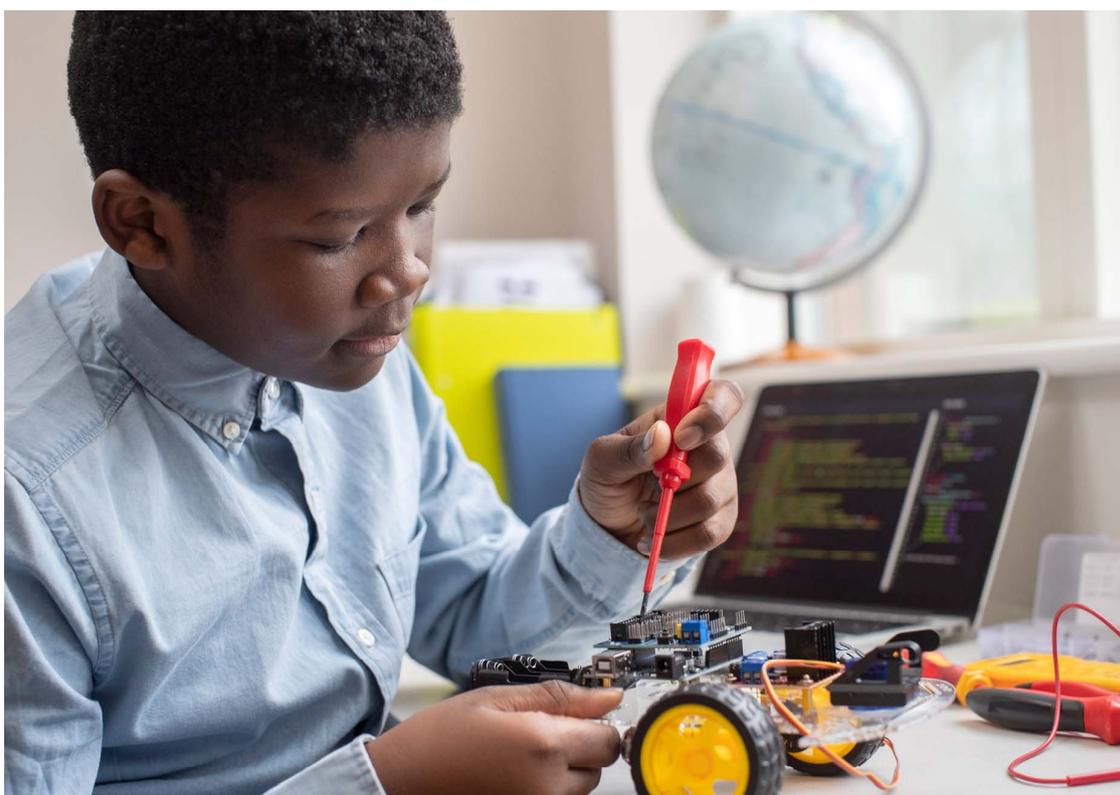
<sup>121</sup> Takahashi, D., *How VR Can Help Enterprises with Training, Beyond Firing Barry* (2019).

<sup>122</sup> UNESCO, *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development* (2019).

### Encadré 7: Comment les décideurs politiques peuvent-ils favoriser l'utilisation de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans l'éducation?

- Assurer l'inclusion et l'équité pour l'IA dans l'éducation.
- Préparer les enseignants à une éducation alimentée par l'IA tout en préparant l'IA à comprendre l'éducation.
- Développer des systèmes de données de haute qualité et inclusifs.
- Intensifier la recherche sur l'IA dans le domaine de l'éducation: les organismes publics doivent financer, soutenir et organiser la recherche sur l'IA dans les contextes éducatifs locaux, tout en reconnaissant les enseignants comme des acteurs et non de simples bénéficiaires de "solutions" technologiques.
- Établir et mettre en œuvre des règles claires définissant une approche éthique et transparente de la collecte, de l'utilisation et de la diffusion des données.
- Veiller à ce que l'utilisation de l'IA dans les salles de classe ne déshumanise pas l'apprentissage, ne sous-estime pas les enseignants et ne compromette pas les droits fondamentaux de l'homme par des préjugés intégrés.

### 3 Les mégadonnées et l'intelligence artificielle au service du développement: politique et réglementation



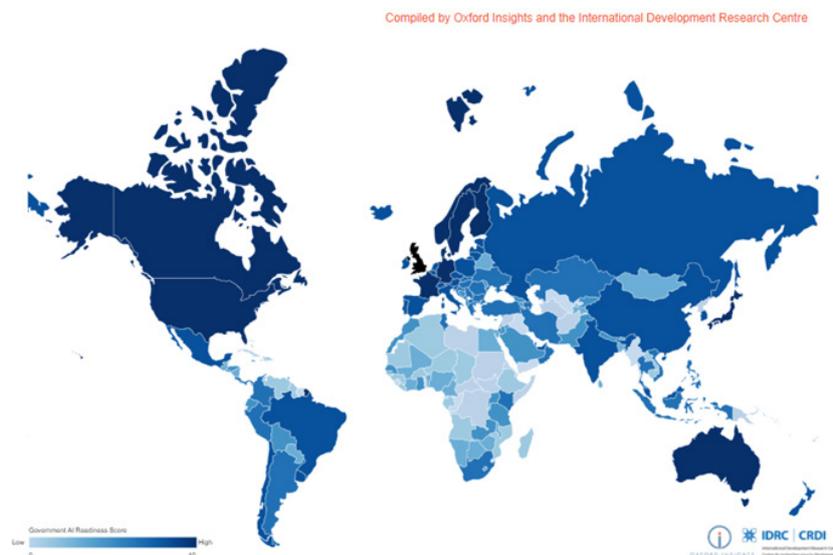
**De nombreux pays en développement ne disposent pas du capital humain, des politiques et réglementations, de la connectivité haut débit et des réseaux électriques nécessaires pour tirer pleinement parti des nouvelles techniques de production et méthodes commerciales offertes par l'intelligence artificielle et les mégadonnées.** À la fin de l'année 2019, seuls 19% des individus vivant dans les PMA avaient accès à l'Internet<sup>123</sup>. Les taux d'investissement dans les PMA restent inférieurs en moyenne à ceux des pays en développement et bien en deçà du taux requis pour susciter la transformation numérique et l'adoption de technologies transformatrices telles que l'IA. En l'absence de politiques et de réglementations adéquates pour atténuer les effets néfastes de l'évolution technologique rapide, de nombreux pays en développement laisseront échapper la captation de la valeur, pourtant indispensable. L'introduction généralisée de l'IA et des technologies numériques connexes n'est possible qu'avec la multiplication rapide à grande échelle de l'infrastructure large bande. Alors que les pays développés, qui disposent des réseaux large bande les plus étendus et les plus rapides, adoptent et investissent dans l'IA à un rythme fulgurant, les pays en développement sont laissés pour compte.

<sup>123</sup> UIT, *Faits et chiffres 2020* (2020)

L'indice 2020 de préparation des gouvernements à l'IA (Figure 12), élaboré par Oxford Insights avec le soutien du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), note les gouvernements de 194 pays et territoires en fonction de leur degré de préparation à l'utilisation de l'IA dans la prestation de services publics. Les notes globales sont le reflet de 11 paramètres d'entrée, regroupés en quatre grands groupes: gouvernance; infrastructure et données; compétences et éducation; ainsi que gouvernement et services publics. L'objectif visé par l'évaluation et la notation de l'état de préparation des gouvernements à l'IA est d'aider les décideurs du monde entier à identifier les domaines dans lesquels ils obtiennent de bons résultats et ceux sur lesquels ils pourraient souhaiter concentrer leur attention à l'avenir.

La Figure 12 montre que les pays en développement, et les PMA en particulier, accusent un retard en termes de préparation à l'IA par rapport aux pays développés. Pour la plupart des pays, où l'utilisation de l'IA dans les services publics n'en est qu'à ses balbutiements, la compréhension de la préparation à l'IA et aux mégadonnées ainsi que le renforcement des capacités visant à améliorer cette préparation constituent la base essentielle sur laquelle la mise en œuvre peut être construite. L'indice permet d'identifier les insuffisances et les atouts afin de servir au mieux la mise en œuvre. Il montre que les régions les moins bien notées en moyenne sont l'Afrique subsaharienne, l'Amérique latine et les Caraïbes, ainsi que l'Asie du Sud et l'Asie centrale. Très peu de pays du Sud ont publié des stratégies nationales en matière d'IA. En Afrique subsaharienne, par exemple, seule Maurice dispose actuellement d'une stratégie, le Kenya étant en train d'en élaborer une. D'après l'indice, de nombreux pays en développement doivent œuvrer afin d'étendre leurs secteurs technologiques, de développer l'environnement économique et une main-d'œuvre qualifiée en matière d'IA et d'établir des cadres réglementaires et éthiques appropriés<sup>124</sup>.

**Figure 12: L'indice de préparation des gouvernements à l'intelligence artificielle 2020**



Source: Oxford Insights, *AI Readiness Index* (2020).

**L'IA représente l'un des défis les plus difficiles à relever en termes de réglementation traditionnelle.** Il y a trente ans, on pouvait penser d'un logiciel qu'il était programmé; tandis

<sup>124</sup> Oxford Insights, *AI Readiness Index* (2020).

qu'aujourd'hui, dans l'environnement de l'IA, il n'est plus programmé, mais entraîné. En outre, les réseaux informatiques peuvent avoir des capacités surprenantes. L'IA n'est pas une intelligence organique et ne se comporte pas en suivant le même ensemble de règles que les humains. L'IA elle-même n'est pas une technologie unique ni même une évolution singulière; il s'agit d'un ensemble de technologies dont le processus décisionnel n'est souvent qu'imparfaitement compris, même par les développeurs d'IA. Les solutions d'IA peuvent aider à relever les principaux défis de la planète et offrir des avantages considérables, mais elles soulèvent également des problèmes liés à l'inégalité, à la vie privée et à la discrimination<sup>125</sup>.

**Il est très difficile de garantir une réglementation solide sur un sujet aussi technique que l'IA.**

La plupart des systèmes réglementaires exigent transparence et prévisibilité, mais la plupart des personnes ne comprennent pas comment fonctionne l'IA. Plus les formes d'intelligence artificielle sont avancées, plus elles s'apparentent à des "boîtes noires" et moins les créateurs de systèmes d'intelligence artificielle en savent sur leur processus décisionnel. La redevabilité, la prévisibilité, la conformité et la sécurité sont des questions importantes à cet égard.

**Les pays en développement sont confrontés à un ensemble de défis inédits en matière de réglementation sur l'intelligence artificielle et les mégadonnées.**

La plupart des normes et principes sous-tendant la réglementation en matière d'intelligence artificielle sont établis par les pays développés, ce qui peut contribuer à une affectation des ressources loin d'être optimales dans les pays moins développés. Par exemple, la production de véhicules autonomes peut nécessiter l'introduction de normes de sécurité qui rendront les véhicules financièrement inabordables pour les marchés des pays moins développés.

Les gouvernements doivent donner la priorité à l'élaboration d'orientations sectorielles et d'outils de réglementation collective pour accélérer le passage au numérique. Les domaines réglementaires suivants doivent être pris en compte:

- Réglementations sur la protection des données. Disposer d'un cadre réglementaire approprié pour la protection et le transfert des données personnelles et non personnelles est essentiel à la création d'un système national d'intelligence artificielle et de données adapté. Il est important que les gouvernements mettent en place des régimes de données qui favorisent la croissance et l'innovation pour les entreprises de toute taille, tout en maintenant la confiance du public. Une réglementation stable et des normes ambitieuses en matière de protection des données permettent aux entreprises et aux consommateurs de prospérer.
- Cadres réglementaires sectoriels. Compte tenu de la diversité et de l'évolution rapide de cette technologie, des cadres réglementaires sectoriels peuvent offrir une protection supplémentaire de la vie privée et de la sécurité des utilisateurs, en complément d'une loi centrale dédiée. Le Japon et l'Allemagne ont élaboré de nouveaux cadres applicables à des questions spécifiquement liées à l'intelligence artificielle, telles que la réglementation sur les robots de nouvelle génération et sur les véhicules autonomes, respectivement.
- Lois sur la propriété intellectuelle (PI). Disposer de lois adaptées en matière de propriété intellectuelle encourage les investissements du secteur privé dans l'IA et les données et protège les intérêts du public. La fouille de textes et l'exploration de données (TDM) est une technologie clé pour l'IA, l'apprentissage automatique et l'analyse de données. Dans les cas où le contenu est protégé par des droits d'auteur, une réglementation intelligente de la fouille de textes et de l'exploration de données est nécessaire à des fins commerciales et non commerciales. Là où les modèles d'octroi de licences ne peuvent fournir de solutions satisfaisantes, une combinaison d'autorisations légales et de droits à

<sup>125</sup> Stankovic, M., et al. *Forum mondial de la Banque mondiale sur le droit, la justice et le développement White Paper Exploring Legal, Ethical and Policy Implications of Artificial Intelligence* (2017).

rémunération permet de trouver un juste équilibre et de garantir le respect des droits de toutes les parties<sup>126</sup>.

- Lois antitrust/relatives à la concurrence. Les solutions d'intelligence artificielle ont une incidence sur la concurrence et l'ouverture des marchés du monde entier. Les entreprises pourraient (ab)user de l'intelligence artificielle comme moyen de collusion avec une implication humaine limitée ou nulle, par exemple sur la fixation des prix via des algorithmes de surveillance et de rapprochement des prix. L'IA pourrait également contribuer à des abus de position dominante, du fait de discrimination et de préjugés.
- Les lois sur la protection des consommateurs. L'intelligence artificielle et les mégadonnées apportent une modification des risques associés à la vie privée des consommateurs et à la sécurité des données par le biais du profilage et des décisions automatisées. Les mégadonnées et l'intelligence artificielle présentent des défis pour les lois traditionnelles de protection des consommateurs notamment du fait qu'elles opacifient le processus de définition des finalités (c'est-à-dire la raison pour laquelle les données personnelles sont collectées) et qu'elles rendent l'approche d'information et de consentement moins efficace (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de simplification ou d'explication des notifications). L'utilisation de données erronées et périmées pour l'analyse des données, le biais algorithmique et la prise de décision à travers la boîte noire de l'intelligence artificielle sont des problèmes auxquels sont confrontées les autorités en charge de la protection des consommateurs.
- Lois sur la cybersécurité et la sécurité de l'information. L'évolution rapide de la cybercriminalité constitue un défi important pour les régulateurs chargés de l'exécution des lois, en particulier lorsqu'il s'agit de faire appliquer les lois au-delà des frontières. Cette situation est encore aggravée par les solutions d'IA qui rendent la conduite de cyberattaques bien plus facile que jamais.

Veillez vous reporter au Chapitre 5 pour une liste de contrôle complète des réglementations relatives au numérique, à l'IA et aux mégadonnées.

### 3.1 Protection des données, de la vie privée et cybersécurité

Au sens strict, la vie privée peut être définie comme le "droit des individus de contrôler ou d'agir sur les informations les concernant qui peuvent être divulguées"<sup>127</sup>. Le concept d'"informations personnelles identifiables" est interprété au sens large par de nombreuses autorités chargées de la protection des données: si un individu peut être identifié à partir d'un ensemble de données, quelle que soit la source des données, alors l'ensemble de données est considéré comme contenant des informations personnelles<sup>128</sup>.

Alors que, de manière intentionnelle ou non, nous produisons une quantité toujours plus grande de données, le besoin de protéger les données augmente. Les politiques de protection des données sont essentielles à la protection des données générées par des citoyens qui n'ont plus la capacité de contrôler l'utilisation de leurs informations personnelles. Pour faciliter la protection, un large consensus international a été trouvé sur les principes fondamentaux qui devraient être intégrés dans la réglementation relative à la protection des données. La Figure 13 et l'encadré 8 donnent un aperçu des principes fondamentaux en matière de protection des données, que l'on retrouve dans les systèmes réglementaires du monde entier.

<sup>126</sup> Commission européenne, *Germany AI Strategy Report* (2018).

<sup>127</sup> UN Global Pulse, *Big Data for Development: Challenges and Opportunities* (2012).

<sup>128</sup> Scassa, T., *Geographic Information as Personal Information*. *Oxford University Commonwealth Law Journal*, 10(2), 185-214 (2010).

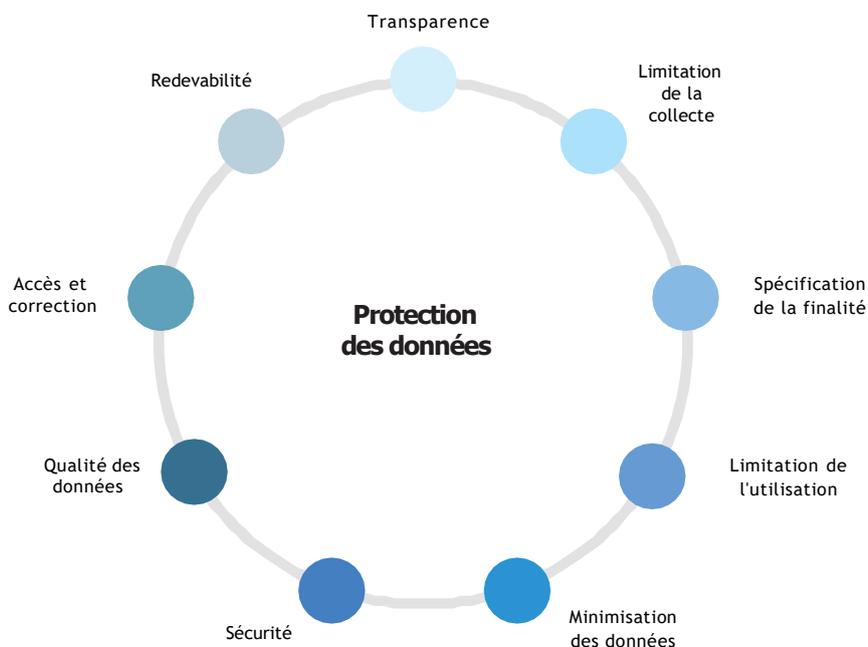
### Encadré 8: Principes fondamentaux de la protection des données

- **Ouverture.** Ce principe oblige les organisations à être ouvertes aux pratiques liées à la collecte de données personnelles.
- **Limitation en matière de collecte.** Ce principe restreint la collecte des données personnelles, qui doivent être obtenues par des moyens licites et loyaux.
- **Définition des finalités.** En vertu de ce principe, les données à caractère personnel doivent être collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes.
- **Limitation de l'utilisation.** Ce principe exclut l'utilisation des données en dehors du cadre des finalités convenues précédemment.
- **Sécurité.** Ce principe implique que les données personnelles d'un individu doivent être soumises à des mesures de sauvegarde appropriées.
- **Qualité des données.** Ce principe exige que les données personnelles collectées soient pertinentes, précises et tenues à jour.
- **Droits d'accès et de correction.** Ce principe prévoit le droit des personnes de pouvoir accéder à leurs données personnelles et de les corriger.
- **Redevabilité.** Ce principe exige que les responsables du contrôle et du traitement des données se conforment à tous les principes de protection des données susmentionnés.

Figure 13: Principes fondamentaux de la protection des données

13

Figure 9 – Principes fondamentaux de la protection des données



Source: UNCTAD.

**L'IA peut connecter différents ensembles de données et établir des correspondances entre différents types d'informations.** Avec l'aide de l'IA, les données non personnelles peuvent être corrélées à d'autres données et associées à des individus spécifiques et redevenir personnelles, les individus étant ainsi "ré-identifiés", ce qui rend difficile l'évaluation des données qui resteront non personnelles<sup>129</sup>.

La vie des personnes peut être grandement améliorée lorsque les décisions sont éclairées par des données pertinentes qui révèlent des liens cachés et inattendus et les tendances du marché. Par exemple, l'identification et le suivi des gènes associés à certains types de cancer peuvent contribuer à informer et à améliorer le traitement. Toutefois, les gens supportent, souvent à leur insu, une grande partie des coûts et des risques liés à la participation aux marchés de données. Dans de nombreuses juridictions, des "courtiers en données" rassemblent et vendent des données personnelles, ce qui est une pratique parfaitement légale<sup>130</sup>.

