

**L'IA POUR L'AFRIQUE :
L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DU
DÉVELOPPEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE DE L'AFRIQUE**



AUDA-NEPAD
AFRICAN UNION DEVELOPMENT AGENCY

A propos de l'UA et de l'AUDA-NEPAD

L'UNION AFRICAINE

L'Union africaine (UA) est un organisme continental composé des 55 pays du continent africain. Elle a été créée le 26 mai 2001 à Addis-Abeba, en Éthiopie, et lancée le 9 juillet 2002 en Afrique du Sud¹ dans le but de remplacer l'Organisation de l'unité africaine (OUA). Les décisions les plus importantes de l'UA sont prises par l'Assemblée de l'Union africaine, une réunion semestrielle des chefs d'État et de gouvernement de ses États membres. Le secrétariat de l'UA, la Commission de l'Union africaine, est basé à Addis-Abeba en Éthiopie.

L'UA a été créée à la suite de la déclaration de Syrte, le 9 septembre 1999, des chefs d'État et de gouvernement de l'Organisation de l'unité africaine (OUA). L'UA est fondée sur une vision commune d'une Afrique unie et forte et sur la nécessité de construire un partenariat entre les gouvernements et tous les segments de la société civile, en particulier les femmes, les jeunes et le secteur privé, afin de renforcer la solidarité et la cohésion entre les peuples d'Afrique. En tant qu'organisation continentale, elle se concentre sur la promotion de la paix, de la sécurité et de la stabilité. Le travail de développement de l'UA est guidé par l'Agenda 2063 de l'UA, qui est un plan sur 50 ans visant à exploiter l'avantage comparatif de l'Afrique pour concrétiser la vision de "L'Afrique que nous voulons".

AGENCE DE DÉVELOPPEMENT DE L'UNION

L'Agence de développement de l'Union africaine (AUDA-NEPAD) est un cadre stratégique pour le développement socio-économique panafricain. L'AUDA-NEPAD est le fer de lance des dirigeants africains pour relever les défis critiques auxquels le continent est confronté, notamment la pauvreté, le développement et la marginalisation internationale de l'Afrique. L'AUDA-NEPAD offre des opportunités uniques aux pays africains de prendre le contrôle total de leurs agendas de développement, de travailler plus étroitement ensemble et de coopérer plus efficacement avec les partenaires internationaux.

L'AUDA-NEPAD est coordonné et facilité par l'Agence de planification et de coordination du NEPAD (AUDA-NEPAD) qui a été créée en février 2010 à la suite de l'intégration du NEPAD dans les structures et processus de l'UA. L'AUDA-NEPAD gère un certain nombre de programmes et de projets dans quatre portefeuilles d'investissement, à savoir la gouvernance des ressources naturelles, la jeunesse et le développement des compétences, l'intégration régionale, les infrastructures et le commerce, et l'industrialisation, la science, la technologie et l'innovation.

¹ A propos de l'Union africaine

Rapport du groupe de haut niveau de l'UA sur les technologies émergentes : Intelligence artificielle pour l'Afrique :

Ce rapport technologique est le produit du groupe de haut niveau de l'Union africaine sur les technologies émergentes (APET). Il fait partie d'un effort plus large de l'Agence de développement de l'Union africaine (AUDA-NEPAD) pour promouvoir la connaissance et l'apprentissage, partager des idées, fournir un accès libre à ses recherches et contribuer à la politique de développement. Les articles présentés dans le rapport technologique de l'APET sont considérés comme ayant un rapport avec la mission de l'AUDA-NEPAD et ses objectifs stratégiques, conformément à l'Agenda 2063 de l'UA, qui est une vision panafricaine d'une Afrique intégrée, prospère et pacifique, dirigée par ses propres citoyens et représentant une force dynamique sur la scène internationale.³⁰⁰⁰

Citation : Rapport technologique APET de l'AUDA-NEPAD sur l'intelligence artificielle pour l'Afrique :
Mettre l'intelligence artificielle pour le développement socio-économique de l'Afrique.

© Agence de développement de l'Union africaine - NEPAD
(AUDA-NEPAD) 230 15th Road, Randjespark, Midrand,
Johannesburg, 1685, Afrique du Sud

+27 11 256 3600
www.nepad.org

Twitter
[@Nepad_agency](https://twitter.com/Nepad_agency)

ISBN : 978-1-990964-03-

Août 2021

Droits et autorisations

Tous droits réservés

Le texte et les données de cette publication peuvent être reproduits si la source est citée. La reproduction à des fins commerciales est interdite. Les rapports technologiques de l'APET diffusent les conclusions des travaux en cours, les résultats des recherches préliminaires, ainsi que les expériences et les enseignements en matière de développement, afin d'encourager l'échange d'idées et de réflexions novatrices entre les chercheurs, les praticiens du développement, les décideurs et les partenaires du développement. Les résultats, interprétations et conclusions exprimés dans les rapports technologiques APET de l'AUDA-NEPAD sont entièrement ceux des auteurs et ne représentent pas nécessairement l'opinion de l'Agence de développement de l'Union africaine ou des États membres de l'Union africaine. Les rapports technologiques de l'APET sont disponibles en ligne à l'adresse <https://www.auda-nepad.org>