### Encadré 9: Pourquoi l'anonymisation n'est pas toujours synonyme de vie privée: le cas de la réidentification

Une étude récente de Nature Communications suggère que l'anonymisation n'est pas toujours synonyme de respect de la vie privée. Des chercheurs de l'Imperial College London et de l'Université de Louvain ont mis au point un modèle d'apprentissage automatique qui permet d'estimer la facilité avec laquelle des personnes peuvent être réidentifiées à partir d'un ensemble de données anonymes en saisissant leur code postal, leur sexe et leur date de naissance. En moyenne, aux États-Unis, ces trois entrées d'information suffisent dans 81% des cas à localiser correctement des personnes dans une base de données "anonymisée". En utilisant 15 attributs démographiques pour une personne vivant au Kenya, il y a 99,98% de chances de pouvoir identifier cette personne dans n'importe quelle base de données anonymisée.

MIT Technology Review, *You're Very Easy to Track Down, Even When Your Data Has Been Anonymized* (2019)

**D'un point de vue réglementaire, le nœud du problème est de savoir qui a accès aux données et qui les contrôle.** Qui stocke les données? Le gouvernement, les utilisateurs ou les fournisseurs de services? D'un point de vue juridique, il n'existe aucun système juridique qui accorde la propriété des données brutes<sup>131</sup>. Imaginons le scénario suivant: un concessionnaire automobile a accès à des informations personnelles, quelle obligation a-t-il de les stocker et de les protéger? Les données personnelles peuvent-elles être partagées avec des tiers ou "courtiers en données"? Le concessionnaire automobile peut-il facturer un prix plus élevé aux acheteurs de voitures qui refusent de partager leurs données personnelles?

De nombreuses économies en développement ont adopté des mesures qui créent des obstacles au transfert transfrontalier de données, telles que des lois sur la localisation des données, des tarifs sur les transferts transfrontaliers de données, des interdictions sur le commerce des données et des lois sur la protection des données personnelles. Les lois sur la localisation des données exigent le stockage des données, l'implantation des centres de données au sein d'une

<sup>129</sup> OCDE, *OECD Artificial Intelligence in Society* (2019).

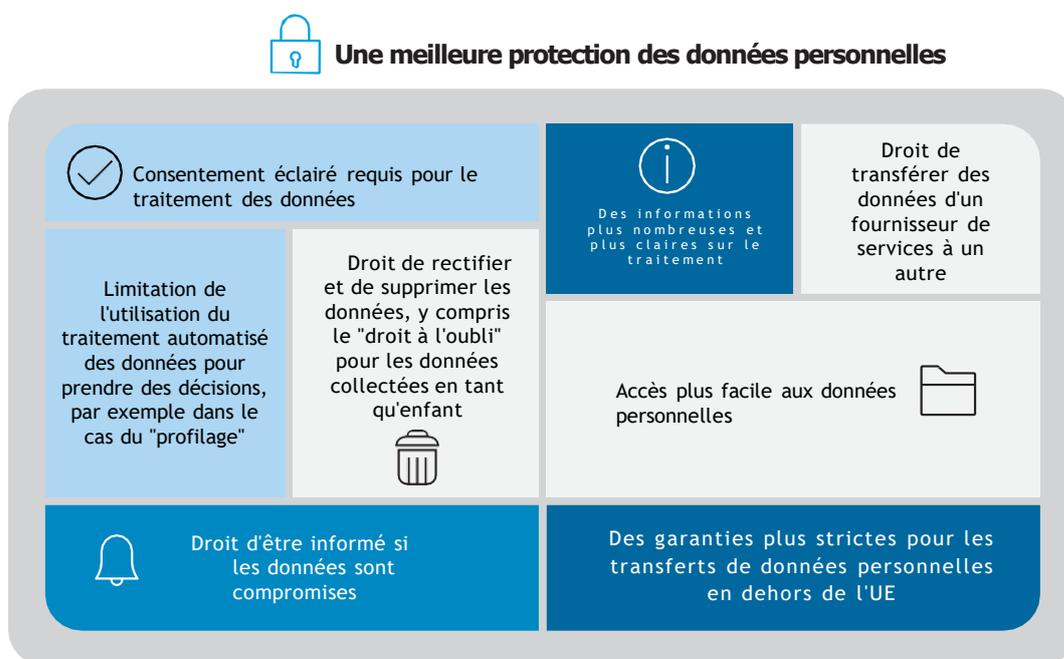
<sup>130</sup> Matsakis, L., *The WIRED Guide to Your Personal Data (and Who Is Using It)* (2018).

<sup>131</sup> Kerry, C. F., Morris, J. B., *Why Data Ownership Is the Wrong Approach to Protecting Privacy* (2019).

juridiction unique et limitent la possibilité de déplacer et de traiter les données personnelles au-delà des frontières, pour des raisons de sécurité nationale, de protection des données personnelles et de la vie privée et afin de garantir l'accès aux fichiers de police<sup>132</sup>.

Il n'existe pas d'accord mondial sur la protection des données, et les régulateurs du monde entier adoptent des positions très différentes, souvent contradictoires, en matière de réglementation des données sur le territoire national. Par exemple, le règlement (UE) 2016/679 de l'Union européenne (Règlement Général sur la Protection des Données)<sup>133</sup>, l'un des instruments réglementaires les plus importants en matière de protection des données, prévoit le principe du respect de la vie privée, des contrôles stricts sur les transmissions transfrontalières de données et le "droit à l'oubli" (Figure 14).

Figure 14: Les grandes lignes du RGPD de l'Union européenne



Source: Union européenne, *Data Protection Under GDPR* (2020)

Bien que la plupart des mégadonnées publiques présentent une valeur potentielle pour le développement, il existe des données plus précieuses, jalousement gardées par des entreprises, qui ne sont pas accessibles à des fins de développement. Toute initiative réglementaire et de politique publique devrait prendre pleinement en compte ces aspects et l'importance de manipuler les données de manière à ne pas compromettre la vie privée.

<sup>132</sup> Stankovic, M., Neftenov, N., Stankovic, B., *Can Regulators Keep Up with Emerging Technologies?* (2020).

<sup>133</sup> Commission européenne, *Data Protection Rules as a Trust-Enabler in the EU and Beyond - Taking Stock, Brussels* (2019).

### Encadré 10: La philanthropie des données

La promesse des mégadonnées au service du développement ne sera pas tenue si les entreprises privées refusent de partager leurs données. Le Global Pulse de l'ONU, par exemple, a promu le concept de "philanthropie des données", selon lequel les entreprises prennent l'initiative d'anonymiser leurs ensembles de données et de fournir des données aux innovateurs sociaux afin que ces derniers les explorent à la recherche d'idées, de modèles et de tendances en temps réel ou quasi réel.

Kirkpatrick, R., *Data Philanthropy: Public and Private Sector Data Sharing for Global Resilience* (2011).

**Les autres grands défis réglementaires à l'ère des technologies émergentes sont la sécurité de l'information et la cybersécurité.** La cybersécurité est particulièrement importante dans les domaines des technologies financières, de la santé numérique, des infrastructures numériques et des systèmes de transport intelligents, où des données privées et sensibles peuvent être compromises. Les voitures autonomes, par exemple, peuvent avoir besoin de communiquer avec l'infrastructure de transport; par conséquent, les concepteurs et les fabricants de ces voitures doivent prendre les précautions nécessaires pour s'assurer que leurs systèmes ne puissent être contrôlés par des pirates informatiques, qui pourraient essayer d'amener le véhicule à provoquer des accidents ou de manipuler les feux de signalisation afin de perturber le trafic<sup>134</sup>.

<sup>134</sup> Fenwick, M. D., Kaal, W. A., Vermeulen, E. P. M., *Regulation Tomorrow: What Happens When Technology is Faster than the Law?*, *American University Business Law Review*, Volume 6, Issue 3, 2017 (2017).

### Encadré 11: Défis rencontrés par les pays en développement en matière de réglementation relative à l'intelligence artificielle et aux données

De nombreux pays en développement n'ont peut-être pas encore mis en place les ressources suffisantes pour se protéger contre le piratage, les trucages vidéos, les biais algorithmiques, la violation de la vie privée et les boîtes noires dans les systèmes d'intelligence artificielle. Ils peuvent également être amenés à créer les moyens de se protéger contre les abus des dispositifs d'intelligence artificielle, tels que les systèmes de notation sociale automatique et l'utilisation de la technologie de reconnaissance faciale.

En outre, le faible niveau de "mise en données ("datafication")" des économies des pays en développement et l'indisponibilité des mégadonnées compliquent la mise en œuvre des capacités d'analyse des données via l'intelligence artificielle. De nombreux pays en développement ne disposent pas de systèmes d'application des lois sur la cybercriminalité efficaces.

Afin de surmonter ces défis, les régulateurs des pays en développement devraient prendre en considération les points suivants:

- **Travailler à l'élaboration d'une stratégie nationale relative à l'IA et aux données** par le biais d'une large consultation multipartite.
- **Développer l'expertise du secteur public en matière d'IA et de mégadonnées**, avec un leadership dans les institutions gouvernementales concernées. Cet objectif peut être atteint par le biais de collaboration avec des universités et autres établissements travaillant déjà sur l'intelligence artificielle dans le pays, ainsi qu'avec des organisations de coopération régionale et internationale.
- **Créer des codes de bonne conduite en vue d'une utilisation responsable de l'intelligence artificielle et des mégadonnées dans le secteur public.**
- **Créer des règles régissant le caractère transparent, responsable, redevable, justifiable de la prise de décision via l'intelligence artificielle ainsi que les voies de recours face à ces décisions.**
- **S'assurer que les politiques nationales relatives à l'intelligence artificielle et aux mégadonnées répondent à des sujets tels que l'accès aux données, le partage et la protection des données ainsi que l'utilisation et la gestion des données ouvertes.**
- **Les réglementations doivent être souples et innovantes par le biais du déploiement de partenariats public-privé.** Les acteurs publics et privés devraient travailler de concert en vue de développer des ressources, des bases de données, des plates-formes et des instruments communs qui soient ouverts, tout en utilisant la vie privée comme cadre de sauvegarde et en encourageant le développement dans les pays en développement. Ils devraient mettre en œuvre des instruments réglementaires innovants apportant la flexibilité nécessaire, tels que des bacs à sable réglementaires et des laboratoires de politique publique. Les gouvernements devraient également mettre en place des "équipes transversales" entre les ministères et entre les différents niveaux administratifs.

- **Il convient d'élaborer des politiques nationales et des cadres juridiques clairs et solides régissant les politiques de données relatives à l'acceptation ou au refus de fonctionnalités, l'exploration, l'accès, l'utilisation, la réutilisation, le transfert et la diffusion des données.** Ces politiques devraient permettre aux citoyens de mieux comprendre et contrôler leurs propres données et de mieux les protéger contre le piratage, tout en continuant d'autoriser l'accès, la réutilisation et le partage des informations non personnelles. Dans le même temps, le droit à la liberté d'expression des individus utilisant des données tout en respectant les limites de la vie privée doit être protégé.
- **Les politiques devront également agir en faveur du renforcement des mécanismes de mise en œuvre et d'exécution des règles et stratégies relatives à l'intelligence artificielle et aux mégadonnées.** Cet objectif résultera d'un effort coordonné entre différents acteurs du secteur public et du secteur privé et traitera de questions telles que les données personnelles, la vie privée et la sécurité de l'information.

### 3.2 Politiques relatives aux données ouvertes au service du développement

Les données ouvertes sont essentielles si l'on veut généraliser la valeur économique, favoriser un plus grand engagement civique et améliorer la transparence et la redevabilité des gouvernements envers les citoyens. Le terme "données ouvertes" fait référence aux données publiques accessibles par tous facilement, qui peuvent être utilisées et redistribuées gratuitement<sup>135</sup>. Ce type de données est structuré afin d'en faciliter l'utilisation et le traitement informatique. Les acteurs responsables de la production de la plupart des données ouvertes sont les gouvernements, les scientifiques et les entreprises; ce type de données existe ainsi dans des domaines divers et variés.

<sup>135</sup> Verhulst, S. G., Young, A., *Open Data in Developing Economies: Toward Building an Evidence Base on What Works and How* (Les données ouvertes dans les économies en développement: vers la création d'une base de données factuelle de ce qui marche et comment) (2017).

## Encadré 12: Politiques de données ouvertes en Afrique

Plusieurs gouvernements africains, tels que ceux du Ghana, du Kenya, du Maroc et de la Tanzanie, ont déjà créé des portails de données centralisés dans le cadre de la mise en œuvre de leur gouvernement transparent.

Un exemple de bonne pratique au niveau régional est l'Autoroute de l'Information en Afrique, un portail de données ouvertes qui regroupe les initiatives de données ouvertes en Afrique.

Une autre initiative est le programme Huduma, dans le cadre duquel le gouvernement du Kenya fait progresser les services publics centrés sur les citoyens en déployant des technologies numériques et en créant des centres de services aux citoyens dans tout le pays. Depuis 2017, le Ghana investit dans l'amélioration des services en ligne grâce à ses initiatives e-Ghana et e-Transform.

### Des données ouvertes pour l'agriculture en Afrique

En 2017, le Kenya a organisé une conférence ministérielle sur les données ouvertes pour l'agriculture et l'alimentation, où la déclaration de Nairobi, une déclaration de 16 articles sur la politique de données ouvertes dans l'agriculture et l'alimentation, a été signée par 15 ministres africains. Les pays d'Afrique francophone ont développé un réseau similaire pour soutenir le développement de politiques publiques à travers la CAFDO (Communauté Afrique Francophone des Données Ouvertes).

Banzet, A., #CAFDO2017: *The First Francophone African Conference on Open Data and Open Government. Open Government Partnership* (2017).

Sur le principe, les données ouvertes visent à encourager l'accès aux données provenant de différentes sources et leur comparaison afin de créer de la valeur et de nouvelles applications. Cela implique un certain investissement de ressources et d'efforts publics, car les données doivent être "affinées" et transformées pour réaliser leur plein potentiel. En rendant les données gouvernementales accessibles et réutilisables, les citoyens, les organisations et même les gouvernements sont en mesure d'innover et de collaborer de manière inédite.

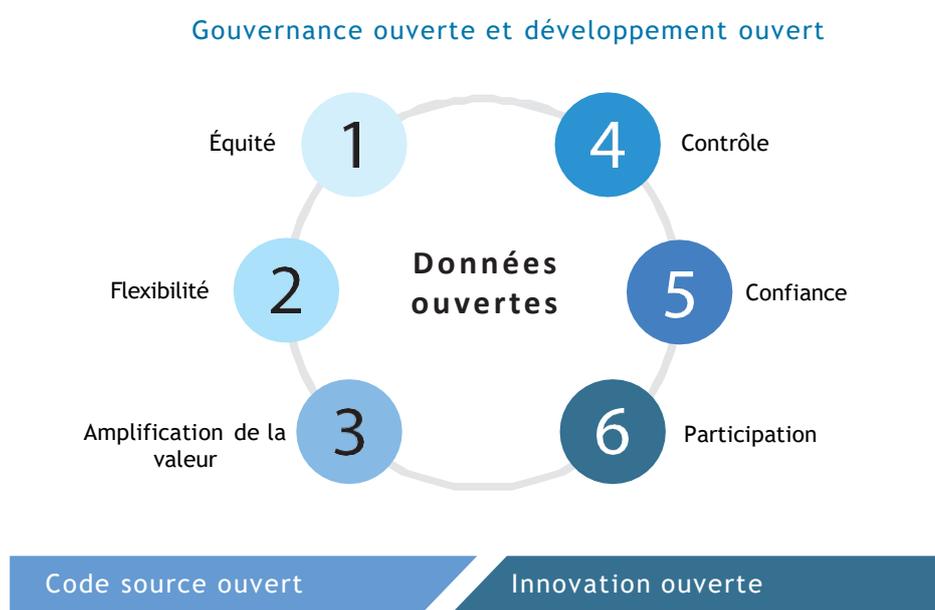
Dans un pays capable de soutenir les données ouvertes, la présence d'un fort secteur des TIC au service du développement (ICT4D) contribue à l'émergence des six caractéristiques distinctives des données ouvertes (Figure 15)<sup>136</sup>:

- Équité. Les données ouvertes peuvent conduire à une distribution de l'information plus équitable et démocratique.
- Flexibilité. Les données ouvertes sont plus faciles à réutiliser et à combiner avec d'autres éléments d'information lorsqu'elles sont publiées sous une forme interopérable et lisible par machine.
- Amplification de la valeur. En tant que ressource indispensable à l'innovation sociale et à la croissance économique, les données ouvertes offrent aux gouvernements de nouvelles possibilités de collaborer avec les citoyens et d'évaluer les services publics en donnant accès à ces services.

<sup>136</sup> Ibid.

- Contrôle. Les données ouvertes soutiennent le contrôle des gouvernements par le grand public et contribuent à réduire la corruption en favorisant une plus grande transparence.
- Confiance. La transparence des données ouvertes crée des possibilités de contrôle par les citoyens et des niveaux de confiance plus élevés.
- Participation. Les données ouvertes offrent aux individus la possibilité de s'engager auprès de leurs gouvernements et de contribuer à l'amélioration des services publics en fournissant un retour d'information aux ministères sur la qualité des services<sup>137</sup>.

Figure 15: Caractéristiques uniques des données ouvertes



Source: Adapté de Verhulst et S. G., Young, A., *Open Data In Developing Economies: Toward Building an Evidence Base on What Works and How* (2017)

<sup>137</sup> Banque mondiale Portail de données ouvertes.

### Encadré 13: Le pouvoir des données ouvertes dans le domaine de la santé

**Réduire la mortalité maternelle au Mexique:** Le programme Data Science for Social Good de l'Université de Chicago a étudié, en collaboration avec le gouvernement du Mexique, comment les ensembles de données disponibles peuvent être exploités en vue de promouvoir la baisse de la mortalité maternelle, un objectif majeur des ODD de l'ONU. En travaillant sur une combinaison de données ouvertes et partagées, les chercheurs ont exploré comment l'analyse au niveau régional pourrait présenter une image plus granulaire de l'impact des interventions actuelles.

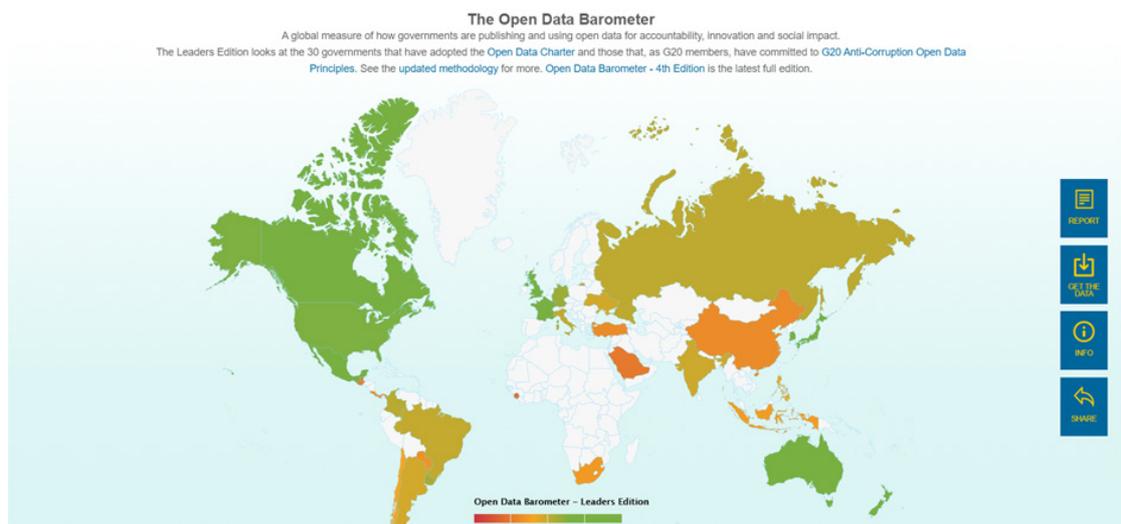
**Promouvoir des choix éclairés sur les prestataires de santé en Uruguay:** "A Tu Servicio" a mis des données sur les performances des prestataires de soins de santé à la disposition des citoyens, permettant ainsi aux individus de prendre de meilleures décisions pendant la période annuelle d'un mois où les Uruguayens peuvent choisir de changer ou non de prestataire de soins de santé. Les données rendues accessibles par le site ont été utilisées par les responsables politiques, les médias et plus de 35 000 citoyens (plus de 1% de la population uruguayenne).