Groupe de haut niveau de l'Union africaine sur les technologies émergentes (APET)

AUTEURS

1. Groupe de haut niveau de l'UA sur les technologies émergentes, et
2. Secrétariat de l'APET
3. Experts et chercheurs africains en intelligence artificielle

PRESIDENCE D'APET

Yaye Kène Gassama, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal

MEMBRES DU GROUPE

Abdallah Daar, Université de Toronto, Canada

Berhanu M. Abegaz, Académie africaine des sciences, Éthiopie

Francine Ntouni, Fondation Congolaise pour la Recherche Médicale, Congo-Brazzaville

Karim Maredia, Université d'État du Michigan (MSU), East Lansing, Michigan, USA

Oye Ibidapo-Obe, (Décédé) Federal University Ndufu Alike, Ikwo (FUNAI), Nigéria

Rachel Chikwamba, Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR), Afrique du Sud

Roseanne Diab, Académie des sciences d'Afrique du Sud (ASSAf), Afrique du Sud

Shireen Assem, Centre de recherche agricole et Institut de recherche en génie génétique et biotechnologie (AGERI), Égypte

ÉQUIPE DE RECHERCHE

Thomas Meyer (Université de Cape Town), **Deshen Moodley** (Université de Cape Town), **Nelishia Pillay** (Université de Pretoria), **Vukosi Marivate** (Université de Pretoria, Deep Learning Indaba), **Emma Rutkamp-Bloem** (Université de Pretoria), **Sunday Ojo** (Tshwane University of Technology), **Sunday Asaolu** (Université de Lagos), **Michael Zimba** (Mzuzu University), **Terence van Zyl** (Université de Johannesburg), **Darlington Ahiale Akogo** (MinoHealth AI Labs), **Immaculate Motsi-Omojiade** (Université de Birmingham), **Towela Nyirenda-Jere** (AUDA-NEPAD), **Diran Makinde** (décédé) (AUDA-NEPAD), **Aggrey Ambali** (AUDA-NEPAD), **Justina Dugbazah** (AUDA-NEPAD), **Lukovi Seke** (AUDA-NEPAD), **Barbara Glover** (AUDA-NEPAD), **Andriette Ferreira** (AUDA-NEPAD), **Wasswa William** (Mbarara University of Science and Technology, Uganda), **Moktar Sellami** Direction du Développement Technologique et de l'Innovation (MERS)

SECRÉTARIAT DE L'APET

Aggrey Ambali – AUDA-NEPAD

Justina Dugbazah – AUDA-NEPAD

Barbara Glover – AUDA-NEPAD

Thelma Dlamini – AUDA-NEPAD

Chifundo Kungade – AUDA-NEPAD

Mahama Ouedraogo – Commission de l'Union africaine

Monica Idinoba – Commission de l'Union africaine

Hambani Masheleni – Commission de l'Union africaine

REMERCIEMENTS

Nous remercions les différents experts identifiés par le Groupe de haut niveau de l'Union africaine sur les technologies émergentes, qui ont apporté leurs contributions et leurs commentaires sur les versions précédentes de ce rapport.

Hommages

Prof Calestous Juma

"Pour toute une génération, et peut-être pour les futures générations de dirigeants, il a été un enseignant et un penseur exceptionnel, ainsi que l'une des lumières de l'Afrique dans la sphère intellectuelle." – **Dr Ibrahim Mayaki, AUDA-NEPAD**

"Ceux qui ont eu le plaisir de le rencontrer - ou de communiquer avec lui en ligne et hors ligne - témoigneront de sa chaleur, de son amour de l'apprentissage et de sa grande générosité. » - **S. E. Uhuru Kenyatta, Président de la République du Kenya**

"Calestous était un champion infatigable du développement économique et social en Afrique. Son héritage perdurera grâce aux fruits de ses nombreuses années de travail en tant qu'universitaire passionné, défenseur intrépide et mentor pour les étudiants et les décideurs politiques du monde entier."

"Nous avons perdu un esprit brillant qui se consacrait à l'innovation, à l'éducation et à la prospérité de l'Afrique."
- **S.E. Paul Kagame, Président de la République du Rwanda**

"Doté d'un immense esprit, d'un charme, d'un courage, d'un humour et d'une modestie - une combinaison rare - le professeur Juma était un conseiller de confiance pour les chefs d'État et de gouvernement du monde entier sur les questions cruciales qui touchent l'humanité aujourd'hui."

Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA)

Prof Diran Makinde

Nombreux sont ceux qui, en Afrique et dans le monde, se souviendront longtemps du professeur Oladiran Martin Makinde comme d'un champion de l'exploitation de la science, de la technologie et de l'innovation pour améliorer les conditions de vie des peuples d'Afrique. Mais ceux d'entre nous qui ont vécu et travaillé avec lui presque tous les jours et qui souffriront longtemps de sa disparition connaissent le professeur Diran (comme nous l'appelions communément) sous de nombreux autres titres qu'il a portés : Époux. Père. Frère. Grand père. Directeur, mentor, conseiller et bien d'autres encore.