**Lutter contre l'épidémie d'Ebola en Sierra Leone:** Les intervenants sanitaires ont utilisé la plate-forme de données ouvertes Humanitarian Data eXchange (HDX) pour rassembler des données actualisées provenant de différentes parties prenantes et visualiser les résultats grâce à des outils de cartographie à code source ouvert. Le Ministère de la Santé et de l'Assainissement a publié des données géocodées sur les établissements de santé, tandis que d'autres acteurs ont publié des données sur les cas d'Ebola et les réponses apportées par les organisations. De multiples parties prenantes ont utilisé ces données pour identifier les régions qui ont le plus besoin de fournitures médicales urgentes.

1. Eng, N., *Making Our Moms Proud: Reducing Maternal Mortality in Mexico*. Data Science for Social Good, 4 août. Center for Data Science and Public Policy at the University of Chicago (2014).
2. Sangokoya, D., Clare, A., Verhulst, S., & Young, A., *Uruguay's A Tu Servicio: Empowering Citizens to Make Data-driven Decisions on Health Care*. Brooklyn, NY: GovLab (2016).

Cependant, les données ouvertes n'ont pas à elles seules un impact automatique sur le développement. Le Baromètre des données ouvertes (Figure 16), une mesure globale de la façon dont les gouvernements du monde entier publient et utilisent les données ouvertes pour la redevabilité, l'innovation et l'impact social, fait ressortir que les données ne sont qu'un élément de l'équation. D'autres facteurs qui viennent compléter les cadres de données ouvertes sont la promotion du type de gouvernance et des environnements économiques et réglementaires qui peuvent avoir un effet sur l'accès, le partage et l'utilisation des données.

Figure 16: Baromètre des données ouvertes



Source: [Open Data Barometer](#).

### 3.3 Politiques relatives aux compétences en matière de données dans les pays en développement

*"Un investissement massif dans l'éducation et le transfert de compétences est essentiel si le Sud veut être compétitif sur le marché mondial des communications. Cela aussi nécessite une coopération internationale à long terme." (Nelson Mandela)*

**Pour tirer parti de l'économie des données, les pays en développement doivent doter leurs populations des compétences numériques requises.** Les programmes d'éducation mettant en œuvre des stages intensifs dans le domaine des données et de l'intelligence artificielle enregistrent une demande croissante afin de développer les compétences et les capacités en matière de données ciblées sur l'utilisation des outils de données par les innovateurs, les entrepreneurs et les agences gouvernementales. La maîtrise de l'utilisation des données numériques est de plus en plus considérée comme une compétence essentielle, certaines recherches suggérant que 90% des emplois dans les économies avancées requièrent déjà une certaine compétence en matière de données<sup>138</sup>, alors que moins d'un tiers de la population possède des compétences appropriées. Les gouvernements doivent agir rapidement pour combler cet écart, qui est encore plus important dans les pays en développement. À cette fin, les gouvernements doivent reconnaître que la maîtrise de l'utilisation des données doit être complétée par des compétences fondamentales, linguistiques et non cognitives pour aider les diplômés à réussir sur les marchés du travail numériques.

La maîtrise des données et de l'IA pourrait être définie comme la capacité à générer, traiter, analyser et présenter des informations significatives à partir de données et à développer, utiliser et appliquer l'IA ainsi que les outils et stratégies algorithmiques connexes pour guider des processus décisionnels éclairés, optimisés et pertinents dans leurs contextes<sup>139</sup>. Le Tableau

<sup>138</sup> Commission européenne, *New Measures to Boost Key Competences and Digital Skills, As Well As the European Dimension of Education* (2018).

<sup>139</sup> DQ Institute, *What is the DQ Framework?*.

1 met en lumière les principaux éléments des connaissances et compétences relatives aux données et à l'intelligence artificielle, tel qu'identifié par le DQ Institute.

**Tableau 1: Maîtrise de l'intelligence artificielle et des données (connaissances + compétences)**

	Connaissances relatives aux données et à l'intelligence artificielle	Compétences relatives aux données et à l'intelligence artificielle
Éléments clés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre la théorie de l'analyse des données, les statistiques, les concepts mathématiques liés à l'IA et la programmation informatique.</li> <li>• Comprendre comment les données sont générées, comment les traiter sur la base d'une compréhension statistique et comment créer et/ou utiliser des algorithmes d'IA pour reconnaître des modèles significatifs et améliorer les processus de prise de décision.</li> <li>• Comprendre des concepts pluridisciplinaires et identifier les avantages, les limites et les risques des mégadonnées et de l'intelligence artificielle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des processus efficaces et stables pour collecter, stocker, extraire, transformer, charger et intégrer les données quel que soit le stade du cycle de vie des données.</li> <li>• Lire, gérer, analyser et traiter des données provenant de sources variées; et donner aux données une structure facilement accessible et analysable en fonction d'exigences spécifiques.</li> <li>• Créer et construire des connaissances en analysant des données, communiquer leur signification à d'autres personnes à l'aide de divers outils de visualisation des données, et présenter des modèles stratégiques, des tendances et des aperçus analytiques à partir des données.</li> <li>• Reconnaître les limites des données en identifiant les cas où les données sont manipulées.</li> <li>• Développer, sélectionner et appliquer des algorithmes pertinents et des méthodes informatiques avancées afin de permettre aux systèmes ou aux agents logiciels d'apprendre, de s'améliorer, de s'adapter et de produire les résultats ou les tâches souhaités.</li> <li>• Utiliser l'IA comme un outil permettant d'augmenter l'efficacité des processus créatifs et de développer des stratégies en vue de l'utiliser pour optimiser les performances (par exemple, l'analyse prédictive du comportement et la reconnaissance de structures).</li> <li>• Comprendre comment les données et l'IA peuvent affecter la perception et le raisonnement d'une personne, c'est-à-dire être capable de tirer parti de l'IA pour augmenter sa propre intelligence tout en restant conscient de la façon dont les jugements de valeur humains interfèrent avec les applications de données et d'IA.</li> </ul>

Source: DQ Institute, *What is the DQ Framework?* (2020).

Les gouvernements ont utilisé différentes méthodes pour promouvoir les compétences en matière de données et d'IA, notamment:

- i) **L'intégration de la maîtrise des données et de l'IA dans les programmes dispensant les compétences de base, soutenus par les pouvoirs publics**, tels que le programme SkillsPlus en Norvège<sup>140</sup>. En Argentine, le programme EDUCAR du Ministère de l'éducation incite à la maîtrise des bases du numérique via la connexion à l'Internet dans les écoles, la fourniture d'outils numériques, le développement de plates-formes de formation virtuelle et de logiciels ainsi que la création d'espaces dédiés à l'innovation technologique. Avec les portails de formation prioritaires et le plan national de formation en ligne "Argentine connectée", l'Argentine cherche à doter les jeunes générations des compétences de demain, notamment des capacités liées à l'IA, telles que la pensée statistique, les mathématiques, la logique, l'informatique, la programmation, la pensée computationnelle et la compréhension des incidences de l'IA<sup>141</sup>.
- ii) **Soutien aux compétences numériques avancées**. Le manque d'expertise en matière d'IA dans les pays à faible revenu augmente le coût de mise en œuvre de tout projet d'IA. Parmi les initiatives récentes qui s'attaquent à ce problème en Afrique, citons Andela (Nigeria, Kenya, Rwanda et Ouganda), le Google AI Lab à Accra, au Ghana, la création d'un master en intelligence artificielle à l'Institut africain des sciences mathématiques à Kigali, au Rwanda, et un nouveau master en intelligence artificielle à l'université CMU Africa<sup>142</sup>. Zindi Africa est une plate-forme en ligne qui organise des concours sur les sciences des données ouvertes ainsi que des hackathons pour les entreprises, les organismes à but non lucratif et les gouvernements confrontés à des problèmes qui pourraient être résolus grâce à l'IA<sup>143</sup>.

<sup>140</sup> Voir *Skill Plus, Norway*.

<sup>141</sup> Voir *EDUCAR, Argentina*.

<sup>142</sup> SFI, *The Role of Artificial Intelligence in Supporting Development in Emerging Markets* (2019).

<sup>143</sup> Voir *Zindi, Africa*.

## Encadré 14: Comment le codage est intégré dans les programmes scolaires

**Semaine africaine du code:** Cette initiative vise à diffuser la culture numérique à travers l'Afrique et à former la main-d'œuvre qualifiée de demain. L'objectif quinquennal de la campagne est de toucher un million d'enfants et de jeunes et de fournir à 200 000 professeurs de sciences les ressources dont ils ont besoin pour enseigner leur matière.



**Camp de codage de l'école Moringa de Nairobi:** Les étudiants peuvent suivre l'une des deux filières suivantes: développement full-stack "à tout faire", avec formation aux langages Ruby, JavaScript et Rails; ou développement mobile, avec une formation aux langages Java, JavaScript et Android. Le programme de base de 21 semaines affiche un taux de recrutement en fin de formation de 99%, la plupart des diplômés faisant état d'une augmentation significative de leurs revenus. L'école propose également un programme d'initiation sur deux jours, appelé Junior Moringa School, qui couvre les bases du codage.

### Les filles africaines peuvent coder (AGCC)



AGCC est un programme sur quatre ans conçu pour former les jeunes filles à devenir des programmeuses et les encourager à poursuivre des études et des carrières dans le domaine de la technologie. Lancée en 2018, AGCC est une initiative conjointe de l'UIT, ONU Femmes et la Commission de l'Union africaine, qui organise plusieurs formations tout au long de l'année dans toute l'Afrique. L'initiative AGCC apprend aux filles à programmer des robots, à créer des animations et à coder avec Scratch.

1. Voir *Africa Code Week*.
2. Voir *Moringa School*.
3. Voir *Initiative de l'UIT: "Les jeunes Africaines savent coder"*.

**iii) Intégration du codage dans les programmes scolaires.** Tel est l'objectif fixé par un programme d'école électronique en Estonie<sup>144</sup> et des programmes similaires dans le monde entier (voir l'Encadré 14).

**iv) Organisation de campagnes et de formations pour développer les compétences en matière d'IA et de données dans les groupes sous-représentés et adaptation des programmes d'études et des méthodes de formation en matière d'IA et de mégadonnées pour qu'ils soient plus inclusifs.** Les campagnes peuvent être locales ou faire partie de campagnes internationales, régionales ou nationales en cours. La Journée internationale des jeunes filles dans le secteur des TIC, organisée par l'UIT, vise par exemple à attirer davantage de femmes et de filles vers les études et les carrières dans les TIC. Les campagnes doivent s'adresser aux décideurs, aux enseignants, aux parents et aux employeurs, ainsi qu'aux membres des groupes de population identifiés comme ayant besoin de formation. Parmi les exemples de formations réussies en matière d'IA et de données, figurent l'initiative "She Will Connect" au Nigéria, au Kenya et en République sudafricaine, soutenue par Intel<sup>145</sup>, et le partenariat de Mozilla avec ONU Femmes pour encourager un réseau de clubs d'initiation au web au Kenya et en République sudafricaine, visant spécifiquement à améliorer les compétences des filles et des femmes par le biais d'un apprentissage en face à face entre pairs<sup>146</sup>.

Pour les participants n'ayant aucune expérience préalable du codage, les programmes peuvent être adaptés. Par exemple, des cours pour débutants peuvent être proposés, avec une concentration sur des langages de codage plus intuitifs suivie de l'intégration d'exercices démontrant comment le codage créatif peut apporter des solutions aux défis auxquels les groupes sous-représentés peuvent être confrontés.

D'autres mesures peuvent consister à intégrer des projets d'équipe dans le programme d'études, à veiller à ce que les étudiants ayant déjà une expérience avancée des compétences numériques ne dominent pas les discussions en classe et à ce que les étudiants ayant une expérience limitée soient soutenus dans leur apprentissage. L'adaptation implique également une formation aux préjugés sexistes pour les enseignants. Pour les personnes handicapées, il est nécessaire de mettre en place des programmes de formation sur la création de TIC accessibles, comme des sites web, des applications mobiles et des appareils accessibles. Des approches similaires sont nécessaires pour d'autres groupes, tels que les personnes âgées et les membres des communautés autochtones.

**v) Offre de formations gratuites ou subventionnées sur l'intelligence artificielle et les mégadonnées.** Les parties prenantes du secteur privé pourraient offrir des bourses d'études financées par des programmes de responsabilité sociale des entreprises, et les gouvernements pourraient offrir des incitations fiscales pour ces bourses. Les coûts de formation pourraient être subventionnés et remboursés, une fois que le stagiaire a

<sup>144</sup> Voir *E-School, Estonia*.

<sup>145</sup> Intel Initiative, *She Will Connect*.

<sup>146</sup> Dhalla, A., *New Partnership with UN Women to Teach Key Digital Skills to Women* (2016).

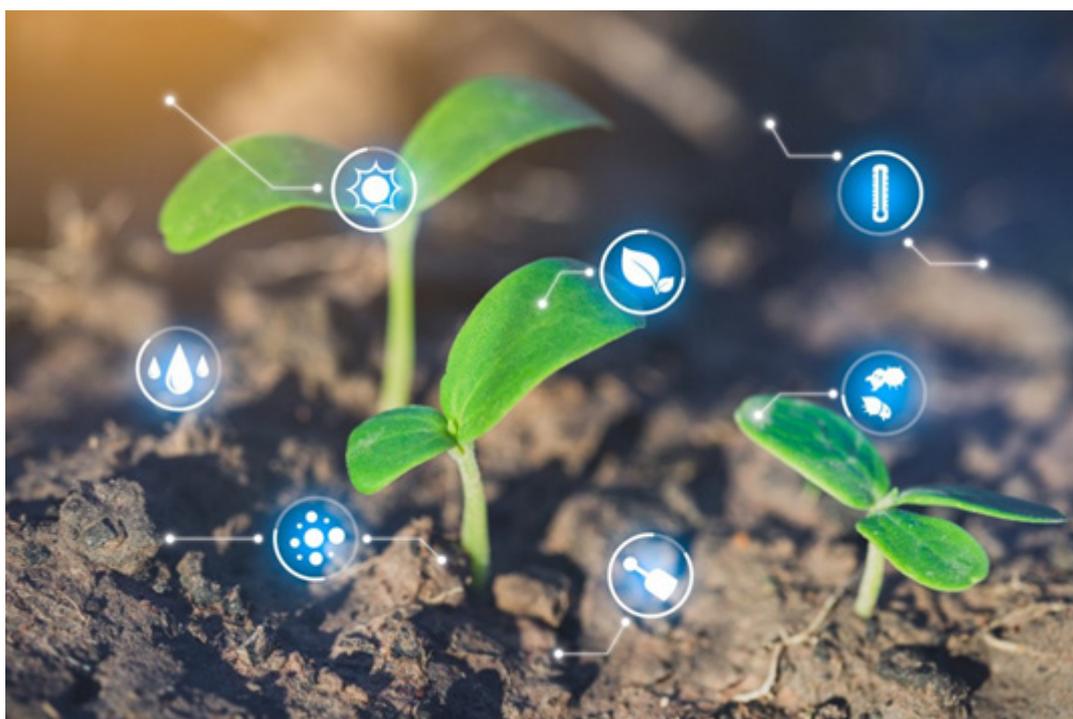
trouvé un emploi rémunéré. Les décideurs politiques pourraient encourager la création de structures et d'initiatives de renforcement des capacités en matière de compétences relatives à l'IA et aux données. Les universités et les entreprises du secteur privé pourraient proposer des "résidences sur l'intelligence artificielle" – généralement des programmes de formation d'un an dans les laboratoires de recherche des entreprises – et des "camps d'entraînement." Ces possibilités peuvent permettre de former les participants à la recherche sur l'IA sans les obliger à passer des années dans un programme d'études supérieures (master ou doctorat)<sup>147</sup>.

### Encadré 15: Comment créer une politique d'avenir en matière de compétence sur les données

- Les politiques publiques pourraient ne pas être en mesure de faire face au rythme d'innovation de l'IA et à son impact sur les institutions traditionnelles, ce qui signifie que de nouvelles institutions devront être créées pour faire face à la question. Les gouvernements peuvent faciliter la création de nouvelles institutions publiques et privées.
- Les gouvernements devraient mettre en place des outils réglementaires anticipatifs et expérimentaux, tels que des laboratoires de politique publique et des incubateurs, afin de développer des solutions innovantes pour la mise en œuvre de l'IA dans l'éducation.
- Les organismes publics doivent développer des partenariats avec le secteur privé afin d'exploiter les solutions d'IA pour améliorer l'éducation.
- Pour résoudre les problèmes d'éthique et de développement, les gouvernements doivent créer des plans et des feuilles de route pour le développement éthique de l'IA dans l'éducation.
- Il est crucial de créer de nouvelles possibilités de financement pour la recherche et l'innovation, ainsi que pour l'éducation et la formation de spécialistes du numérique, de l'IA et des données.
- Les pays devront améliorer et expérimenter l'introduction de plates-formes d'apprentissage adaptatif, d'évaluations en ligne et d'initiatives similaires d'éducation intelligente.
- Il est nécessaire de veiller à ce que les programmes d'initiation aux données soient multipartites et impliquent les gouvernements, le secteur privé et les acteurs de la société civile.
- Associer l'éducation traditionnelle non numérique à l'alphabétisation numérique et aux données, et rapprocher les sources d'éducation formelles et informelles, par exemple en utilisant les téléphones portables comme outil d'apprentissage dans les pays en développement.
- De nouvelles réglementations sont nécessaires pour encadrer l'utilisation des données, le respect de la vie privée et la transparence dans la conception des algorithmes à des fins éducatives. En particulier, les gouvernements devront préserver l'utilisation transparente et vérifiable des données éducatives.
- Les gouvernements doivent développer des programmes de formation portant sur l'IA et les mégadonnées, qui permettent aux travailleurs de s'adapter et de se recycler en continu, avec des initiatives et des incitations ciblées pour les femmes et les jeunes filles et les groupes sociaux vulnérables.

<sup>147</sup> Chui, M., et al, *Applying Artificial Intelligence for Social Good* (2018).

## 4 Les données et l'intelligence artificielle au service du développement: un guide pour les stratégies nationales



### 4.1 Pourquoi une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement est-elle nécessaire?

**Les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données au service du développement devraient maximiser les avantages tout en minimisant les risques et les dommages induits par l'intelligence artificielle et les mégadonnées.** Les questions auxquelles les pays du monde entier tentent de répondre sont les suivantes: Quel impact l'IA aura-t-elle sur la main-d'œuvre, et comment pouvons-nous nous y préparer? Comment pouvons-nous encourager les technologies qui stimulent l'économie et créent des emplois? Comment pouvons-nous garantir que l'IA sera mise en œuvre de manière éthique et avec un minimum de parti pris? Comment la société en bénéficiera-t-elle?

Les stratégies nationales des pays en développement en matière d'IA et de données devraient servir à guider la vague inévitable du changement afin qu'elle produise un impact plus rapide et meilleur. Les décideurs des pays en développement doivent prendre en considération le fait que l'écosystème de l'IA et des mégadonnées évolue rapidement et entraîne les sociétés vers des territoires inexplorés. Pour l'instant, ils peuvent commencer par poser certaines des grandes

questions auxquelles chaque société doit répondre par elle-même: Sommes-nous prêts à gérer les données de manière éthique? Comment combler la fracture numérique? Quelles sont les innovations en matière d'IA qui nécessitent des fonds publics et des partenariats? Exposer ces questions au grand jour est l'étape la plus importante en vue de garantir que les progrès de l'IA favorisent une meilleure société.

L'élaboration d'une stratégie nationale en matière d'IA et de données pour le développement ne consiste pas simplement à réfléchir à des moyens d'accéder aux données existantes ou de les récupérer, mais aussi à mettre en place de nouveaux moyens de collecte de données de qualité. Il faut pour ce faire maintenir et promouvoir l'expertise technologique dans les pays en développement, ce qui est étroitement lié à l'expertise en matière d'IA et de données. En outre, l'accès aux données brutes n'est parfois pas suffisant. Les données doivent être annotées afin de faciliter leur utilisation optimale par l'IA, ce qui peut nécessiter des investissements et un développement importants et représenter un obstacle majeur à surmonter pour les pays en développement. Ces questions doivent être prises en considération lors de la formulation de stratégies nationales relatives à l'IA et aux données au service du développement.