Il était la personne ensoleillée et joyeuse qui illuminait chaque moment avec son sourire contagieux, que vous le rencontriez dans les couloirs, dans la cuisine du personnel, dans la salle du conseil pour les réunions, mais partout et toujours. Il avait une incroyable capacité à s'adapter et à travailler avec les gens, indépendamment de leurs points de vue différents. Il chérissait la vie et la vie le chérissait et tous ceux qui l'ont rencontré, tous ceux qui l'ont connu se souviendront de son sourire invincible et de son rire contagieux.

Un vrai gentleman avec un grand sens de la vie, qui a été à la hauteur de l'énergie positive qu'il a choisi d'apporter à ceux avec qui il a interagi et interagi chaque jour. Sa sagesse et ses conseils ont joué un rôle déterminant dans la création d'ABNE et le succès qu'elle continue d'obtenir à ce jour est le résultat des éléments de base solides que lui et d'autres ont contribué à mettre en place il y a 10 ans.

Nous ne nous sommes pas encore remis du décès du professeur Diran. Nous ne pouvons pas savoir avec certitude pourquoi il nous a quittés si tôt. Mais nous restons réconfortés par l'assurance que nous nous retrouverons un jour. Nous prions pour le confort, la force et la paix pour tous ses proches.

Prof Oyewusi Ibidapo-Oye

En décembre 2016, le regretté professeur Oyewusi Ibidapo-Obe a été nommé membre du panel de haut niveau de l'Union africaine sur les technologies émergentes (APET) par le président de la Commission de l'Union africaine (CUA) de l'époque, S.E. Dr Nkosazana Dlamini Zuma. C'est ainsi qu'a commencé notre voyage avec cet éminent expert que nous appelons affectueusement Prof Oye.

Son esprit, son ambiance et son sens de l'accueil sont des caractéristiques qu'il a apportées à l'APET et qui ne seront pas oubliées de sitôt.

La caractéristique du professeur Oye de sacrifier son temps et son énergie pour le continent était tout à fait authentique - il le faisait avec charme et joie et avait toujours quelque chose à apporter aux discussions. Il était toujours prêt à offrir au panel des suggestions d'experts continentaux qui peuvent contribuer au développement de l'Afrique.

Nous nous souvenons de l'hommage affectueux qu'il a rendu au défunt professeur Calestous Juma, et de la joie avec laquelle il a parlé de poursuivre son héritage - qu'il a adéquatement rempli. Aujourd'hui, nous nous souvenons de quelqu'un dont l'héritage a influencé de nombreuses personnes dans le monde entier, notamment les jeunes, qui étaient son cœur.

Le professeur Oye était passionné par le maintien des connaissances indigènes de l'Afrique et l'AUDA-NEPAD s'engage à poursuivre ses idées sur l'exploitation efficace de nos connaissances indigènes pour relever les défis continentaux.

Prof Oye! Ta vie a été une bénédiction, ta mémoire un trésor, tu es aimé au-delà des mots et tu nous manques au-delà de toute mesure. Le jour où nous avons appris ta mort, c'était comme un rêve. La mort nous attend tous, mais nous ne pouvions pas accepter que c'était ton heure. Dans les quelques jours qui ont précédé ta mort, tu étais activement avec nous, alors c'était si difficile d'accepter que tu ne sois plus avec nous.

Table des matières

A PROPOS DE L'UA ET DU NEPAD	i
Union africaine (UA)	i
Le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD)	i
MEMBRES DU GROUPE AFRICAIN DE HAUT NIVEAU SUR LES TECHNOLOGIES ÉMERGENTES	ii
Co-présidents	ii
Membres du groupe	ii
Chercheurs	ii
Remerciements	ii
HOMMAGES	iii
Prof Calestous Juma	iv
Prof Diran Makinde	iv
Prof Oyewusi Ibidapo-Oye	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
FIGURES	viii
TABLEAUX	viii
ACRONYMES	ix
RÉSUMÉ EXÉCUTIF	1
1. INTRODUCTION	3
1.1 L'IA et l'Union africaine	3
1.2 Défis actuels sur le continent	4
1.2.1 Santé	4
1.2.2 Agriculture	4
1.2.3 Éducation	5
1.2.4 Énergie	5
2. TECHNOLOGIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	6
2.1 Définition de l'IA	6
2.2 Aperçu des différents types d'IA	7
2.3 Intelligence générale artificielle (IA forte)	9
2.3.1 Tests pour déterminer l'intelligence des machines d'IA	9
2.3.2 Premières estimations de la puissance de traitement nécessaire pour émuler le cerveau humain	9
2.3.3 Modélisation des neurones	10
2.3.4 Critiques des approches fondées sur la simulation	11
2.3.5 IA forte et conscience	11
2.3.6 Controverses et dangers de l'AGI	11
2.4 Intelligence artificielle spécialisée (IA faible)	12