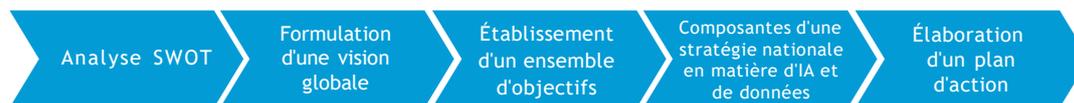
Ce guide a pour vocation d'aider les décideurs et les régulateurs à créer une stratégie nationale relative à l'IA et aux données au service du développement. La première section présente les principaux processus impliqués dans la réalisation d'une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (analyse SWOT) pour le déploiement de l'IA et des données au niveau national. La deuxième section met en évidence les questions clés qui devraient guider la formulation d'une vision globale. Le troisième chapitre donne un aperçu des principaux objectifs qu'une stratégie nationale relative à l'IA et aux données au service du développement devrait contenir. Le quatrième chapitre identifie les principaux éléments constitutifs d'un système national d'IA et de données au service du développement: gouvernance; réglementation; éthique; compétences en matière numériques et de données; environnement numérique et infrastructure de données; système d'innovation; secteurs à forte consommation d'intelligence artificielle et de données; et enfin collaboration internationale. Le dernier chapitre présente les principales composantes d'un plan d'action approprié: les parties prenantes, les étapes, les tâches, l'allocation budgétaire et une structure administrative adaptée pour la mise en œuvre de la stratégie et des mécanismes de coordination.

Le guide met en lumière des exemples tirés des stratégies nationales actuelles en matière d'IA et de données de différents pays du monde. Ces exemples n'ont toutefois qu'une valeur illustrative et doivent être replacés dans le contexte des circonstances, des besoins et des aspirations de chaque pays en développement.

## Figure 17: Concevoir une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement

17

Figure 13 – Concevoir une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement



Source: UIT.

### 4.2 Analyse SWOT pour les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données

Une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle et aux données au service du développement pourrait commencer par une évaluation et un examen des priorités stratégiques d'un pays et une analyse SWOT. Ces analyses devraient tenir compte des besoins et des exigences du pays en termes de priorités stratégiques, de gouvernance, de préoccupations économiques et géopolitiques ainsi que des besoins de ses citoyens.

Tableau 2: Les grandes lignes d'une analyse SWOT pour les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données

Éléments	Forces	Faiblesses	Opportunités	
Gouvernance				
Réglementation				
Éthique				
Compétences en matière d'IA et de données <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital humain en matière d'IA et de données</li> <li>• Reconversion/formation</li> <li>• Emploi/sécurité sociale</li> </ul>				
Environnement numérique et infrastructure de données <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accès à l'électricité</li> <li>• Infrastructure TIC</li> <li>• Qualité des données</li> <li>• Disponibilité des données</li> <li>• Capacité de services de données</li> </ul>				

**Tableau 2: Les grandes lignes d'une analyse SWOT pour les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle et de données (suite)**

Éléments	Forces	Faiblesses	Opportunités	
Écosystème d'innovation Recherche et innovation dans le domaine de l'IA et des données Entrepreneuriat				
Secteurs prioritaires de l'IA et des données <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agriculture</li> <li>• Éducation</li> <li>• Santé</li> <li>• Transport et mobilité</li> <li>• Énergie</li> <li>• Gouvernance, inclusion</li> <li>• Divers</li> </ul>				
Collaboration internationale				

Les stratégies nationales relatives à l'IA et aux données au service du développement doivent être adaptées aux besoins et aspirations propres à chaque pays et, dans le même temps, être en mesure de garantir que le pays puisse tirer le meilleur parti des évolutions dans le domaine de l'IA et des données. Par conséquent, chaque pays devrait identifier ses priorités conformément à l'analyse SWOT. Tout environnement numérique nécessiterait l'existence d'infrastructures numériques accessibles et financièrement abordables, telles que des centres de données hébergeant des ordinateurs et des capacités de stockage, l'informatique en nuage et un large éventail de réseaux nécessaires à la bonne exécution des applications et des services et au traitement des données. Dans un pays où l'infrastructure numérique est sous-développée, les efforts nationaux devraient se concentrer sur la construction de cette infrastructure.

La mise en œuvre et l'accompagnement d'une stratégie nationale relative à l'IA et aux données au service du développement nécessitent une action coordonnée. Le processus devrait être inclusif et impliquer le secteur privé et la société civile au sens large, notamment les responsables locaux, les universitaires, les syndicats, les ONG, les représentants des jeunes et les groupes confessionnels. Le dialogue devrait aboutir à un pacte national sur l'IA et les données: une vision de l'avenir centrée sur l'humain, à laquelle chacun adhère et s'engage.

L'Encadré 16 donne un exemple d'analyse SWOT utilisée pour formuler une stratégie nationale en matière d'IA et de données<sup>148</sup>.

<sup>148</sup> L'encadré SWOT a été adapté, sur la base de l'analyse SWOT de la *stratégie en matière d'intelligence artificielle de la Finlande*, de l'analyse de la *stratégie en matière d'intelligence artificielle du Canada*, de la *stratégie en matière d'intelligence artificielle de Maurice*, et de la *stratégie en matière d'intelligence artificielle de la Serbie*.

### Encadré 16: L'analyse SWOT utilisée pour formuler une stratégie nationale en matière d'IA et de données.

Forces	Opportunités
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des plates-formes numériques qui proposent des reconversions et des formations dans l'intelligence artificielle et les données.</li> <li>• Population jeune à forte croissance.</li> <li>• Bac à sable réglementaire en matière d'IA et de mégadonnées.</li> <li>• Gouvernement agile prêt à mettre en œuvre des changements profonds et à instaurer la prise de décision basée sur les éléments factuels.</li> <li>• Volonté de créer et de mettre en œuvre une stratégie nationale en matière d'IA et de données.</li> <li>• Un écosystème de start-up numériques en pleine expansion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déploiement de l'IA et des mégadonnées conduisant à un bond en avant dans les domaines de l'énergie, de l'éducation, des transports, des soins de santé, etc.</li> <li>• Opportunité de croissance de la main-d'œuvre grâce à l'IA et aux mégadonnées.</li> <li>• Administration en ligne: utilisation de l'IA et des mégadonnées pour la fourniture de services gouvernementaux de meilleure qualité.</li> <li>• Éducation intelligente: l'IA et les mégadonnées ouvrent de nouvelles opportunités dans le secteur de l'éducation en fournissant des profils éducatifs personnalisés et en aidant les enseignants à fournir du contenu.</li> <li>• Santé intelligente: utilisation de l'IA et des mégadonnées pour une médecine personnalisée et fondée sur des preuves.</li> <li>• Énergie intelligente: possibilité de faire un bond en avant dans le secteur de l'énergie.</li> <li>• Possibilités de coopération et de connexion régionales grâce aux technologies numériques.</li> <li>• Autonomisation des femmes et des autres groupes sociaux vulnérables.</li> </ul>

Faiblesses	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de secteur des PME numériques fort.</li> <li>• Les dossiers de données de santé ne sont pas numérisés.</li> <li>• Faiblesse de l'infrastructure des TIC.</li> <li>• Pénurie de compétences en matière d'IA et de données.</li> <li>• Absence de contenu local dans les solutions d'IA.</li> <li>• Système éducatif obsolète.</li> <li>• Une culture de l'évitement des risques.</li> <li>• Les citoyens n'ont pas toujours accès aux données dont ils ont besoin.</li> <li>• Ressources dispersées, pas d'économie d'échelle.</li> <li>• Faible productivité du capital humain.</li> <li>• Pénurie de centres de données.</li> <li>• Manque de réglementation souple et innovante (bacs à sable réglementaires innovants, laboratoires de politiques publiques, etc.).</li> <li>• Public non préparé à la mise en œuvre d'une politique nationale en matière d'IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commercialisation lente et inefficace du secteur numérique.</li> <li>• Accès insuffisant aux marchés internationaux de l'innovation et de la technologie.</li> <li>• Faible niveau d'investissement direct étranger dans le secteur numérique.</li> <li>• Obstacles liés à la disponibilité, à l'accès et à la qualité des données.</li> <li>• Rigidité du marché du travail.</li> <li>• Cybersécurité et confidentialité des données.</li> <li>• Perte d'emplois due à l'automatisation.</li> <li>• Défis éthiques et moraux dans le déploiement de l'IA (biais algorithmique et boîtes noires).</li> </ul>

### 4.3 Formulation d'une vision globale

Certains choix doivent guider la formulation d'une vision globale (Encadré 17). Au-delà des chiffres aguicheurs de l'impact économique, une technologie intrinsèquement perturbatrice comme l'IA doit être considérée sous l'angle de son impact potentiellement transformateur sur le bien commun et le développement du fait qu'elle améliore la qualité de vie et offre des choix à une grande partie de la population des pays en développement. Assorti des conditions préalables propices, telles que des infrastructures numériques, des systèmes de recherche et d'innovation et une main-d'œuvre convenablement préparée, le pouvoir révolutionnaire de l'IA et des mégadonnées peut permettre aux pays en développement: d'obtenir un accès accru à des établissements de soins de santé de qualité, en levant notamment les obstacles locaux à l'accès; de favoriser une croissance financière inclusive pour de larges pans de la population jusque-là exclus des produits financiers formels; de fournir des conseils en temps réel aux agriculteurs; de contribuer à surmonter les obstacles imprévus entravant l'augmentation de la productivité; et de construire des villes et des infrastructures intelligentes et efficaces pour répondre aux demandes d'une population qui s'urbanise rapidement. Des soins de santé améliorés, un système agricole et alimentaire efficace, un meilleur accès au financement, une

énergie intelligente et des villes intelligentes et efficaces sont autant d'éléments qu'une vision stratégique pourrait apporter.

Afin de promouvoir l'innovation sociale et de soutenir l'activité économique, les décideurs politiques devraient élaborer une vision qui englobe les questions de transparence, d'archivage, de gestion, d'utilisabilité, d'interopérabilité et de confidentialité à l'ère de l'IA et des mégadonnées. Cela permettrait aux utilisateurs et aux producteurs de données de libérer la valeur des données et de fournir de meilleurs services, de soutenir des décisions fondées sur des preuves, de créer des efficacités internes et de mieux comprendre l'impact réel des programmes afin que les fonds puissent être dirigés vers les interventions les plus efficaces<sup>149</sup>.

L'Encadré 17 fournit une liste non exhaustive de questions stratégiques qui peuvent contribuer à orienter la formulation d'une vision globale relative à une stratégie nationale portant sur l'IA et les données dans les pays en développement.

### Encadré 17: Exemples de questions stratégiques pour la formulation d'une stratégie nationale en matière d'IA et de données

- Comment les mégadonnées et l'IA peuvent-elles aider à relever les défis du développement?
- Quelles sont nos principales priorités en termes de développement, et les mégadonnées et l'IA peuvent-elles être des outils utiles pour y répondre?
- Quels sont nos objectifs, conditions préalables et attentes spécifiques en matière d'IA et de données?
- Quelle motivation à long terme inspire nos investissements dans l'IA et les données?
- L'IA aura-t-elle un impact positif qui justifie l'investissement?
- Quels sont les principaux défis en matière d'investissement dans l'IA et les données dans notre pays?
- Comment les secteurs public et privé peuvent-ils collaborer au mieux pour que les entreprises reçoivent un soutien adéquat pour la production d'innovations basées sur l'IA?
- Comment les entreprises axées sur les données peuvent-elles bénéficier de l'utilisation secondaire des données et des ressources d'information du secteur public?
- Comment l'IA nous affectera-t-elle en tant qu'individus et quel impact aura-t-elle sur l'avenir du travail, le marché du travail et la sécurité sociale? Quel sera son impact plus large sur la société?
- Quels types de mesures le secteur public doit-il adopter alors que nous entrons dans l'ère de l'IA? Quelle est notre approche sur les questions d'éthique, de protection des données personnelles, de vie privée, de transparence, de confiance et de redevabilité?

La stratégie relative à l'intelligence artificielle de la Colombie<sup>150</sup> illustre la manière dont un pays en développement peut formuler une vision globale solide en termes de stratégie IA:

<sup>149</sup> Gouvernement du Canada, *Report to the Clerk of the Privy Council: A Data Strategy Roadmap for the Federal Public Service*.

<sup>150</sup> Voir *Colombia's AI Strategy*.

### Encadré 18: La vision de la stratégie de la Colombie en matière d'intelligence artificielle

L'objectif de cette politique est de créer et de développer un marché de l'IA qui soit le plus dynamique et le plus prospère d'Amérique latine et l'un des plus grands marchés de l'intelligence artificielle au monde. La Colombie deviendra un laboratoire pour la création d'un marché de l'IA personnalisé, où concepteurs, fournisseurs, intermédiaires et consommateurs de cette technologie pourront facilement interagir. Ce marché deviendra le moteur de l'écosystème émergent de la quatrième révolution industrielle et placera la Colombie à un niveau hautement compétitif. Le gouvernement doit donc créer un climat d'investissement plus attractif pour les entrepreneurs étrangers et locaux qui développent cette technologie.

L'encadré 19 présente des exemples de différents points à prendre en compte lors de la création d'une vision nationale, sur la base des stratégies nationales d'IA de Singapour, de la République de Corée, de la Suède, de Maurice et du Mexique.

### Encadré 19: Déclarations visant à guider une vision nationale relative à l'IA et aux données

- Devenir un pôle national, régional et/ou international pour développer, tester, déployer et mettre à l'échelle des solutions d'IA dans les domaines de la santé, de l'agriculture, des transports et de l'éducation. Il s'agit notamment d'apprendre à gouverner et à gérer l'impact de l'IA et des mégadonnées par une réglementation souple et innovante.
- Les secteurs public et privé utiliseront l'IA pour générer des gains économiques et sociétaux et améliorer les vies dans les secteurs suivants: santé et bien-être, alimentation, énergie, agriculture, éducation, fabrication et transport.
- L'IA augmentera la capacité des pouvoirs publics à fournir des services anticipatifs et personnalisés et constituera un puissant moteur de croissance dans des secteurs économiques clés.
- Le public comprendra les technologies utilisant l'IA et leurs avantages; la main-d'œuvre sera dotée des compétences nécessaires en matière d'IA et de données pour participer à l'économie de l'IA aux niveaux national, régional et/ou international.
- Réaliser des projets nationaux en matière d'IA et de mégadonnées et renforcer les catalyseurs de l'écosystème de l'IA et des données.

## 4.4 Établissement d'un ensemble d'objectifs

Il convient de définir des objectifs spécifiques, mesurables, atteignables, réalistes et temporels (SMART) en conformité avec l'analyse SWOT, ainsi qu'une vision pour aborder les aspects listés ci-après, sans ordre particulier et sans prétention d'exhaustivité:

### Objectif 1. Créer un système d'IA et de données centré sur l'humain

- Exemple: créer une ligne directrice sur les systèmes d'IA et de données centrés sur l'humain.

### **Objectif 2. Développer une infrastructure numérique robuste**

- Exemple 1: Créer ou augmenter la capacité des centres de données nationaux afin d'atteindre une capacité de X d'ici N ans.
- Exemple 2: Investir X pour cent de plus dans la connectivité et l'infrastructure électrique d'ici N ans.

### **Objectif 3. Créer une main d'œuvre qualifiée dans le domaine de l'IA et des données**

- Exemple: Augmenter de X pour cent la main-d'œuvre possédant les compétences appropriées en matière de numérique, de données et d'IA d'ici N ans.

### **Objectif 4. Accroître la R&D dans le domaine des données, de l'IA et des domaines prioritaires**

- Exemple: Augmenter ou lancer des subventions de recherche et développement dans le domaine des données, de l'IA et des domaines prioritaires pour un total de X millions d'ici N ans.

### **Objectif 5. Améliorer les secteurs ciblés (par exemple, les soins de santé, l'éducation, l'agriculture, le commerce, les transports, l'énergie, l'alimentation, etc.)**

- Exemple: Augmenter les investissements dans les secteurs ciblés de X pour cent en N ans.

### **Objectif 6. Créer un environnement propice pour favoriser le développement de l'IA et des données**

- Exemple: Créer, adopter et promulguer des politiques et des réglementations, conditions préalables au développement de l'IA et des données, c'est-à-dire la protection des données, la propriété intellectuelle, loi antitrust, la protection des consommateurs, etc.

### **Objectif 7. Développer une réglementation souple et innovante**

- Exemple: Créer X laboratoires de politiques publiques, bacs à sable réglementaires, etc. d'ici N ans.

### **Objectif 8. Libérer la valeur des données dans l'ensemble de l'économie**

- Exemple: Créer un cadre de partage des données (y compris l'interopérabilité) d'ici N ans.

### **Objectif 9. Numériser les services du secteur public (et privé) et transformer l'utilisation des données par les pouvoirs publics afin d'accroître l'efficacité et d'améliorer les services publics.**

- Exemple 1: Numériser X pour cent des services des secteurs public (et privé), notamment les archives nationales, les dossiers médicaux, etc.
- Exemple 2: Augmenter de X pour cent l'utilisation des données par les pouvoirs publics afin de renforcer l'efficacité et d'améliorer les services publics.

### **Objectif 10. Assurer la sécurité et la résilience des infrastructures de données**

- Exemple: Garantir la sécurité de X pour cent et la résilience de X pour cent de l'infrastructure de données d'ici N ans.

### **Objectif 11. Promouvoir l'ouverture complète des données publiques détenues par les institutions publiques**

- Exemple: Rendre les données publiques détenues par les institutions publiques totalement ouvertes et les mettre en ligne d'ici N ans.

## **Objectif 12. Promouvoir la circulation internationale des données, dans le respect de la vie privée**

- Exemple: Créer des politiques et des réglementations X pour promouvoir le flux international de données, tout en respectant la vie privée.

La stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle de Maurice<sup>151</sup> offre un exemple de définition d'objectifs stratégiques pour l'IA et les données (Encadré 20).

### **Encadré 20: Stratégie nationale d'IA de Maurice: objectifs**

"Le présent rapport vise à fournir une feuille de route définissant les considérations essentielles au développement de l'écosystème adéquat afin de permettre à Maurice d'adopter les nouvelles technologies comme facteurs de croissance pour la prochaine décennie. Les principaux domaines d'intervention des stratégies sont les suivants (i) la priorisation des secteurs et l'identification des projets nationaux; (ii) l'attraction des compétences et le renforcement des capacités; (iii) les incitations pour stimuler la mise en œuvre; (iv) les considérations éthiques portant sur l'IA; (v) le développement d'alliances stratégiques dans les technologies émergentes; (vi) les campagnes de sensibilisation; et (vii) l'adoption des nouvelles technologies pour améliorer les services publics."

## **4.5 Les composantes d'une stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle et de données**

Lors de l'élaboration des principaux éléments d'une stratégie relative à l'IA et aux données, les questions clés à se poser sont les suivantes: De quoi disposons-nous? De quoi avons-nous besoin? Qu'est-ce qui doit être changé?

La plupart des stratégies nationales d'IA et de données contiennent des composantes telles que la gouvernance, la réglementation, l'éthique, les compétences numériques et en matière de données, l'environnement numérique et l'infrastructure de données, le système d'innovation, les secteurs à forte consommation d'IA et de données, et la collaboration internationale.

<sup>151</sup> Voir *National AI Strategy Of Mauritius*.

**Figure 18: Les composantes d'une stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle et de données**



Source: UIT.

### Gouvernance

Disposer d'une structure de gouvernance adéquate revêt une importance primordiale pour réussir la formulation et la mise en œuvre d'une stratégie nationale en matière d'IA et de données. L'IA et les mégadonnées sont difficiles à gouverner et à réglementer, en raison de leur caractère intrinsèquement disruptif et nouveau. Ce processus est encore plus difficile dans les pays en développement qui sont confrontés à des obstacles résultant d'une pénurie de compétences en matière d'IA et de données, d'infrastructures adéquates et de données de bonne qualité, fiables et actualisées. L'intégration des technologies nouvelles et émergentes dans la société est un défi à multiples facettes et, souvent, les effets à long terme ne peuvent être intégralement anticipés. Les risques inhérents associés à l'IA et aux mégadonnées ne peuvent être connus que de manière empirique. Ces technologies pourraient générer des résultats imprévisibles si elles restent totalement déréglementées. Dans le contexte des pays en développement, il est impératif de veiller en permanence à la bonne gouvernance, à la prévision des risques et à l'orientation éthique.

Étant donné la nature polyvalente de l'IA, les approches de la gouvernance ne peuvent plus être conçues de manière isolée pour un secteur spécifique, par exemple uniquement pour les soins de santé. Le succès des politiques dépendra également de la collaboration entre les différentes parties prenantes afin de garantir que les solutions d'IA puissent être intégrées de manière adéquate dans le contexte des pays en développement. Les interventions politiques visant à garantir l'accessibilité financière des appareils et des services de données pour les utilisateurs finals et une largeur de bande de même qu'une énergie financièrement abordables sont essentielles au déploiement de l'IA et des mégadonnées pour le développement. La création de contenus et d'applications dans les langues locales, le renforcement des compétences

en matière de culture numérique au sein du public et la création de capacités d'ingénierie, de codage, économiques et créatives en matière d'IA et de données sont autant d'éléments essentiels à la mise en place de l'environnement favorable requis pour exploiter les possibilités offertes par l'IA et les mégadonnées au service du développement.

La politique du Mexique en matière d'IA<sup>152</sup> énumère les conditions préalables à la mise en place de systèmes de gouvernance adéquats en matière d'IA et de données (Encadré 21).

### Encadré 21: Politique du Mexique en matière d'IA: conditions préalables à la mise en place de systèmes de gouvernance adéquats en matière d'IA et de données.

- Définir une orientation stratégique claire.
- Nommer des équipes dédiées à l'innovation dans les technologies émergentes dans certains ministères.
- Le gouvernement devrait agir en tant que champion.
- Élaborer des lignes directrices pour l'approvisionnement intelligent en IA.
- Créer un groupe de pilotage multipartite afin de développer et de promouvoir la stratégie du gouvernement mexicain en matière d'IA.
- Créer un réseau de professionnels de l'IA issus de tous les secteurs et disciplines, y compris des acteurs nationaux et locaux, afin d'élaborer une feuille de route multisectorielle en matière d'IA.
- Créer un groupe de travail sur l'IA au niveau parlementaire.
- Jouer un rôle de premier plan dans le débat mondial.

### Réglementation

Il est important que les stratégies nationales relatives à l'intelligence artificielle et aux données des pays en développement encouragent des régimes de données propices à la croissance et l'innovation pour les entreprises de toute taille, tout en préservant la confiance du public. Une réglementation stable et des normes ambitieuses en matière de protection des données permettent aux entreprises et aux consommateurs de prospérer. Les gouvernements doivent donner la priorité à l'élaboration d'orientations sectorielles et d'outils de réglementation collective pour accélérer le passage au numérique.

Les futurs cadres réglementaires devraient être souples et innovants afin de tenir compte du caractère disruptif et rapide de l'IA et des données. Les gouvernements des pays en développement devraient mettre en place des bacs à sable d'innovation dans un triple objectif: lever temporairement certaines contraintes réglementaires afin de laisser le champ libre à l'innovation; aider les acteurs à tenir compte de leurs obligations; et fournir les moyens de réaliser des expériences en situation réelle.

Pour les questions politiques et réglementaires liées à l'IA et aux mégadonnées, veuillez vous référer au Chapitre 3.

### Éthique

<sup>152</sup> Mexique, *AI Policy*

Les stratégies nationales en matière d'IA et de données doivent garantir que les technologies axées sur les données et l'IA œuvrent pour le bien. Les préjugés liés à l'utilisation des données ou des algorithmes devront être traités afin de s'assurer que le potentiel des données est exploité comme un moteur entraînant une société meilleure, plus inclusive et moins biaisée, plutôt que d'aggraver les problèmes existants ou de créer des préjugés supplémentaires. Les données doivent être accessibles et utilisées de manière éthique et responsable. Une solution possible est de créer un conseil national d'éthique de l'IA et des données pour mener des initiatives telles qu'un bac à sable de données sécurisées. Par exemple, la France et le Canada ont déjà chargé des équipes spécifiques de se concentrer sur les questions d'éthique, tandis que le Royaume-Uni a créé le *Centre for Data Ethics and Innovation*<sup>153</sup>. Un autre exemple est la création d'un conseil d'éthique de l'IA à Dubaï, composé d'experts en politique gouvernementale, d'universitaires, de juristes et d'industriels. Le Conseil exécutif de Dubaï a demandé aux administrations officielles de suivre des principes et des lignes directrices lorsqu'elles envisagent d'utiliser l'IA, et des entités telles que l'autorité des routes et des transports de Dubaï et la police ont officiellement reconnu avoir adopté l'outil d'auto-évaluation dans le cadre du développement de l'IA<sup>154</sup>.

Un autre exemple est le cadre de gouvernance type de l'IA de Singapour, qui traduit les principes éthiques clés de l'IA en pratiques applicables à l'industrie. Accompagné d'un guide de mise en œuvre et d'auto-évaluation destiné aux organisations, le cadre guide les organisations dans le déploiement responsable de l'IA<sup>155</sup>.

Pour les questions éthiques liées à l'IA et aux mégadonnées, veuillez vous reporter au Chapitre 1.4.

### Compétences relatives au numérique et aux données

Les avancées de l'IA et des mégadonnées vont s'accompagner à la fois de créations mais aussi de suppressions d'emplois. Toute stratégie nationale en matière d'IA et de données devrait anticiper l'impact potentiel sur la main-d'œuvre actuelle et les compétences de la main-d'œuvre future et se doter de capacités et d'une infrastructure nationales dans la perspective de ce changement. La stratégie devrait tracer la voie à suivre pour que les travailleurs disposent des compétences nécessaires en vue d'être compétitifs dans l'économie virtuelle, par le biais de plans d'action qui envisagent des investissements dans l'enseignement des STEM, des programmes nationaux de formation et de reconversion et l'apprentissage tout au long de la vie.

L'encadré 22 donne des exemples d'Objectifs de développement des compétences en matière de données, basés sur les stratégies nationales en matière de données du Royaume-Uni et du Canada<sup>156</sup>:

<sup>153</sup> Royaume Uni, *Centre for Data Ethics and Innovation*.

<sup>154</sup> Smart Dubai, *Smart Dubai's Artificial Intelligence Ethics Advisory Body Convenes for Its 2nd Meeting for 2020, Explores Next Steps* (2020).

<sup>155</sup> Singapore, *Model AI Governance Framework*.

<sup>156</sup> Basé sur les stratégies nationales du Royaume-Uni et du Canada en matière de données.

### Encadré 22: Exemples d'Objectifs de développement des compétences en matière de données

- Travailler avec les institutions appropriées pour comprendre comment la science des données est intégrée dans les qualifications techniques pertinentes.
- Veiller à ce que la formation aux compétences en IA et en données soit accessible à tous, y compris aux groupes à faible revenu, en apportant un soutien à la formation et au développement de compétences pertinentes tant pour les femmes et que les hommes.
- Veiller à ce que des cours de science des données de haute qualité soient proposés et que les compétences liées aux données soient dûment reconnues comme contribuant au soutien des compétences émergentes.
- Tester les méthodes les plus efficaces pour enseigner les compétences fondamentales en matière de données aux étudiants de premier cycle en proposant des modules incluant des thématiques plus larges telles que l'IA, les compétences cybernétiques et numériques et en intégrant les compétences en matière de données dans d'autres disciplines. Les universités peuvent participer volontairement au projet pilote.
- Examiner les moyens d'élargir l'offre de compétences avancées en matière de données chez les ingénieurs et les professionnels de la recherche afin de contribuer à maximiser les investissements en R&D, à accroître la mobilité entre les entreprises et les universités et à favoriser les liens entre l'industrie et les universités au niveau régional.

La stratégie nationale du Qatar en matière d'IA comporte des recommandations spécifiques pour le développement des compétences numériques et des données (Encadré 23).

### Encadré 23: La stratégie nationale du Qatar en matière d'IA et les recommandations en matière de compétences numériques et de données.

- Encourager les entreprises locales à adopter de nouvelles solutions d'IA et résister à la tentation d'utiliser une main-d'œuvre à faible coût comme substitut par le biais d'incitations et de réglementations.
- Éduquer/former les citoyens qataris à gérer, construire et investir dans les solutions d'IA afin d'améliorer continuellement le niveau de vie et la productivité économique au Qatar.

Pour un aperçu complet des politiques relatives aux compétences en matière de données dans les pays en développement, veuillez vous reporter au Chapitre 3.3.

### Environnement numérique et infrastructure de données

Afin de déployer avec succès les mégadonnées et l'IA au service du développement, la stratégie nationale en matière d'IA et de données doit se concentrer sur la réalisation des principales conditions préalables à un environnement numérique propice, à savoir un accès fiable à l'électricité, une infrastructure physique fiable, des systèmes interopérables et la transformation numérique des services publics et privés, et élaborer des règles et des lignes directrices en matière de gouvernance des données qui facilitent un large accès aux données et leur partage.

Le partage des données peut être entravé par deux facteurs: premièrement, les données ont une valeur stratégique et monétaire pour les organisations de collecte de données; et deuxièmement, le partage des données a un impact sur la vie privée. Un exemple réussi d'initiative nationale de partage de données est la stratégie nationale de Singapour en matière d'IA, qui prévoit un cadre de partage de données fiable (voir Annexe II).

La stratégie d'IA de la Colombie contient une vision pour la mise en place d'une infrastructure de données nationale robuste (Encadré 24).

#### **Encadré 24: La stratégie d'IA de la Colombie: un exemple de mise en place d'une infrastructure de données nationale robuste**

L'objectif du gouvernement est de faciliter l'accès aux données pour les concepteurs d'IA en supprimant les obstacles inutiles et injustifiés qui restreignent l'accès à ces informations. Par conséquent, le gouvernement national doit promouvoir une politique de données ambitieuse qui facilitera l'accès et le partage des données. L'une de ses priorités est de promouvoir l'interopérabilité des données et d'augmenter la quantité d'ensembles de données publics, en particulier ceux qui contiennent des données structurées. En outre, il est nécessaire de concevoir des modèles et des méthodologies pour améliorer le partage des données entre les différentes organisations. Il est essentiel que les données puissent être facilement partagées avec des entités situées en Colombie ou à l'étranger. Le gouvernement analysera donc la mise en œuvre de différents modèles de partage des données, tels que les trusts de données ou les biens communs informationnels. La réglementation colombienne en matière de protection des données doit protéger les citoyens en tenant compte d'une approche de gestion des risques.

La stratégie nationale du Royaume-Uni en matière de données<sup>157</sup> est un exemple de stratégie reposant sur quatre piliers soutenant l'utilisation des données (Encadré 25)

<sup>157</sup> Royaume-Uni, *National Data Strategy*.

### Encadré 25: La stratégie nationale du Royaume-Uni en matière de données: formulation des quatre piliers de base des données

- Les fondements des données: La véritable valeur des données ne peut être pleinement exploitée que lorsque les données sont adaptées à leur finalité, enregistrées dans des formats normalisés sur des systèmes modernes et évolutifs et conservées dans des conditions les rendant faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables. En améliorant la qualité des données, nous pouvons les utiliser plus efficacement et en tirer de meilleurs enseignements et résultats.
- Compétences en matière de données: Pour exploiter au mieux les données, nous devons disposer d'un large éventail de compétences en matière de données, ce qui nécessite de fournir les compétences appropriées par le biais du système éducatif et de veiller à ce que les gens puissent continuer à développer les compétences en matière de données dont ils ont besoin tout au long de leur vie.
- Disponibilité des données: Pour garantir une efficacité maximale, les données doivent être accessibles, mobiles et réutilisables de manière appropriée, ce qui suppose d'encourager une meilleure coordination, un meilleur accès et un meilleur partage des données de qualité appropriée, entre les organisations des secteurs public, privé et tertiaire et de garantir des protections adéquates du flux de données à l'échelle internationale.
- Des données responsables: Tout en favorisant une utilisation accrue des données, nous devons veiller à ce que celles-ci soient utilisées de manière responsable, licite, sécurisée, équitable, éthique, durable et responsable, tout en soutenant l'innovation et la recherche.

Pour un aperçu complet de la question des infrastructures de données, veuillez vous reporter au Chapitre 1.3.

#### Système d'innovation

Les aptitudes et les compétences en matière d'IA et de données sont essentielles pour que l'IA puisse contribuer au succès et à la compétitivité des économies en développement, où l'accent devrait être mis sur la création de centres d'excellence pour l'IA et la recherche fondamentale appliquée. En outre, les stratégies nationales en matière d'IA et de données devraient proposer une voie à suivre pour créer des systèmes nationaux de recherche et d'innovation en matière d'IA et de données et également évaluer comment les systèmes d'incitation à la R&D existants pourraient être réformés en vue d'une plus grande intégration intersectorielle dans l'industrie et la gouvernance.

Les pays devraient procéder à une évaluation approfondie de leurs capacités de recherche et d'innovation et identifier leurs besoins de développement en matière d'IA et de données. L'encadré 26 illustre l'identification des principaux besoins de la Suède en matière de recherche et d'innovation dans le domaine de l'IA et des données:

### Encadré 26: Suède: identification des besoins clés en matière de recherche et d'innovation dans le domaine de l'IA et des données

- Nous avons besoin de projets pilotes, de bancs d'essai et d'environnements pour le développement d'applications d'IA dans les secteurs public et privé, qui peuvent contribuer à une utilisation sûre, sécurisée et responsable de l'IA.
- Nous devons investir dans la recherche locale en matière d'IA (STEM et sciences sociales/humanités) par le biais de collaborations interdisciplinaires avec des chercheurs (par exemple des spécialistes des questions éthiques, des ethnographes, des juristes, des spécialistes des sciences sociales, des informaticiens, des ingénieurs) afin d'examiner l'éthique de l'IA et les questions politiques connexes.
- Nous devons continuer à œuvrer pour prévenir et gérer les risques liés à l'IA.
- Nous devons développer des partenariats et des collaborations avec d'autres pays sur l'utilisation des applications basées sur l'IA.

Le plan d'innovation et de compétences de la Charte numérique du Canada (voir l'Annexe II) est encore un autre excellent exemple d'évaluation nationale des capacités de recherche et d'innovation en matière d'IA et de données, tandis que le Brésil offre un autre exemple de pays en développement s'engageant à créer huit centres de recherche appliquée en IA dans le but de mener des recherches, de favoriser un écosystème d'IA et des start-ups ainsi que de renforcer les capacités humaines dans les technologies connexes<sup>158</sup>.

### Secteurs à forte consommation de données et d'intelligence artificielle

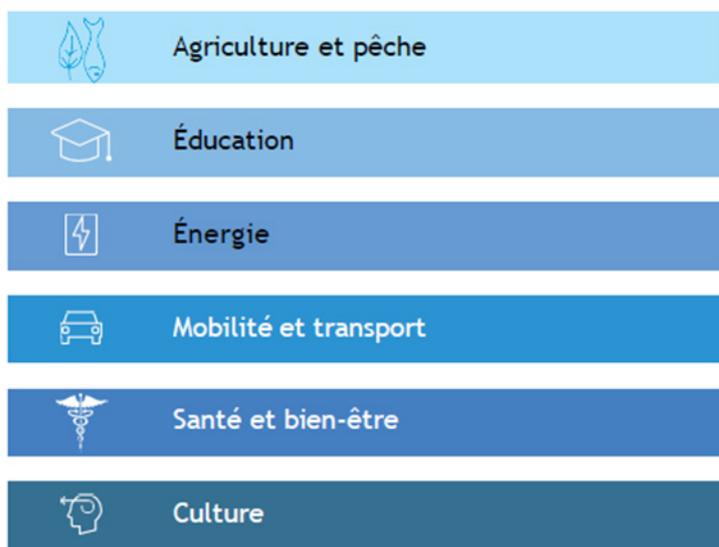
Les stratégies nationales en matière d'IA et de données devraient se concentrer sur les avantages comparatifs et les secteurs d'excellence basés sur l'IA et les données, du pays concerné. L'écosystème de l'IA devrait s'appuyer sur des secteurs moteurs de l'économie nationale, tels que l'agriculture et la pêche, l'économie des océans, les produits alimentaires et les boissons, l'industrie manufacturière, l'énergie, la mobilité et les transports, la santé et le bien-être, l'éducation et la culture. Il faut éviter de disperser les ressources dans tous les secteurs, en particulier dans les pays en développement où les fonds publics sont limités. La stratégie nationale de l'Inde en matière d'IA<sup>159</sup> et la feuille de route du Japon<sup>160</sup> en matière d'industrialisation sont de bons exemples à cet égard. L'Inde a adopté une approche sectorielle, identifiant les domaines d'application et les catalyseurs dans les soins de santé, l'agriculture, l'éducation, les villes et infrastructures intelligentes, ainsi que la mobilité et les transports intelligents. Une liste non exhaustive des secteurs prioritaires pour l'IA et les données est présentée à la Figure 19. Les stratégies nationales en matière d'IA et de données peuvent compléter cette liste par d'autres secteurs importants pour le pays concerné.

<sup>158</sup> Brésil, *AI Strategy*.

<sup>159</sup> NITI Aayog, *National Strategy for Artificial Intelligence #Aiforall* (2018).

<sup>160</sup> Strategic Council for AI Technology, *Artificial Intelligence Technology Strategy* (2017).

Figure 19: Secteurs à forte consommation de données et d'intelligence artificielle



Source: UIT.

La stratégie française en matière d'IA, telle que consignée dans le rapport de la mission Villani<sup>161</sup>, présente des exemples d'indicateurs permettant d'identifier les secteurs industriels moteurs en matière d'IA et de données (Encadré 27).

<sup>161</sup> Villani, C., et al, *For a Meaningful Artificial Intelligence Towards a French and European Strategy* (2018).

### Encadré 27: Le rapport de la mission Villani en France: Identifier les secteurs industriels moteurs en matière d'IA et de données.

- L'impact: il doit entraîner des transformations profondes, tant du point de vue économique que de l'intérêt général.
- L'écosystème: la capacité à créer et à maintenir une dynamique nécessite un groupe fiable d'acteurs publics et privés solides dès le départ.
- Le carburant initial: il peut revêtir différentes formes, mais quelle que soit sa forme, il doit être disponible en quantité suffisante et utilisable à court terme. Dans ce contexte, les considérations financières jouent un rôle moins important. Il semble plus important, du moins dans un premier temps, de fournir au moins l'un des éléments suivants: données, cas d'utilisation, savoir-faire entrepreneurial, ressources, cadre flexible, marché, etc. Les données sont un facteur clé indéniable et constituent un avantage comparatif majeur.
- Finances et ressources: l'aspect financier reste crucial, mais le financement ne se suffit pas à lui-même. Les secteurs identifiés doivent être en mesure de mobiliser des financements tant publics que privés et les ressources humaines nécessaires.
- Marchés et ouverture: la capacité des acteurs à valoriser leur savoir-faire sur les marchés publics et privés, en France et à l'étranger, est également importante dans la perspective d'une utilisation à plus grande échelle et de la promotion de l'émergence d'écosystèmes d'envergure.
- Dualité et percolation des filières: même lorsque l'effort est concentré sur des filières spécifiques, les filières sont choisies afin de permettre une percolation technologique, par laquelle une technologie développée dans une filière peut être rapidement transposable à une autre.
- Impulsion de l'État: enfin, les secteurs concernés nécessiteront une implication initiale importante de l'État pour se transformer, ce qui semble peu probable pour une grande majorité de secteurs industriels.