2.5	S'attaquer aux mythes et aux idées fausses concernant la technologie de l'IA	13
2.6	Progrès récents en matière d'IA	15
2.7	Conclusion.....	17
3.	APPLICATIONS ET OPPORTUNITES DE L'IA	18
3.1	Applications actuelles et futures possibles de l'IA.....	18
3.2	Opportunités.....	18
3.3	Utilisations actuelles de l'IA en Afrique.....	19
3.3.1	<i>Agriculture</i>	19
3.3.2	<i>Activité minière</i>	21
3.3.3	<i>Fabrication</i>	21
3.3.4	<i>Santé</i>	22
3.3.5	<i>Énergie</i>	23
3.3.6	<i>Éducation</i>	23
3.3.7	<i>Finance</i>	24
3.3.8	<i>Patrimoine culturel africain</i>	25
3.3.9	<i>Prestation de services publics</i>	25
3.4	Conclusion.....	26
4.	PERTINENCE DE L'IA POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AFRIQUE	27
4.1	Priorités de l'IA et de la STISA-2014	27
4.2	Quelques directives pour mettre l'IA au service du développement de l'Afrique	34
4.2.1	<i>Cadre d'évaluation des besoins en matière d'AIT</i>	34
4.2.2	<i>Infrastructure d'assistance</i>	35
4.2.3	<i>Cadre réglementaire et politique</i>	35
4.2.4	<i>Créer un environnement de collaboration</i>	35
4.3	Conclusion.....	36
	CONSIDÉRATION POLITIQUE ET RÉGLEMENTAIRE	37
5.	5.1 Stratégies d'IA	37
5.2	Principes directeurs	38
5.2.1	<i>Principe du développement et du transfert des S&T</i>	39
5.2.2	<i>Principe des solutions africaines aux problèmes africains</i>	39
5.2.3	<i>Principe de la prise en compte de la diversité</i>	39
5.2.4	<i>Principe de la gestion sociale de l'IA</i>	39
5.2.5	<i>Principes de l'IA pour le bien de tous</i>	39
5.3	Questions juridiques et réglementaires.....	40
5.4	Considérations sur les recommandations réglementaires exploitables	40
5.5	Espace politique de l'IA.....	41
5.6	Conclusion.....	42

6. DÉFIS ET SOLUTIONS À VENIR.....	44
6.1 Défis de la mise en œuvre de l'IA pour le développement et la croissance socio-économiques	44
6.2 Opportunités et défis d'investissement	45
6.3 Conclusion.....	49
7 CONSIDÉRATIONS SOCIOCULTURELLES ET DE GENRE	51
7.1 Éducation et avenir du travail	51
7.2 Éthique des données : Apprentissage automatique équitable, responsable et transparent	52
7.3 Éthique de la machine: Robots sociaux et le projet d'agent moral artificiel	52
7.3.1 Responsabilité morale	53
7.4 Défis juridiques	53
7.4.1 L'utilisation de l'IA dans le système judiciaire et la justice prédictive	53
7.5 Prise en compte du genre	54
7.6 Conclusion	55
8. RECHERCHE, DÉVELOPPEMENT ET INNOVATION	56
8.1 Explications possibles de la lenteur de la recherche sur l'IA	56
8.2 Arguments en faveur d'une recherche de pointe en matière d'IA	57
8.3 Recherche sur l'IA et indigénisation.....	58
8.4 Ressource, Ressource, Ressource.....	59
8.5 Implication du gouvernement.....	59
8.6 Conclusion.....	60
9. JEUNESSE, COMPETENCES ET DEVELOPPEMENT DES CAPACITES	61
9.1 Dynamisme de la jeunesse.....	61
9.2 Développement des compétences à partir de la base	61
9.3 Des résultats au delà des diplômes	61
9.4 Représentation et inclusivité.....	62
9.5 Développement des capacités de l'IA sur le continent africain.....	62
9.6 Qualifications, requalification et employabilité.....	63
9.7 Conclusion.....	63
10. RECOMMANDATIONS POUR ADOPTION ET IMPLEMENTATION DE L'IA	65
10.1 Infrastructure nationale d'IA	65
10.2 Sensibilisation, éducation et recherche en matière d'IA	65
10.3 Développer des outils, des normes et des plateformes d'IA.....	65
10.4 Concevoir des interventions politiques et réglementaires pour l'IA	66
10.5 Affecter des ressources spécifiques aux initiatives nationales en matière d'IA	66
10.6 Création d'un institut de l'UA chargé de coordonner et de soutenir la stratégie, les ressources et les initiatives nationales en matière d'IA	66
10.7 Conclusion	67
1 BIBLIOGRAPHIE.....	68