### Collaboration internationale

Les écosystèmes internationaux ouverts sont plus aptes à garantir la réussite de la mise en œuvre des stratégies nationales en matière d'IA et de données, car ils font appel à des compétences et des capacités multidisciplinaires, au sein d'universités et d'entreprises du monde entier. Il est donc impératif que les pays élaborent un plan pour tirer parti de la collaboration internationale. Les efforts de collaboration ne doivent pas se limiter au développement technologique, mais s'étendre à la réglementation et à la gouvernance. La stratégie allemande en matière d'IA contient des plans spécifiques visant à utiliser la coopération internationale dans le développement et la réglementation de l'IA. Les principes de l'OCDE sur l'IA, signés par 42 pays en 2019, constituent un exemple d'initiative internationale<sup>162</sup>. Les signataires ont convenu de veiller à ce que les systèmes d'IA soient conçus d'une manière sûre, équitable et digne de confiance. En 2020, 14 gouvernements et l'Union européenne se sont associés pour créer le Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle (GPAI)<sup>163</sup> afin de soutenir le développement et l'utilisation responsables de l'IA. Ces accords, ainsi que d'autres accords intergouvernementaux, soulignent que l'IA et les technologies émergentes connexes transcendent les frontières nationales et devront être traitées au niveau international.

<sup>162</sup> OCDE, *Quarante-deux pays adoptent les nouveaux Principes de l'OCDE sur l'intelligence artificielle* (2019).

<sup>163</sup> Government of the United Kingdom, *Joint Statement from Founding Members of the Global Partnership on Artificial Intelligence* (2020).

## 4.6 Élaboration d'un plan d'action

Pour être efficace, toute stratégie nationale en matière d'IA et de données au service du développement devrait inclure un plan d'action avec des étapes spécifiques ainsi que les tâches à accomplir. Le plan devrait attribuer les rôles/responsabilités de toutes les parties prenantes impliquées et les gouvernements devraient élaborer une matrice des tâches/rôles/responsabilités des parties prenantes, reliant chaque tâche à un objectif spécifique de la stratégie. Les plans d'action doivent couvrir les points suivants:

### Parties prenantes

Les plans d'action doivent être véritablement inclusifs et couvrir toutes les parties prenantes importantes pour la mise en œuvre de la stratégie nationale en matière d'IA et de données, telles que les institutions officielles, le milieu universitaire, le secteur privé et la société civile.

- Gouvernement: ministères, corps législatif et autorités locales.
- Organisations indépendantes: organismes de normalisation et organisations industrielles.
- Les start-ups, les organisations caritatives et les PME, en particulier celles qui ont du mal à utiliser efficacement les données.
- Les entreprises basées sur les technologies et les données ou riches en données.
- Les investisseurs dans les entreprises basées sur les technologies et les données.
- Les organisations de la société civile axées sur les personnes vulnérables, les droits des consommateurs, les droits numériques, la vie privée et la protection des données, la jeunesse, etc.
- Les établissements de recherche et les instituts universitaires et politiques ayant un intérêt particulier pour le rôle que jouent les données dans l'économie et la société.
- Les organismes internationaux de normalisation, de réglementation et de gouvernance des données.
- Les cabinets d'avocats et autres services professionnels aux entreprises.

### Étapes

Il est important de définir des étapes pour chaque tâche du plan d'action. Elles doivent être réalisables et étroitement liées aux budgets alloués aux tâches/activités du plan d'action.

### Tâches

Les plans d'action doivent détailler les tâches nécessaires à la mise en œuvre réussie de la stratégie nationale en matière d'IA et de données. Les tâches doivent être étroitement alignées sur l'analyse SWOT, la vision globale et les objectifs. Voici quelques exemples de tâches:

- Promouvoir l'ouverture et la réutilisation des données.
- Renforcer le lien entre les cartes de données publiques et privées afin de fournir un soutien complet à la production, la distribution et l'utilisation des données dans tous les domaines de la société.
- Sécuriser les ressources de pointe en matière de calcul.
- Construire des centres de données.
- Réorganisation complète de la R&D portant sur l'IA.
- Innovation réglementaire et révision des lois.

### Allocations budgétaires

Chaque tâche doit se voir attribuer une ligne budgétaire, et les ressources budgétaires allouées doivent être réalistes. Les décideurs politiques des pays en développement devraient envisager d'inciter le secteur privé à déployer l'IA et les mégadonnées, ce qui pourrait impliquer, notamment, des subventions, des crédits d'impôt, des incitations fiscales, des financements participatifs et des subventions de formation en contrepartie.

### Structure administrative pour la mise en œuvre de la stratégie et mécanismes de coordination

Une stratégie nationale en matière d'IA et de données devrait être multidisciplinaire, ce qui nécessite la création d'une commission, d'un groupe de travail ou d'un conseil chargé d'administrer et de coordonner le plan d'action de la stratégie.

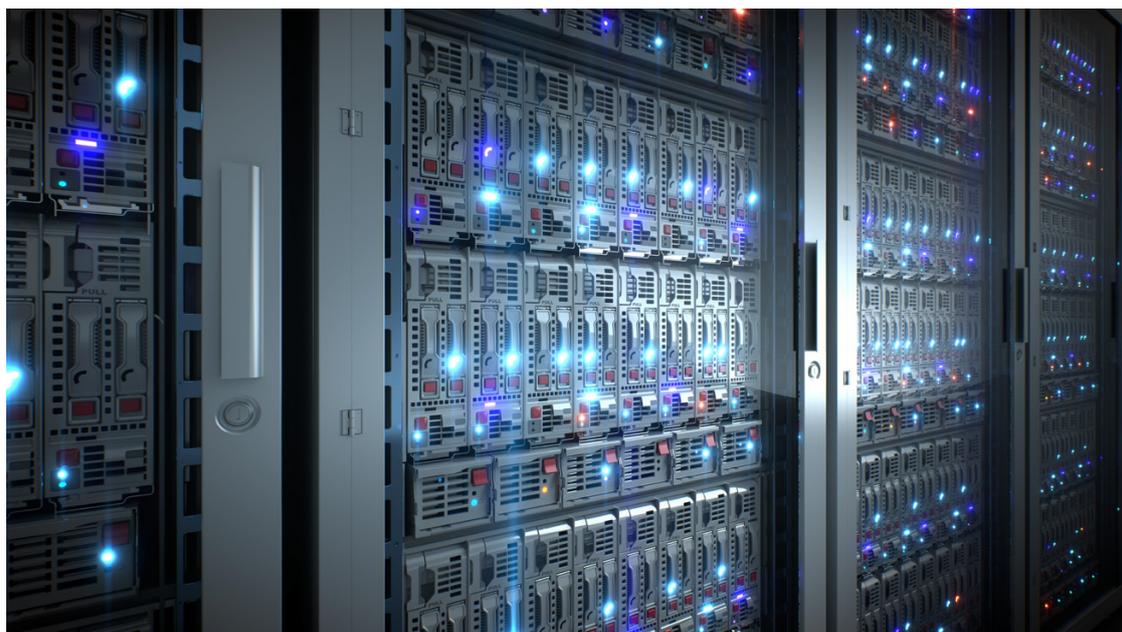
Tableau 3: Modèle simplifié de plan d'action

Parties prenantes	Étapes	Tâches	Allocation budgétaire
Gouvernement: ministères, corps législatif, autorités locales			
Organisations indépendantes: organismes de normalisation, organisations industrielles			
Start-ups, organisations caritatives et PME			
Entreprises axées sur les technologies et les données ou riches en données			
Investisseurs dans les entreprises basées sur les technologies et les données			
Organisations de la société civile axées sur les personnes vulnérables, les droits des consommateurs, les droits numériques, la vie privée et la protection des données, la jeunesse, etc.			

**Tableau 3: Modèle simplifié de plan d'action (suite)**

Parties prenantes	Étapes	Tâches	Allocation budgétaire
Établissements de recherche, instituts universitaires et politiques			
Organismes internationaux de normalisation, de réglementation et de gouvernance des données			
Cabinets d'avocats et autres services professionnels aux entreprises			

## 5 Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données

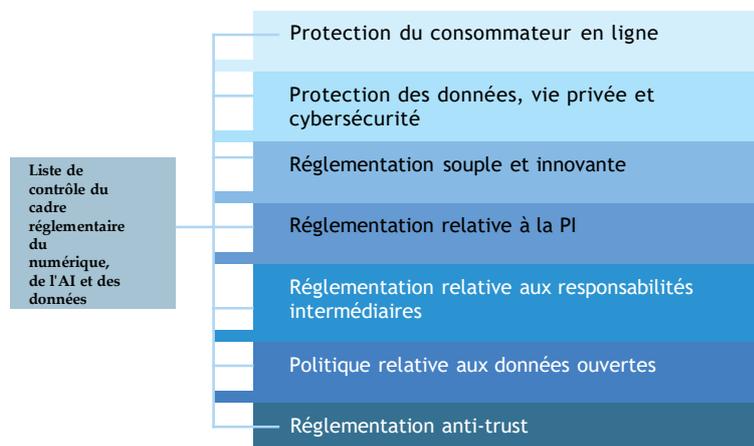


La liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données est destinée à servir de guide aux décideurs et aux régulateurs pour identifier et évaluer les questions politiques et réglementaires concernant l'IA et les mégadonnées au niveau national. La liste de contrôle comprend sept volets qui abordent les domaines clés de la réglementation en matière d'IA et de mégadonnées i) protection des consommateurs en ligne; ii) protection des données, vie privée et cybersécurité; iii) réglementation souple et innovante; iv) réglementation de la propriété intellectuelle; v) réglementation de la responsabilité des intermédiaires; (vi) politique d'ouverture des données; et vii) réglementation antitrust.

Figure 20: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données

20

Figure 16 – Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données



Source: UIT.

Tableau 4: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données

Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données		
I Cadre de protection des consommateurs en ligne	Exemples	
<b>I.1 Traités internationaux relatifs à la protection des consommateurs</b>	Le pays est-il partie à des traités internationaux dans le domaine de la protection des consommateurs lors d'achats virtuels/en ligne?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directives de l'OCDE relatives à la protection du consommateur dans le contexte du commerce électronique (1999)</li> <li>• Directives de l'ONU relatives à la protection du consommateur</li> <li>• Autres</li> </ul>

Tableau 4: Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données

Liste de contrôle du cadre réglementaire du numérique, de l'IA et des données	
<b>I.2 Loi nationale sur la protection des consommateurs</b>	<p>Lors de l'évaluation de la législation nationale sur la protection des consommateurs lors d'achats virtuels/en ligne, les responsables politiques nationaux doivent se poser les questions suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il une réglementation spécifique à la protection du consommateur lors d'achats virtuels? Si non, existe-t-il une loi générale sur la protection des consommateurs?</li> <li>• Les clauses contractuelles abusives sont-elles interdites?</li> <li>• Les réparations en cas de rupture de contrat par les consommateurs sont-elles proportionnées aux dommages causés?</li> <li>• Les consommateurs dans le contexte du commerce électronique bénéficient-ils d'une protection équivalente à celle des autres formes de commerce?</li> <li>• La loi interdit-elle aux entreprises de faire des déclarations, des omissions ou de se livrer à des pratiques trompeuses, mensongères, frauduleuses ou déloyales?</li> <li>• Existe-t-il une réglementation concernant les exigences en matière de divulgation d'informations, le droit de rétractation, le règlement des litiges et les voies de recours?</li> <li>• Existe-t-il un règlement qui traite des exigences en matière de divulgation d'informations? Quelles sont les informations que les responsables du traitement des données commerciales sont légalement tenus de divulguer aux consommateurs avant les achats en ligne?</li> <li>• La responsabilité des vendeurs en ligne/numériques est-elle réglementée?</li> <li>• Une réglementation oblige-t-elle les entreprises numériques à adopter des normes de qualité minimales (un ensemble de règles établies) pour la protection des consommateurs?</li> <li>• Existe-t-il une réglementation obligeant les entreprises numériques à fournir au consommateur l'une ou l'autre des informations suivantes: prix initial et frais variables/optionnels au cours de la transaction; conditions et moyens de paiement, y compris la durée du contrat, les frais récurrents et les moyens de se désengager; conditions de livraison ou d'exécution; conditions liées à la rétractation, à la résiliation ou à l'annulation, aux échanges, aux remboursements, aux garanties; politique de confidentialité; résolution des litiges et voies de recours; et normes de qualité?</li> <li>• La loi exige-t-elle que les entreprises fournissent suffisamment d'informations pour permettre aux consommateurs de prendre des décisions éclairées concernant les transactions? Dans l'affirmative, quels sont les éléments suivants: caractéristiques relatives aux fonctionnalités et à l'interopérabilité; exigences techniques ou contractuelles; restrictions d'âge?</li> <li>• Le système de paiement électronique prévoit-il des limitations de la responsabilité du consommateur en cas de frais non autorisés ou frauduleux?</li> <li>• La loi permet-elle aux consommateurs d'accéder à des mécanismes de résolution des litiges équitables, faciles à utiliser, transparents et efficaces? Si oui, ces protections s'appliquent-elles aux litiges nationaux et/ou transfrontaliers?</li> <li>• Existe-t-il des règles de protection des consommateurs dans les domaines suivants: responsabilité des intermédiaires; mécanisme de plainte et de recours extrajudiciaire; notification obligatoire en cas de modification des conditions générales?</li> </ul>

II Réglementations relatives à la protection des données, la vie privée et la cybersécurité	Exemples	
<p><b>II.1 Traités internationaux relatifs à la protection des données à caractère personnel et de la vie privée dans l'univers numérique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Accords relatifs aux données</i>: Le pays est-il partie à des accords sur les données?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacte international relatif aux droits civils et politiques de 1966 (Article 17 relatif au droit au respect de la vie privée)</li> <li>• Conseil de l'Europe, Convention pour la protection des personnes à l'égard du traitement automatisé des données à caractère personnel, 1980; révisé en 2016 (Note: Le présent accord est ouvert à tous les pays du monde)</li> <li>• Autres</li> </ul>
<p>Accords et harmonisation entre pays</p> <p>Le pays a-t-il conclu des accords avec des pays étrangers ou des entités ou régimes internationaux, y compris des décisions d'organismes ou d'agences nationaux et étrangers, pour exiger, permettre ou limiter le transfert de données à caractère personnel entre pays (par exemple, des traités, des décisions d'adéquation, des règles d'entreprise contraignantes ou des accords de reconnaissance mutuelle)?</p>		
<p><b>II.2 Cadre juridique national relatif à la protection des données personnelles et de la vie privée dans l'univers numérique</b></p>	<p><i>Loi générale sur les données</i>: Existe-t-il une loi générale couvrant la protection des données personnelles ou des données sensibles?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans l'affirmative, quelles lignes directrices ou réglementations internationales ont servi, lors de son élaboration, de base ou de modèle à la législation finale? Indiquez toutes les réponses qui s'appliquent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadre de protection de la vie privée de l'APEC (2015)</li> <li>• Convention de l'Union africaine sur la cybersécurité et la protection des données à caractère personnel</li> <li>• Lignes directrices de l'OCDE sur la protection de la vie privée (2013)</li> <li>• Règlement général européen sur la protection des données (RGPD UE)</li> <li>• Modèle de loi sur la protection de la vie privée du Commonwealth</li> <li>• Cadre de la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE) pour les cyberlois (2008)</li> <li>• Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) Acte additionnel sur la protection des données personnelles</li> <li>• Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) Loi type sur la protection des données</li> <li>• Convention de l'Union africaine sur la cybersécurité et la protection des données personnelles (Convention de Malabo)</li> <li>• Conseil du Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA) Loi type sur les transactions électroniques</li> <li>• Convention 108 du Conseil de l'Europe</li> <li>• Directive européenne 2016/680 relative à la Protection des données à caractère personnel utilisées par la police et par les autorités judiciaires en matière pénale</li> <li>• Autre (préciser)</li> </ul>

(suite)

Loi sur les données personnelles: S'il n'existe pas de loi générale sur les données personnelles, existe-t-il des projets ou des projets de loi couvrant les données personnelles et la confidentialité des données?

- En dehors de la loi générale, existe-t-il des décrets/ordonnances, des lignes directrices ou directives, des précédents juridiques ou des accords qui agissent pour protéger les données personnelles et la vie privée numérique?
- S'il existe une loi générale sur la protection des données ou la vie privée numérique, cette loi prévoit-elle des exceptions à son application?
- Existe-t-il des réglementations qui exigent que la collecte et l'utilisation des données personnelles se fassent sur une base légale/juridique? [Une base légale est une base définie sur laquelle les données peuvent être traitées en toute légalité - généralement, les normes de base légale incluent le consentement de la personne concernée, l'exécution d'un intérêt légitime ou d'un contrat conclu, en conformité avec les obligations/exigences légales et les intérêts vitaux ou publics].
- Existe-t-il des réglementations exigeant que la collecte et l'utilisation des données personnelles se fassent de manière équitable et transparente (ou des normes similaires), par exemple en exigeant que la personne concernée soit informée de l'objectif de la collecte des données et de l'utilisation et du partage prévus des données?
- Existe-t-il des réglementations exigeant que la collecte et le traitement des données personnelles soient effectués dans un but légal?
- Existe-t-il une réglementation exigeant que la personne concernée soit informée des parties avec lesquelles les données seront partagées ou qu'elle y consente?
- Existe-t-il une réglementation qui stipule que les consommateurs doivent être informés de toutes les utilisations commerciales de leurs données personnelles, y compris par les tiers avec lesquels leurs données ont été partagées?
- Existe-t-il une réglementation qui oblige les responsables du traitement des données à se conformer aux règles de divulgation des informations en ligne?
- Les personnes concernées ont-elles légalement le droit d'accéder à leurs données personnelles et d'examiner l'utilisation qui en est faite par les responsables du contrôle/traitement des données?
- Les personnes concernées ont-elles le droit de contester l'exactitude de leurs données et de les faire rectifier, compléter ou modifier?
- Les personnes concernées ont-elles le droit de faire supprimer leurs données personnelles (y compris les pistes de données)?
- Les personnes concernées ont-elles des droits de portabilité des données, c'est-à-dire le droit de déplacer, copier ou transférer des données personnelles d'un système à un autre environnement électronique?
- Existe-t-il des réglementations concernant les exigences de minimisation des données, c'est-à-dire que les données collectées doivent être adéquates, pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire par rapport aux finalités pour lesquelles elles sont traitées?
- Existe-t-il des réglementations exigeant que les systèmes collectant et traitant des données personnelles intègrent les principes de protection de la vie privée dès la conception ou de protection des données par défaut, ou utilisent des technologies renforçant la protection de la vie privée (PET), telles que la désidentification et la pseudonymisation?
- Existe-t-il des réglementations qui restreignent le traitement automatisé des données personnelles pour prendre tout type de décision concernant les personnes concernées?
- Existe-t-il une autorité de protection des données (APD) légalement mandatée?

(suite)

<p><b>II.3 Transferts de données trans-frontaliers (lois sur la localisation des données)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lois sur les données transfrontalières: Existe-t-il des restrictions sur l'exportation de données collectées par des plates-formes numériques ou des entreprises vers des entités étrangères?</li> <li>• Existe-t-il des exigences réglementaires sur le traitement local des données qui obligent les entreprises à construire un centre de stockage local des données, avec ou sans autorisation de déplacer une copie des données à l'étranger?</li> <li>• Existe-t-il des mesures conditionnelles, telles que la restriction des flux de données pour des secteurs particuliers, par exemple les données sanitaires et financières et les données géospatiales et cartographiques?</li> <li>• Existe-t-il des réglementations exigeant l'utilisation de technologies ou de procédures particulières pour stocker ou traiter les données?</li> <li>• Dans quelles conditions les données personnelles locales peuvent-elles être transférées à des tiers non nationaux? Voir les options:</li> <li>• Adéquation - lorsque le pays dans lequel le tiers non national est basé offre un niveau de protection "adéquat", "suffisant" ou "équivalent" ou toute disposition entraînant une approche d'adéquation;</li> <li>• Redevabilité - le responsable initial du traitement des données reste tenu de respecter le cadre initial de protection de la vie privée qui s'appliquait au moment et à l'endroit où les données ont été collectées.</li> </ul>
<p><b>II.4 Protection des données non personnelles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La loi prévoit-elle une protection en termes d'accès et de partage des données non personnelles? Les données personnelles doivent être protégées; en revanche, les données non personnelles doivent pouvoir circuler librement (voir, par exemple, le Règlement européen sur le libre flux des données à caractère non personnel).</li> </ul>
<p><b>III Réglementation souple et innovante</b></p>	
<p><b>III.1 Réglementation nationale souple et innovante</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il des réglementations permettant d'accéder à des bacs à sable, des laboratoires réglementaires et d'autres formes innovantes de partenariats réglementaires public-privé permettant de tester des modèles commerciaux numériques dans des environnements expérimentaux, par exemple la technologie financière, les drones, l'IA, la blockchain, l'Internet des objets?</li> <li>• Existe-t-il des réglementations relatives aux technologies émergentes, par exemple l'IA, la blockchain, l'impression 3D, l'Internet des objets, la réalité virtuelle/augmentée, la 5G, la neutralité du réseau, la reconnaissance faciale?</li> </ul>
<p><b>IV Réglementation relative à la Propriété intellectuelle (PI)</b></p>	
<p><b>IV.1 Réglementation nationale relative au droit d'auteur</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il une réglementation relative au contrôle du contenu, aux exceptions aux droits d'auteur en matière d'exploration de texte et de données (usage loyal dans le cadre des droits d'auteur dans le monde numérique) ?</li> <li>• Existe-t-il un droit d'auteur relatif aux logiciels?</li> <li>• Existe-t-il un droit d'auteur et/ou un droit <i>sui generis</i> pour la protection des bases de données?</li> <li>• Les travaux générés par l'intelligence artificielle sont-ils soumis au droit d'auteur?</li> <li>• Existe-t-il un droit de propriété des données?</li> </ul>
<p><b>IV.2 Réglementation nationale des brevets</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les licences de brevets octroyés sous conditions FRAND (équitables, raisonnables et non-discriminatoires) à des fins d'opérabilité sont-elles applicables dans la juridiction concernée?</li> <li>• Les logiciels peuvent-ils être protégés par des brevets?</li> <li>• Les inventions créées à l'aide de l'IA peuvent-elles faire l'objet de brevets?</li> </ul>
<p><b>V Réglementation relative à la responsabilité des intermédiaires</b></p>	

(suite)

<p><b>V.1</b> <b>Réglementation nationale relative à la responsabilité des intermédiaires</b></p>	<p>Les règles relatives à la <i>responsabilité des intermédiaires</i> regroupent l'ensemble des dispositions qui attribuent la responsabilité entre les intermédiaires (site web et applications) et les vendeurs réels ou les développeurs de contenu en cas de problèmes. Pour les intermédiaires virtuels, par exemple les moteurs de recherche, les plates-formes d'applications, les réseaux sociaux et les fournisseurs d'accès à haut débit, la responsabilité peut découler principalement de deux types de comportement: l'offre à la vente de produits de contrefaçon ou la publication de contenus illicites, tels que des images ou des textes, par les utilisateurs. L'offre de produits de contrefaçon entraîne normalement une violation des règles de propriété intellectuelle, généralement au titre de la protection des marques déposées. Le contenu illicite peut enfreindre les règles de la propriété intellectuelle lorsque le contenu représente indûment le travail d'autrui (une violation de la protection du droit d'auteur), par exemple en reproduisant de la musique ou des vidéos sans l'autorisation des auteurs. En outre, le contenu peut enfreindre les dispositions du droit pénal contre la diffamation, les discours de haine ou la pédopornographie, ou les lois protégeant la vie privée des individus ou les informations classifiées, ou constituer un crime de lèse-majesté.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il des réglementations qui abordent la question de la responsabilité des intermédiaires?</li> <li>• La responsabilité des intermédiaires est-elle couverte par la loi sur le droit d'auteur?</li> <li>• La responsabilité des intermédiaires est-elle couverte par le droit pénal?</li> <li>• Existe-t-il des dispositions relatives au retrait de contenu?</li> <li>• Existe-t-il des dispositions relatives à la "sphère de sécurité" qui exonèrent de la responsabilité ou les sanctions dans des situations ou des conditions spécifiques?</li> </ul>
<p><b>VI Politique de données ouvertes</b></p>	

(suite)

<p><b>VI.1 Politique nationale de données ouvertes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le gouvernement du pays a-t-il adopté des politiques de données ouvertes?</li> <li>• Qui a un accès légal aux données du secteur public?</li> <li>• Existe-t-il des réglementations qui autorisent/ont la promotion des API ouvertes aux développeurs tiers/au système bancaire ouvert (par exemple, le bac à sable Nigerian NIBSS Open APIs et la réglementation relative au système bancaire ouvert au Rwanda)</li> </ul>
<p><b>VII Réglementation anti-trust</b></p>	
<p><b>VII.1 Réglementation nationale anti-trust</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il une réglementation couvrant les fusions sur les marchés numériques?</li> <li>• Existe-t-il des seuils de notification appropriés sur les marchés numériques?</li> <li>• Existe-t-il une réglementation sur les acquisitions "prédatrices" sur les marchés numériques?</li> <li>• Les autorités de la concurrence sont-elles mandatées pour émettre des avis sur les projets de réglementation concernant les entreprises numériques?</li> <li>• Le mandat des autorités de la concurrence s'étend-il à la surveillance, à l'examen et à la formulation d'avis sur les aides publiques aux entreprises numériques?</li> <li>• Existe-t-il une réglementation contre la collusion algorithmique ciblant les entreprises qui utilisent l'IA et l'apprentissage automatique pour obtenir davantage d'informations commerciales et fixer les prix/créer une entente? (Les exemples de collusion pourraient ressembler aux situations suivantes: des individus s'entendent personnellement et utilisent des programmes et la technologie comme un outil leur permettant d'atteindre des objectifs de tarification; un algorithme apparaît et va influencer sur le secteur, en agissant comme une plaque tournante autour de laquelle tourne l'entente sectorielle; soit les algorithmes existent en parallèle et s'ajustent en continu aux données réciproques et aux prix de marché (collusion tacite); soit, la technologie basée sur l'IA fait de telles avancées dans le traitement de grands volumes de données qu'elle permet de fournir une vue d'ensemble du marché.</li> </ul>

## Annexe I: Initiatives internationales et régionales en matière d'intelligence artificielle et de données



### Principes de l'OCDE pour la confiance dans l'intelligence artificielle et son adoption

En mai 2018, le Comité des politiques de l'économie numérique de l'OCDE a créé un groupe d'experts sur l'intelligence artificielle dans la société. Il a été créé pour élaborer des principes pour les politiques publiques et la coopération internationale qui favoriseraient la confiance dans l'IA et son adoption. Au final, ces principes sont devenus la base de la **Recommandation du Conseil de l'OCDE sur l'intelligence artificielle**, à laquelle 40 pays ont adhéré le 22 mai 2019. Dans le même esprit, le président de la réunion du Conseil ministériel de l'OCDE de 2018 a exhorté "l'OCDE à poursuivre les discussions multipartites sur l'élaboration éventuelle de principes qui devraient sous-tendre le développement et l'application éthique de l'intelligence artificielle au service des personnes".

### Observatoire de l'OCDE sur les politiques relatives à l'IA

L'OCDE a lancé un Observatoire des politiques de l'IA en 2019 pour examiner les développements actuels et potentiels de l'IA et leurs implications politiques. L'objectif est de promouvoir la mise en œuvre des principes de l'IA susmentionnés en collaborant avec un large éventail de parties prenantes externes, notamment les gouvernements, l'industrie, les universités, les experts techniques et le grand public. L'observatoire devrait être un centre multidisciplinaire, fondé sur des données factuelles et multipartite, destiné à la collecte de données probantes pertinentes pour les politiques, au débat et à l'orientation des gouvernements. En même temps, il offrira aux partenaires extérieurs un guichet unique permettant de visualiser les activités et les résultats de l'IA dans l'ensemble de l'OCDE.

### Commission européenne et autres institutions européennes

En avril 2018, la Commission européenne a publié une communication sur l'intelligence artificielle pour l'Europe, soulignant trois grandes priorités: stimuler les capacités technologiques

et industrielles de l'Union européenne et l'adoption de l'IA dans l'ensemble de l'économie; se préparer aux changements socio-économiques induits par l'IA; et garantir un cadre éthique et juridique approprié. La Commission a présenté un plan coordonné sur le développement de l'IA en Europe en décembre 2018. Il vise principalement à maximiser l'impact des investissements et à définir collectivement la voie à suivre.

Dans le cadre de sa stratégie en matière d'IA, la Commission a également créé le groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle (AI HLEG) en juin 2018. L'AI HLEG est composé de représentants du monde universitaire, de la société civile et de l'industrie et s'est vu confier deux tâches: rédiger des lignes directrices en matière d'éthique pour l'IA, en fournissant des conseils aux développeurs, aux responsables du déploiement et aux utilisateurs afin de garantir une "IA digne de confiance"; et de préparer des recommandations en matière de politique d'IA et d'investissement à l'intention de la Commission européenne et des États membres sur les évolutions à moyen et long termes liées à l'IA afin de faire progresser la compétitivité mondiale de l'Europe. En parallèle, la Commission a mis en place un forum multipartite, l'Alliance européenne pour l'IA, afin d'encourager un large débat sur la politique de l'IA en Europe. Tout le monde peut contribuer, par l'intermédiaire de la plate-forme, aux travaux de l'AI HLEG et s'informer sur l'élaboration des politiques de l'Union européenne.

### Conseil de l'Europe

En 2017, l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (CoE) a publié une recommandation sur la convergence technologique, l'IA et les droits de l'homme, exhortant le Comité des ministres à charger les organes du CoE d'examiner les défis posés aux droits de l'homme par les technologies émergentes, telles que l'IA. Il a également demandé des lignes directrices sur des questions telles que la transparence, la responsabilité et le profilage. En février 2019, le Comité des ministres du CoE a adopté une déclaration sur les capacités de manipulation des processus algorithmiques, reconnaissant les "dangers pour les sociétés démocratiques" qui découlent de la capacité des "outils d'apprentissage automatique à influencer les émotions et les pensées" et encourageant les États membres à faire face à cette menace. En février 2019, le Conseil de l'Europe a organisé une conférence de haut niveau sur le thème "Maîtriser les règles du jeu - L'Impact du développement de l'intelligence artificielle sur les droits de l'homme, la démocratie et l'état de droit."

En outre, la Commission européenne pour l'efficacité de la justice du CoE a adopté la première charte éthique européenne sur l'utilisation de l'IA dans les systèmes judiciaires en décembre 2018, énonçant cinq principes pour guider le développement des outils d'IA dans les systèmes judiciaires européens. En 2019, la commission des affaires juridiques et des droits de l'homme du CoE a décidé de créer une sous-commission sur l'IA et les droits de l'homme.

### Nations unies

- En septembre 2017, l'**Institut interrégional de recherche des Nations unies sur la criminalité et la justice** a signé un accord de pays hôte pour ouvrir le Centre sur l'intelligence artificielle et la robotique au sein du système des Nations unies à La Haye, aux Pays-Bas.
- L'**Union internationale des télécommunications** a collaboré avec 37 autres agences de l'ONU pour accueillir le sommet mondial AI for Good, qui réunit chaque année des responsables gouvernementaux, des agences de l'ONU, des organisations de la société civile, des leaders de l'industrie et des experts en intelligence artificielle pour examiner comment les mégadonnées et l'intelligence artificielle peuvent être appliquées pour le bien social et la réalisation des ODD. La troisième édition du Sommet mondial sur l'intelligence artificielle au service du bien social, 2019, a donné naissance à la plate-forme

"AI Commons", cadre de collaboration de portée mondiale. Celle-ci contribue à ce que le développement et les applications de l'intelligence artificielle reposent sur des solutions de pointe efficaces pour déployer, à l'aide d'ensembles de données partagées, des environnements de test et de simulation, des modèles d'intelligence artificielle et des logiciels connexes ainsi que des ressources de stockage et de calcul.

L'UIT a également établi des partenariats avec des organisations telles que la Fondation XPRIZE et l'Association for Computing Machinery.

- **L'UNESCO** a lancé un dialogue mondial sur l'éthique de l'IA, compte tenu de la complexité de l'IA et de son impact sur la société et l'humanité, en organisant une table ronde publique avec des experts en septembre 2018 et une conférence mondiale en mars 2019 sur "Les principes de l'IA: Vers une approche humaniste?" Ensemble, leur objectif était de sensibiliser et de promouvoir la réflexion sur les opportunités et les défis posés par l'IA et les technologies connexes. En novembre 2019, la 40ème Conférence générale de l'UNESCO devait envisager l'élaboration d'une recommandation sur l'IA en 2020-21, si elle était approuvée par le Conseil exécutif de l'UNESCO en avril 2019.
- **UN Global Pulse**, une initiative phare du Secrétaire général de l'ONU, et l'Alliance Data-Pop sont deux initiatives de premier plan pour les questions liées aux données.
- La **Commission statistique de l'ONU** a créé le Groupe de travail mondial sur les mégadonnées au service des statistiques officielles, qui examine les avantages et les défis potentiels des mégadonnées pour compléter et améliorer les sources statistiques traditionnelles et suivre les progrès vers la réalisation des ODD.

### Organisation internationale de normalisation

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI) ont créé en 1987 un comité technique mixte (JTC 1) chargé d'élaborer des normes relatives aux technologies de l'information pour les applications commerciales et grand public. En octobre 2017, le sous-comité 42 (SC 42) a été créé dans le cadre du JTC 1 pour élaborer des normes relatives à l'IA. Le SC 42 fournit des conseils aux comités de l'ISO et de la CEI qui développent des applications d'IA, et ses activités consistent notamment à fournir un cadre et un vocabulaire communs, à identifier les approches et les architectures computationnelles des systèmes d'IA et à évaluer les menaces et les risques associés.

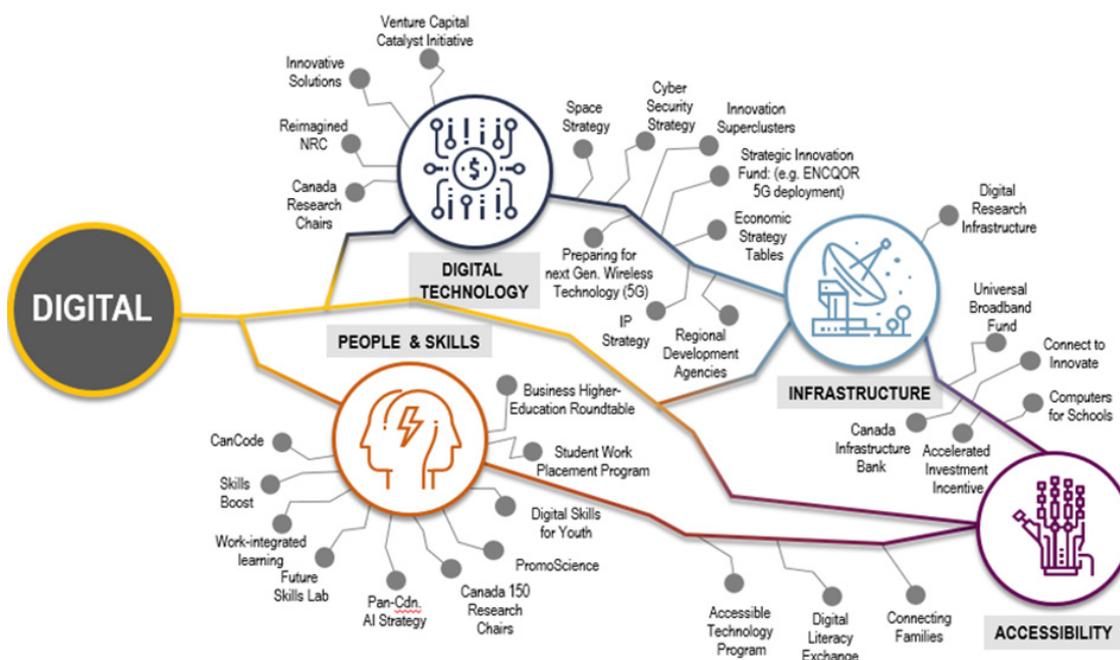
### Acteurs des données ouvertes

Les acteurs des données ouvertes comprennent des organisations à but non lucratif (par exemple, Open Knowledge, l'Open Data Institute et la World Wide Web Foundation), des organisations philanthropiques (par exemple, le réseau Omidyar), des organisations multilatérales (par exemple, le département des affaires économiques et sociales des Nations unies et la Banque mondiale), des groupes de réflexion (par exemple, le NYU Governance Lab et le Centre de recherches pour le développement international) et des organisations régionales (par exemple, l'initiative latino-américaine pour l'open data et Code for Africa).

## Annexe II: Exemples de modules d'une stratégie nationale relative à l'intelligence artificielle

### 1 Canada - Plan de compétences et d'innovation Charte numérique

L'objectif du plan est de faire du Canada une économie numérique fondée sur les données et compétitive. Il constitue un excellent exemple pour décrire les principales caractéristiques d'un système moderne de recherche et d'innovation en matière d'IA et de données.

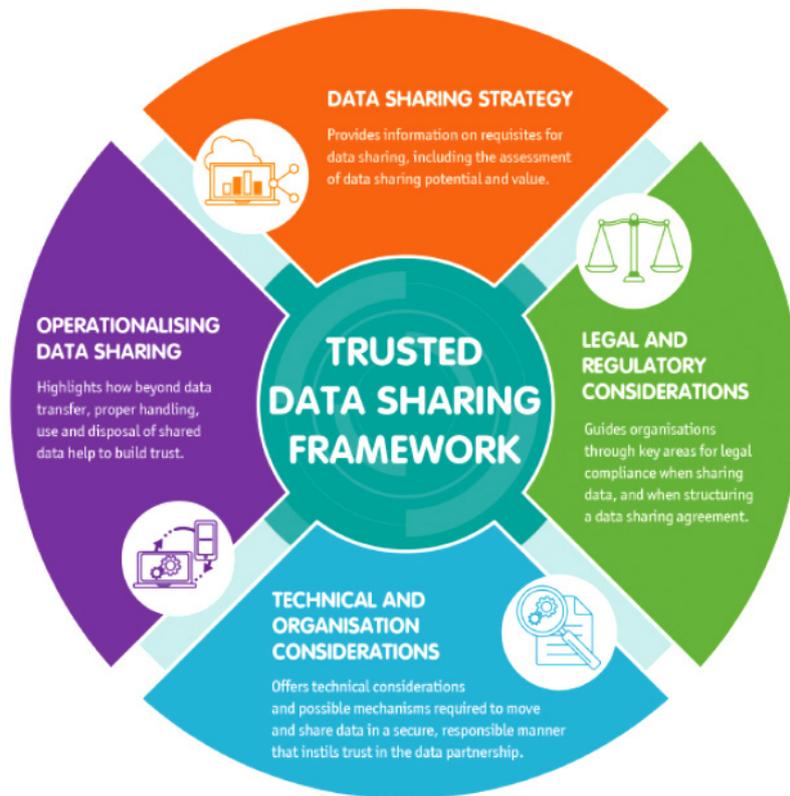


Source: Gouvernement du Canada, *La Charte numérique du Canada en Action: un plan par des Canadiens, pour les Canadiens* (2019).

### 2 Singapour - Cadre de partage des données de confiance

La stratégie nationale de Singapour en matière d'intelligence artificielle est un autre exemple de la mise en place réussie d'un cadre de partage des données de confiance, qui est un élément important pour favoriser des partenariats privés fructueux dans le domaine de l'architecture des données. Ce cadre énonce les principales considérations et garanties juridiques, réglementaires et techniques que chaque organisation doit prendre en compte et fournit des exemples de dispositions juridiques et des modèles pour rédiger des accords de partage de données. La stratégie nationale de Singapour en matière d'intelligence artificielle prévoit également la création d'un cadre de partage de données public-privé. En tant que dépositaire national des données personnelles et administratives, le gouvernement singapourien peut contribuer à stimuler le partage de données intersectorielles et l'innovation en conservant et en nettoyant les ensembles de données gouvernementales et en permettant au secteur privé d'y accéder. Le cadre de partage des données public-privé définira le périmètre, le type et la granularité des données gouvernementales pouvant être partagées avec le secteur privé, ainsi que les mesures de sauvegarde appropriées (personnes, processus et techniques). Le gouvernement identifiera les organisations qui serviront d'intermédiaires de confiance pour la fusion et la distribution

des données. Ces entités de confiance pourraient être situées dans le secteur privé ou public, selon le secteur, le type de données et l'endroit où se trouvent la plupart des données<sup>164</sup>.



Source: Stratégie nationale de Singapour en matière d'IA.

<sup>164</sup> Smart Nation Singapore, *National Artificial Intelligence Strategy: Advancing Our Smart Nation Journey* (2019).