Figures

Figure 1.	Le rôle de la STI dans la réalisation de la vision de l'Union africaine.....	4
Figure 2.	Estimations de la puissance de traitement nécessaire pour émuler un cerveau humain à différents niveaux. (Sandberg etc. AI. 2009)	10
Figure 3.	Les six priorités de STISA-2024	27
Figure 4.	Cadre IA ETAC (Emerging technology analysis canvas) (Perera, 2018).....	34
Figure 5.	Projection de l'augmentation du PIB et des bénéfices générés par les technologies de l'IA dans le monde ..	54
Figure 6.	Jeunes entreprises africaines adoptant des technologies basées sur l'intelligence artificielle	55
Figure 7.	Investissements de démarrage (millions de dollars) en 2019 supérieurs à 1 million de dollars en Afrique ..	56
Figure 8.	Total des financements en capital-risque par pays en 2018 (en millions de dollars US).....	56
Figure 9.	Principaux résultats de la recherche littéraire mondiale en IA ces derniers temps Source de l'image : Centre de ressources AI d'Elsevier	64
Figure 10.	Une étude bibliométrique descriptive de l'intelligence artificielle des articles scientifiques sur les tendances de la recherche dans les pays africains couvrant la période jusqu'en 2020	71

Tableaux

TABEAU 1: LIAISON DES OBJECTIFS DE L'UA A L'HORIZON 2063 AVEC QUELQUES CAS

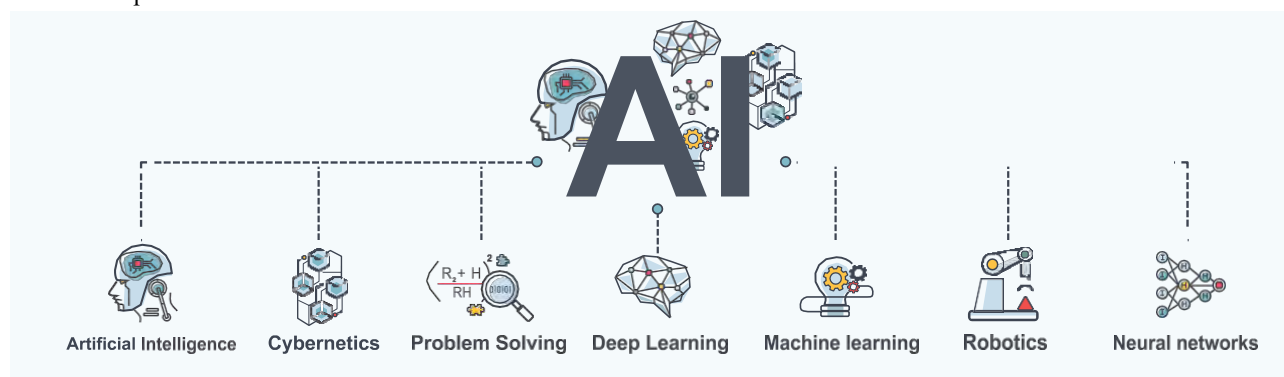
Acronymes

AUDA-NEPAD	Agence de développement de l'Union africaine - Nouveau partenariat pour le
AUC	Commission de l'Union africaine
AI	Intelligence artificielle
AIST	Science et technologie de l'intelligence artificielle
AIT	Technologie de l'intelligence artificielle
AMA	Agent moral artificiel
AU	Union africaine
CAADP	Programme détaillé de développement de l'agriculture africaine
CJDIET	Dialogue exécutif Caledonius Juma sur l'innovation et les technologies émergentes
COVID-19	Maladie du Corona virus 2019.
ETAC	Analyse des technologies émergentes
GDP	Produit intérieur brut en toile
GPS	Système de positionnement global
IoT	Internet des objets
K	Représentation des connaissances et
R	raisonnement
LOIS	Systèmes d'armes autonomes létaux Cours massifs ouverts en ligne
MOOC	Traitement du langage naturel
NLP	Organisation de l'unité africaine
OAU	Programme de développement des infrastructures en Afrique Union
PIDA	panafricaine pour la science et la technologie Science et
PUST	technologie
S&T	Objectifs de développement durable
SDGs	Sciences, technologies, ingénierie et mathématiques
STEM	Sciences, technologies et innovation
STI	Stratégie pour la science, la technologie et l'innovation en Afrique
STISA	Véhicules aériens sans pilote
UAPs	

Résumé exécutif

Les décideurs africains et mondiaux partagent la même motivation d'améliorer les moyens de subsistance des populations africaines par le biais d'aspirations de développement socio-économique connues sous le nom d'Agenda 2063 de l'Union africaine (UA) et d'Objectifs de développement durable (ODD). Ces aspirations en matière de développement socio-économique sont représentatives de l'énergie et de l'enthousiasme partagés autour du potentiel de croissance des États membres africains. Selon des projections récentes, les technologies basées sur l'intelligence artificielle (IA) pourraient doubler le taux de croissance du produit intérieur brut (PIB) des pays africains d'ici 2035, ce qui témoigne de l'impact socio-économique à long terme de l'IA dans le monde. Cela signifie donc que l'exploitation d'une partie seulement des technologies de l'IA contribuerait de manière significative au développement socio-économique du continent africain et à la réduction de la pauvreté dans certains secteurs économiques. Les principaux secteurs économiques concernés sont l'agriculture, les soins de santé, les services publics, l'exploitation minière, l'industrie et les services financiers, pour lesquels les technologies basées sur l'IA, soutenues par des politiques appropriées et des cadres éthiques et juridiques, peuvent considérablement stimuler la croissance et le développement