## Bibliographie

1. *The Macroeconomic Impact of Artificial Intelligence* (PwC, 2018).
2. *Sizing the Prize* (PwC, 2017).
3. Banque mondiale *Open Data Portal*.
4. *Report on Measuring Results and Impact in the Age of Big Data: The Nexus of Evaluation, Analytics, and Digital Technology* (La Fondation Rockefeller, 2020).
5. *The Africa Data Revolution Report - Highlighting Developments in African Data Ecosystems* (PNUD, 2016).
6. *Big Data for Sustainable Development* (ONU).
7. *The Sustainable Development Goals Report* (Nations Unies, 2018).
8. *Civil Registration: Why Counting Births and Deaths is Important* (Organisation mondiale de la santé, 2014).
9. *Povcalnet* (Banque mondiale).
10. *Big Data for Development: A Primer* (United Nations Global Pulse, 2013).
11. [Recommandation UIT-T Y.3600](#) (UIT, 2015).
12. *Using Big Data and Artificial Intelligence to Accelerate Global Development* (Cohen, J. L., Kharas, H., 2018).
13. *E-Agriculture in Action: Big Data for Agriculture* (UIT et FAO, 2019).
14. *Séries Y ITU-T: Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes* (UIT, 2016).
15. *Types of Big Data* (Knowledgehut, 2016).
16. *Information and Communications for Development, Data-Driven Development* (Banque mondiale, 2018).
17. *What Are the Different Types of Metadata (and How Are They Used)?* (Merlinone).
18. *What is Personally Identifiable Information (PII)?* (Symanovich, S., 2017).
19. *Report by the Committee of Experts on Non-Personal Data Governance Framework* (Lexology, 2020).
20. *Open Data in Developing Economies: Toward Building an Evidence Base on What Works and How* (Verhulst, S. G., Young, A., 2017).
21. *Big Data and Global Development, a Primer on Using Online and Mobile Data to Make the World a Better Place* (SAS).
22. *What is Data Infrastructure?* (ODC).

23. *Tableau and PATH Fight Malaria with Data Analytics, in Unique Seattle-Based Coalition* (Geekwire, 2016).
24. *How User-Friendly Satellite Data Could Revolutionize Development* (Halais, F., 2020).
25. *How Can We Use Mobile Data to Advance Sustainable Development?* (Zaimova, R., 2016).
26. *Mobile Phone Network Data for Development* (UN Global Pulse, 2013).
27. *Mobile Big Data Solutions for a Better Future Report* (GSMA, 2019).
28. *Using Mobile Data for Development* (Digital Frontiers Institute, 2016).
29. *How Data Centers Work* (Johnson, B., 2020).
30. *What Are Data Center Tiers?* (HP Enterprise).
31. *African Datacenters: Understanding Challenges in Emerging Infrastructure in Developing Countries* (Lehrer, N., 2014).
32. *What Are Public, Private, and Hybrid Clouds?* (Microsoft Azure).
33. *Cloud Computing and Economic Growth* (Mitropoulou, P., et al, 2015).
34. *A World That Counts: Mobilising the Data Revolution for Sustainable Development* (Nations Unies, 2014).
35. *The Future of Jobs Report 2018* (Forum économique mondial, 2018).
36. *Innovation Fund Invests in Skills and Connectivity* (UNICEF, 2020).
37. *Digital Stability: How Technology Can Empower Future Generations in the Middle East* (Langendorf, 2020).
38. *Digital Skills in Sub-Saharan Africa, Spotlight on Ghana* (SFI, 2019).
39. *The Future of Africa Harnessing the Potential of Digital Technologies for All* (Banque mondiale, 2020).
40. *Figures of the Week: Digital Skills and the Future of Work in Africa* (Madden, P., Kanos, D., 2020).
41. *Despite Rise in Mobile Technology, Most of Africa is Not Ready for AI* (Gadzala, A., 2018).
42. *Is the Middle East Facing a Big Data Skills Shortage?* (Business Chief, 2020).
43. *Development Co-Operation Report 2017 Data for Development* (OCDE, 2017).
44. *Figure of the Week: Electricity Access in Africa* (Brookings, 2019).
45. *Artificial Intelligence for Africa: An Opportunity for Growth, Development, and Democratisation* (Université de Pretoria, Access Partnership, 2017).
46. *Measuring the Information Society Report 2018, Volume 1* (UIT, 2018).
47. *Measuring Digital Development Facts and Figures 2020* (UIT, 2020).

48. *Artificial Intelligence: Making France a Leader* (Gouvernement français, 2018).
49. *Artificial Intelligence for Healthcare in Africa* (Owoyemi, A., et al, 2020).
50. *Artificial Intelligence, the Road Ahead in Low and Middle-Income Countries* (World Wide Web Foundation, 2017).
51. *Discriminating Systems: Gender, Race, and Power in AI* (Myers West, S., et al, 2019).
52. *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* (Commission européenne, 2019).
53. *The Digital Universe Driving Data Growth in Healthcare: Challenges and Opportunities for IT* (EMC Digital Universe, 2014).
54. *How to Unleash the Enormous Power of Global Healthcare Data: Opinion* (UIT, 2019).
55. *Report of the International Bioethics Committee on Big Data and Health* (UNESCO, 2017).
56. *Artificial Intelligence in Society* (OCDE, 2019).
57. *From \$600 M to \$6 Billion, Artificial Intelligence Systems Poised for Dramatic Market Expansion in Healthcare* (Frost & Sullivan, 2016).
58. *Artificial Intelligence System Spots Lung Cancer Before Radiologists* (Northwestern University, 2019).
59. *Shortage of Doctors, Shortage of Data: A Review of the Global Surgery, Obstetrics, and Anaesthesia Workforce Literature* *World Journal of Surgery* 38, No. 2 (Hoyler, M., et al, 2014): 269-280 (2014).
60. *AI Set to Transform Healthcare in World's Poorer Regions* (Jack, A., 2020).
61. *Big Data Can Improve the Health of the World's Most Vulnerable: Mothers and Children* (Rao, N., 2019).
62. *Ubenwa*.
63. *Dimension 14*.
64. *Is Artificial Intelligence the Frontier Solution to Global South's Wicked Development Challenges?* (Gul, E., 2019).
65. *World Population Projected to Reach 9.8 Billion in 2050, and 11.2 Billion in 2100* (ONU, 2017).
66. *The Economic Lives of Smallholder Farmers: An Analysis Based on Household Data from Nine Countries* (FAO, 2015).
67. *What is Precision Agriculture?* (Schmaltz, R., 2017).
68. *E-Wallet Nigeria*.
69. *Vineview*.
70. *Q&A: AI for Developing Countries Must Be Adaptable and Low-Cost* (Donahue, M. Z., 2019).

71. *Farm Shots*.
72. *AI in Agriculture – Present Applications and Impact* (Faggella, D., 2020).
73. *Abundant Robotics*.
74. *Harvest Croo Robotics*.
75. *Artificial Intelligence – A Game Changer for Climate Change and the Environment* (Cho, R, 2018).
76. *App: Plantvillage Nuru*.
77. *Platform for Big Data in Agriculture: Transforming Rural Livelihoods with the Power of Information* (CGIAR).
78. *Brainly*.
79. *Freckle*.
80. *Carnegie Learning*.
81. *Thinkster*.
82. *The Future of Education Can Be Found within this AR Tablet* (Futurism Creative, 2017).
83. *Zoomi*.
84. *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development* (UNESCO, 2019).
85. *Arifu*.
86. *Andela*.
87. *Udemy*.
88. *Upgrad*.
89. *Edutel*.
90. *Kolibri*.
91. *Who Needs an AI Teacher? – With Liulishuo Founder & CTO Ben Hu* (The Harbinger, 2019).
92. *Will Liulishuo's Full on Artificial Intelligence Model Help Them in the Longrun?* (Khan, Q., 2019).
93. *Talespin*.
94. *How VR Can Help Enterprises with Training, Beyond Firing Barry* (Takahashi, D., 2019).
95. *Facts and Figures 2020* (UIT, 2020).
96. *AI Readiness Index* (Oxford Insights, 2020).

97. *White Paper Exploring Legal, Ethical and Policy Implications of Artificial Intelligence* (Stankovic, M., et al. Banque mondiale Global Forum on Law, Justice and Development, 2017).
98. *Germany AI Strategy Report* (Commission européenne, 2018).
99. *Big Data for Development: Challenges and Opportunities* (UN Global Pulse, 2012).
100. *Geographic Information as Personal Information*. *Oxford University Commonwealth Law Journal*, 10(2), 185-214 (Scassa, T., 2010).
101. *The WIRED Guide to Your Personal Data (And Who Is Using It)* (Matsakis, L., 2018).
102. *Why Data Ownership Is the Wrong Approach to Protecting Privacy* (Kerry, C. F., Morris, J. B., 2019).
103. *Can Regulators Keep Up With Emerging Technologies?* (Stankovic, M., Neftenov, N., Stankovic, B., 2020).
104. *Data Protection Rules as a Trust-Enabler in the EU and Beyond – Taking Stock*, Brussels (Commission européenne, 2019).
105. *Regulation Tomorrow: What Happens When Technology Is Faster than the Law?*, *American University Business Law Review*, Volume 6, Issue 3, 2017 (Fenwick, M. D., Kaal, W. A., Vermeulen, E. P. M., 2017).
106. *Open Data Toolkit* (Banque mondiale).
107. *New Measures to Boost Key Competences and Digital Skills, As Well As the European Dimension of Education* (Commission européenne, 2018).
108. *What Is the DQ Framework?* (DQ Institute).
109. *Skill Plus Norway*.
110. *EDUCAR Argentina*.
111. *The Role of Artificial Intelligence in Supporting Development in Emerging Markets* (IFC, 2019).
112. *Zindi Africa*.
113. *E-School Estonia*.
114. *She Will Connect* (Intel Initiative).
115. *New Partnership with UN Women to Teach Key Digital Skills to Women* (Dhalla, A., 2016).
116. *Applying Artificial Intelligence for Social Good* (Chui, M., et al, 2018).
117. *AI Strategy of Finland*.
118. *AI Strategy of Mauritius*.
119. *AI Strategy of Serbia*.

120. *Report to the Clerk of the Privy Council: A Data Strategy Roadmap for the Federal Public Service.* (Gouvernement du Canada).
121. *Colombia's AI Strategy.*
122. *National AI Strategy of Mauritius.*
123. *Mexico AI Policy.*
124. *Centre for Data Ethics and Innovation* (Royaume-Uni).
125. *Smart Dubai's Artificial Intelligence Ethics Advisory Body Convenes for Its 2nd Meeting for 2020, Explores Next Steps* (Smart Dubai, 2020).
126. *Singapore Model AI Governance Framework.*
127. *United Kingdom National Data Strategy.*
128. *Brazil AI Strategy.*
129. *National Strategy for Artificial Intelligence #Aiforall* (NITI Aayog, 2018).
130. *Artificial Intelligence Technology Strategy* (Strategic Council for AI Technology, 2017).
131. *For a Meaningful Artificial Intelligence Towards a French and European Strategy* (Villani, C., et al, 2018).
132. *Forty-Two Countries Adopt New OECD Principles on Artificial Intelligence* (OCDE, 2019).
133. *Joint Statement from Founding Members of the Global Partnership on Artificial Intelligence* (Government of the United Kingdom, 2020).
134. *National Artificial Intelligence Strategy: Advancing Our Smart Nation Journey* (Smart Nation Singapore).
135. *IDC FutureScape: Worldwide Digital Transformation 2018 Predictions* (IDC, 2018).
136. *Gender Equality and Big Data* (ONU-Femmes, 2018).
137. *Machine Bias* (Angwin, J., et al, 2016).
138. *Amazon Scraps Secret AI Recruiting Tool that Showed Bias Against Women* (Dastin, J., 2018).
139. *Data Protection under GDPR* (Union européenne, 2020).
140. *Data Philanthropy: Public and Private Sector Data Sharing for Global Resilience* (Kirkpatrick, R., 2011).
141. *#CAFDO2017: The first Francophone African Conference on Open Data and Open Government. Open Government Partnership* (Banzet, A., 2017).
142. *What is the DQ Framework?* (DQ Institute, 2020).
143. *Report to the Clerk of the Privy Council: A Data Strategy Roadmap for the Federal Public Service* (Gouvernement du Canada, 2018).

144. *AI Towards Indonesia Vision 2045*.
145. *Canada's Digital Charter in Action: A Plan by Canadians, for Canadians* (Gouvernement du Canada, 2019).
146. *Africa Code Week*.
147. *Moringa School*.
148. *Initiative de l'UIT: "Les jeunes Africaines savent coder" AFGCC*.
149. *Open Data Barometer*.
150. *Making Our Moms Proud: Reducing Maternal Mortality in Mexico* Data Science for Social Good, 4 August. Center for Data Science and Public Policy at the University of Chicago (Eng, N., 2014).
151. *Uruguay's A Tu Servicio: Empowering Citizens to Make Data-driven Decisions on Health Care* (Sangokoya, D., Clare, A., Verhulst, S., & Young, A., Brooklyn, NY: GovLab, 2016).
152. *Battling Ebola in Sierra Leone: Data Sharing to Improve Crisis Response* (Young, A., Verhulst, S., Brooklyn, NY: GovLab, 2016).
153. *You're Very Easy to Track Down, Even When Your Data Has Been Anonymized* (MIT Technology Review, 2019).
154. *Digital Agriculture: Improving Profitability* (Accenture Research, 2020).
155. *How People Are Using AI to Detect and Fight the Coronavirus* (Venture Beat, 2020).
156. *Hospitals Tap AI to Help Manage Coronavirus Outbreak* (The Wall Street Journal, 2020).
157. *Israeli Innovators Harness Artificial Intelligence Technologies to Curb the Global COVID-19 Pandemic* (Forbes, 2020)
158. *How do COVID-19 Tracing Apps Work and What Kind of Data Do They Use?* (BBVA, 2020).
159. *The Use of Census Migration Data to Approximate Human Movement Patterns across Temporal Scales* (Wesolowski, A. et al., 2013).
160. *DiSARM* (2020).
161. *Microsoft Premonition* (2015).

**Office of the Director**  
**International Telecommunication Union (ITU)**  
**Telecommunication Development Bureau (BDT)**  
Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Email: [bdtdirector@itu.int](mailto:bdtdirector@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5035/5435  
Fax: +41 22 730 5484

#### Digital Networks and Society (DNS)

Email: [bdt-dns@itu.int](mailto:bdt-dns@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5421  
Fax: +41 22 730 5484

#### Digital Knowledge Hub Department (DKH)

Email: [bdt-dkh@itu.int](mailto:bdt-dkh@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5900  
Fax: +41 22 730 5484

**Office of Deputy Director and Regional Presence**  
**Field Operations Coordination Department (DDR)**  
Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Email: [bdtdeputydir@itu.int](mailto:bdtdeputydir@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5131  
Fax: +41 22 730 5484

#### Partnerships for Digital Development Department (PDD)

Email: [bdt-pdd@itu.int](mailto:bdt-pdd@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5447  
Fax: +41 22 730 5484

## Africa

### Ethiopia

**International Telecommunication Union (ITU) Regional Office**  
Gambia Road  
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3<sup>rd</sup> floor  
P.O. Box 60 005  
Addis Ababa  
Ethiopia

Email: [itu-ro-africa@itu.int](mailto:itu-ro-africa@itu.int)  
Tel.: +251 11 551 4977  
Tel.: +251 11 551 4855  
Tel.: +251 11 551 8328  
Fax: +251 11 551 7299

### Cameroon

**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau de zone**  
Immeuble CAMPOST, 3<sup>e</sup> étage  
Boulevard du 20 mai  
Boîte postale 11017  
Yaoundé  
Cameroon

Email: [itu-yaounde@itu.int](mailto:itu-yaounde@itu.int)  
Tel.: + 237 22 22 9292  
Tel.: + 237 22 22 9291  
Fax: + 237 22 22 9297

### Senegal

**Union internationale des télécommunications (UIT)**  
**Bureau de zone**  
8, Route des Almadies  
Immeuble Rokhaya, 3<sup>e</sup> étage  
Boîte postale 29471  
Dakar - Yoff  
Senegal

Email: [itu-dakar@itu.int](mailto:itu-dakar@itu.int)  
Tel.: +221 33 859 7010  
Tel.: +221 33 859 7021  
Fax: +221 33 868 6386

### Zimbabwe

**International Telecommunication Union (ITU) Area Office**  
TelOne Centre for Learning  
Comer Samora Machel and Hampton Road  
P.O. Box BE 792  
Belvedere Harare  
Zimbabwe

Email: [itu-harare@itu.int](mailto:itu-harare@itu.int)  
Tel.: +263 4 77 5939  
Tel.: +263 4 77 5941  
Fax: +263 4 77 1257

## Americas

### Brazil

**União Internacional de Telecomunicações (UIT)**  
**Escritório Regional**  
SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo  
Magalhães,  
Bloco "E", 10<sup>o</sup> andar, Ala Sul  
(Anatel)  
CEP 70070-940 Brasília - DF  
Brazil

Email: [itubrasilia@itu.int](mailto:itubrasilia@itu.int)  
Tel.: +55 61 2312 2730-1  
Tel.: +55 61 2312 2733-5  
Fax: +55 61 2312 2738

### Barbados

**International Telecommunication Union (ITU) Area Office**  
United Nations House  
Marine Gardens  
Hastings, Christ Church  
P.O. Box 1047  
Bridgetown  
Barbados

Email: [itubridgetown@itu.int](mailto:itubridgetown@itu.int)  
Tel.: +1 246 431 0343  
Fax: +1 246 437 7403

### Chile

**Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**  
**Oficina de Representación de Área**  
Merced 753, Piso 4  
Santiago de Chile  
Chile

Email: [itusantiago@itu.int](mailto:itusantiago@itu.int)  
Tel.: +56 2 632 6134/6147  
Fax: +56 2 632 6154

### Honduras

**Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**  
**Oficina de Representación de Área**  
Colonia Altos de Miramontes  
Calle principal, Edificio No. 1583  
Frente a Santos y Cía  
Apartado Postal 976  
Tegucigalpa  
Honduras

Email: [itutegucigalpa@itu.int](mailto:itutegucigalpa@itu.int)  
Tel.: +504 2235 5470  
Fax: +504 2235 5471

## Arab States

### Egypt

**International Telecommunication Union (ITU) Regional Office**  
Smart Village, Building B 147,  
3<sup>rd</sup> floor  
Km 28 Cairo  
Alexandria Desert Road  
Giza Governorate  
Cairo  
Egypt

Email: [itu-ro-arabstates@itu.int](mailto:itu-ro-arabstates@itu.int)  
Tel.: +202 3537 1777  
Fax: +202 3537 1888

## Asia-Pacific

### Thailand

**International Telecommunication Union (ITU) Regional Office**  
Thailand Post Training Center  
5<sup>th</sup> floor  
111 Chaengwattana Road  
Laksi  
Bangkok 10210  
Thailand

*Mailing address:*  
P.O. Box 178, Laksi Post Office  
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Email: [ituasiapacificregion@itu.int](mailto:ituasiapacificregion@itu.int)  
Tel.: +66 2 575 0055  
Fax: +66 2 575 3507

### Indonesia

**International Telecommunication Union (ITU) Area Office**  
Sapta Pesona Building  
13<sup>th</sup> floor  
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17  
Jakarta 10110  
Indonesia

*Mailing address:*  
c/o UNDP – P.O. Box 2338  
Jakarta 10110, Indonesia

Email: [ituasiapacificregion@itu.int](mailto:ituasiapacificregion@itu.int)  
Tel.: +62 21 381 3572  
Tel.: +62 21 380 2322/2324  
Fax: +62 21 389 5521

## CIS

### Russian Federation

**International Telecommunication Union (ITU) Regional Office**  
4, Building 1  
Sergiy Radonezhsky Str.  
Moscow 105120  
Russian Federation

Email: [itumoscow@itu.int](mailto:itumoscow@itu.int)  
Tel.: +7 495 926 6070

## Europe

### Switzerland

**International Telecommunication Union (ITU) Office for Europe**  
Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Email: [euregion@itu.int](mailto:euregion@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5467  
Fax: +41 22 730 5484

**Union internationale des télécommunications**  
Bureau de Développement des Télécommunications  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

ISBN: 978-92-61-32782-8



9 789261 327828

Publié en Suisse  
Genève, 2021  
Crédits photos: Shutterstock