Selon le STISA-2024, l'Agenda 2063 et les SDG de l'Afrique, l'Afrique aspire à mobiliser et à promouvoir la croissance d'un système économique basé sur la technologie de l'intelligence artificielle pour le continent africain. Pour réaliser ces aspirations, il faut donc des politiques avant-gardistes, des start-ups innovantes basées sur l'IA, des partenaires technologiques mondiaux de l'IA, des groupes de la société civile et des acteurs internationaux. Cependant, il existe des développements politiques structurels et systématiques que l'Afrique doit adopter afin de faire progresser un système économique sain basé sur l'IA pour le continent africain. Cela signifie que le système éducatif doit être adapté beaucoup plus rapidement à un système d'éducation axé sur l'IA en vue de créer des possibilités d'emploi pour les jeunes, en particulier pour les femmes et les filles. L'inégalité entre les sexes dans les domaines des sciences, des technologies et de l'ingénierie (STEM) montre que moins de 30 % des femmes font partie de la communauté mondiale de la recherche scientifique. En outre, les femmes sont moins de 22% dans les domaines liés à l'IA, plus particulièrement parmi les chercheurs des pays francophones que des pays anglophones. Les pays africains doivent donc résoudre ces problèmes de genre STEM. Ce déséquilibre aura des conséquences dramatiques sur le marché du travail si cette lacune n'est pas comblée.



L'adaptation de la technologie de l'IA à l'économie africaine s'accompagne de défis inhérents au développement. Notamment, des idées fausses ont été répandues à l'encontre des technologies de l'IA. Selon les projections, l'IA représente un danger grave et imminent pour l'avenir de l'humanité. Par exemple, il a été prédit que le chômage et les inégalités pourraient augmenter en raison de l'adoption et de la mise en œuvre de l'IA à l'échelle mondiale, contribuant ainsi à un chômage massif et à des niveaux d'inégalité accrus. Cela repose sur le fait que les outils et les artefacts basés sur l'IA peuvent remplacer complètement les activités humaines dans certains secteurs de l'économie ou se transformer en êtres supérieurs et incontrôlables. Toutefois, ce raisonnement ne tient pas compte du potentiel et des avantages considérables de la mise en œuvre des technologies d'IA dans les systèmes africains. En revanche, il faudra un certain temps avant que les machines à IA généralisée (IA forte), c'est-à-dire les machines super intelligentes capables de fonctionner comme les humains, soient pleinement développées et exploitées.

En outre, les technologies basées sur l'IA améliorent déjà les secteurs de l'éducation, du commerce, de la banque, des soins de santé, de l'agriculture et des mines. Les gouvernements africains doivent donc relever ces défis et saisir ces opportunités en créant des directives et des politiques appropriées, telles que des cadres juridiques, éthiques, réglementaires, de sécurité et de protection de la vie privée. Par conséquent, différents États membres africains ont présenté de nombreuses stratégies d'IA et ont investi dans l'exploitation du déploiement de la technologie de l'IA pour le développement socio-économique de leurs pays, mais il est nécessaire d'investir davantage dans la technologie de l'IA. Certains domaines sont indiqués ci-dessous.

Politique et règlements : Les pays africains doivent élaborer des politiques et des stratégies spécifiques à l'IA au cours des cinq prochaines années. À l'heure actuelle, seul le Kenya a mis en place un groupe de travail sur l'IA axé sur une stratégie nationale, parmi tous les États membres de l'UA. Les pays africains doivent donc renforcer leurs capacités politiques et élaborer des cadres réglementaires nationaux, régionaux et continentaux en matière d'IA, adaptés au contexte africain. En outre, il est nécessaire de canaliser les investissements vers des solutions prioritaires pour le développement de l'IA. L'Agenda 2063 et la Convention sur la cybersécurité et la protection des données personnelles de l'UA pourraient offrir une telle vision commune aux pays africains. Il pourrait aider les pays à créer des plateformes et des réseaux de collaboration afin d'informer et de développer des politiques spécifiques à l'IA dans au moins 30 pays africains au cours des cinq prochaines années. Il est également indispensable de formuler des politiques et des cadres réglementaires adaptés au contexte africain, au lieu de copier-coller des cadres politiques occidentaux qui ne répondent pas aux besoins et aux opportunités spécifiques des Africains. Ces priorités et ces orientations de l'IA doivent être déterminées aux niveaux national, régional et continental afin d'ouvrir la voie à l'innovation, de limiter les dommages liés à l'adoption des technologies d'IA et de soutenir les droits de l'homme, la sécurité et la vie privée.

Compétences et infrastructures : Il est nécessaire de créer un conduit de programmes d'enseignement de niveau tertiaire spécialisés dans l'IA, la science des données et d'autres domaines interdisciplinaires. Le renforcement des compétences et des capacités des Africains peut améliorer l'avenir et la force de l'IA par le biais de la communauté, ainsi que la formalisation de la formation et du recrutement des talents de l'IA en Afrique. Par exemple, il pourrait y avoir la création de 400 doctorats africains en IA, en science des données et dans d'autres domaines interdisciplinaires au cours des cinq prochaines années. Cela permettra et facilitera la formation d'une infrastructure et d'une capacité appropriées en matière d'IA. En outre, cela pourrait renforcer la force et l'agilité des systèmes éducatifs afin de saisir les nouvelles opportunités numériques et étayer les investissements dans les résultats d'apprentissage en matière d'apprentissage automatique, d'intelligence artificielle et de sciences des données en Afrique. En outre, il est nécessaire de ne pas se focaliser uniquement sur les doctorats, les pays africains devant également cibler et investir dans la jeunesse aux niveaux primaire et secondaire par le biais de programmes de mentorat pour les dirigeants émergents. Ces investissements devraient inclure les femmes et les jeunes filles afin de former la prochaine génération de praticiens de l'IA. L'inclusion au sein des États membres doit guider la conception d'une feuille de route réactive et équitable pour le renforcement des compétences et des capacités en matière d'IA en Afrique. En outre, un appel a été lancé en vue de la création de centres d'excellence en matière d'intelligence artificielle dans chaque pays africain d'ici à 2030.

Applications et investissements : Les États membres africains devraient investir collectivement dans l'innovation et la recherche collaborative en donnant la priorité aux domaines de solutions pour le développement durable en Afrique. Ainsi, la mise en œuvre des applications de l'IA doit répondre aux besoins des personnes sur le terrain et les avantages potentiels de l'IA doivent se traduire par un impact réel pour les citoyens africains. Il convient d'adopter une approche ascendante fondée sur la collaboration et l'utilisation pratique de l'intelligence artificielle pour améliorer l'accès aux soins de santé, à l'agriculture, aux services publics, aux services bancaires et à l'éducation. Cela est particulièrement impératif pour les populations les plus vulnérables des zones rurales et permet d'améliorer la circulation des personnes, des biens et des idées au sein et entre les mégapoles qui se développent à la hâte en Afrique. Cela peut également être amélioré en mobilisant la collaboration entre un réseau d'entreprises, d'universités, de centres de recherche et d'institutions publiques africaines afin de faire progresser le programme de recherche sur l'IA pour le développement et l'investissement collectif dans l'innovation et la recherche collaborative qui donne la priorité aux domaines de solutions pour le développement durable en Afrique. Ces partenariats pourraient signifier que, lorsque les Africains conçoivent et déploient des applications d'IA, les objectifs sociétaux et les engagements en matière de droits de l'homme, tels que des conditions de travail décentes et l'égalité des sexes, sont intégrés aux projets dès le départ.

Introduction

La course au leadership mondial dans le domaine de l'IA est lancée. Diverses nations ont publié des stratégies ou des déclarations sur l'IA et ont réalisé des investissements afin d'exploiter la puissance de l'IA pour leur développement socio-économique. À l'heure actuelle, il s'agit principalement de pays d'Amérique du Nord, d'Europe, des pays nordiques et baltes, du Pacifique Sud (Australie, Nouvelle-Zélande), des pays arabes (Émirats arabes unis), d'Amérique latine (Mexique) et de Russie, ainsi que de quelques pays asiatiques, dont la Chine, l'Inde, Singapour, la Corée du Sud, Taiwan et la Malaisie. Sont également inclus deux pays africains, l'un subsaharien (Kenya) et l'autre nord-africain (Tunisie). Une analyse de ces stratégies par Tim Dutton (2018) a montré certains éléments d'unicité, aucune stratégie ne se ressemblant, et chacune se concentrant sur différents aspects des questions de politique d'IA. Par exemple, la stratégie canadienne en matière d'IA se distingue des autres stratégies parce qu'il s'agit principalement d'une stratégie de recherche et de développement des talents. Si l'Afrique peut s'inspirer de ces initiatives de formulation de stratégies en matière d'IA, il est impératif d'aborder la recherche de l'exploitation de l'IA pour son développement, avec l'esprit de fournir des solutions africaines aux problèmes africains.

1.1 L'IA et l'Union africaine

Dans un discours prononcé par le président de l'époque, Kwame Nkrumah, lors du sommet fondateur de l'Organisation de l'unité africaine (OUA), à Addis-Abeba, en Éthiopie, le 24 mai 1963, il aurait déclaré : "Nous accumulerons des machines et établirons des aciéries, des fonderies de fer et des usines ; nous relierons les différents États de notre continent par des communications ; nous étonnerons le monde avec notre énergie hydroélectrique ; nous assécherons les marais et les marécages, dégagerons les zones infestées, nourrirons les sous-alimentés et débarrasserons notre peuple des parasites et des maladies. Il est dans la possibilité de la science et de la technologie de faire que même le Sahara fleurisse en un vaste champ avec une végétation verdoyante pour les développements agricoles et industriels."

Des décennies après ce discours de 1960, l'Union africaine (alors appelée OUA) a fait de la science et de la technologie une priorité de développement. En 1980, le plan d'action de Lagos a été formulé, exprimant officiellement la prise de conscience du rôle clé de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) dans le développement de l'Afrique. Le plan d'action recommandait aux États membres de l'Afrique d'allouer 1 % de leur PIB au budget STI. Lors du premier congrès des scientifiques africains, le 30 juin 1987, l'Union panafricaine pour la science et la technologie (UPST), dont le siège est à Brazzaville, au Congo, a été créée et le 30 juin de chaque année a été déclaré journée de la renaissance de la STI en Afrique. Par la suite, la stratégie de l'UA pour la science, la technologie et l'innovation en Afrique 2024 (STISA- 2024) a été élaborée dans le cadre d'une collaboration entre la Commission de l'Union africaine (CUA) et le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) de l'époque, en tant qu'expression de l'Agenda 2063 et nouvelle détermination de l'Union africaine en 2014. Ceci est indiqué dans la figure 1 ci-dessous. Cette stratégie place la science, la technologie et l'innovation à l'épicentre du développement socio- économique et de la croissance de l'Afrique. Sa mission était d'"accélérer la transition de l'Afrique vers une économie fondée sur la connaissance et l'innovation".

Dans l'exploration des technologies qui méritent d'être exploitées en Afrique, les technologies numériques sont présentées comme une solution potentielle, en particulier l'IA, qui est le fondement de la 4e révolution industrielle (4IR). Les preuves abondent sur la réalisation spécifique des potentiels d'application de l'IA pour la transformation sociale et le développement économique dans les économies avancées, et le rôle de l'IA dans la révolution numérique transformatrice émergente en Afrique. The role of AI in achieving the SDGs is well articulated in the literature (Vinuesa et al, 2020; Goralski & Tan, 2020). À cet égard, les arguments en faveur de l'IA en tant qu'élément essentiel du développement de l'Afrique ne sont

pas sans fondement. Cela s'articule mieux en reliant, en termes spécifiques, les potentiels de l'IA et les cas d'utilisation pertinents aux aspirations de l'Union africaine en matière de développement, telles qu'elles sont exprimées dans l'Agenda 2063 de l'UA, intitulé "L'Afrique que nous voulons" (UA 2063), et dans les domaines prioritaires de la STISA-2024.



Figure 1. Le rôle de la STI dans la réalisation de la vision de l'Union africaine

1.2 Défis actuels sur le continent

1.2.1 Santé

De nombreux systèmes de santé en Afrique sont caractérisés par des systèmes manuels sans suivi des lignées ancestrales dans la plupart des établissements de santé publique. Cette situation est attribuée à la faible adoption de la santé numérique malgré la présence de politiques d'e-gouvernance. La plupart des outils de recherche traditionnels utilisés en Afrique deviennent rapidement inadaptés pour aider les spécialistes des données et les chercheurs à se tenir au courant de tous les problèmes de santé mondiaux. En outre, les systèmes de santé en Afrique sont confrontés à plusieurs défis structurels et opérationnels, tels que la pénurie de professionnels de la santé qualifiés et de fournitures. Il en résulte des résultats divergents pour les patients. Outre les obstacles à l'accessibilité entre les zones rurales et urbaines, qui sont à l'origine des disparités d'accès aux établissements de santé, le manque de sensibilisation aux questions de santé peut constituer un obstacle à la recherche de soins, à l'obtention de traitements plus efficaces et à la mise en œuvre de meilleures politiques de santé publique.

1.2.2 Agriculture

L'agriculture est très importante pour la croissance socio-économique de l'Afrique, car le secteur agricole emploie plus de 65 % de la main-d'œuvre du continent. Ce secteur compte également pour 32% du PIB. Cependant, le secteur est confronté à de nombreux défis tels que la dégradation des terres, la dépendance accrue aux engrais inorganiques, la faiblesse de la chaîne d'approvisionnement, le marché limité pour les produits, l'apparition de parasites et de maladies et le changement climatique. Cependant, malgré le potentiel de l'IA pour améliorer l'agriculture en Afrique, elle n'est toujours pas disponible en dehors

des organismes gouvernementaux et de recherche. Cela s'explique par les coûts d'acquisition élevés des équipements tels que les drones et l'automatisation des tâches sur le terrain. En outre, l'agriculture est une industrie de 3 000 milliards de dollars qui emploie plus de 1,5 milliard de personnes dans le monde. On prévoit donc que des millions de travailleurs de terrain pourraient se retrouver au chômage au cours des prochaines décennies.

1.2.3 Éducation

De nombreux systèmes éducatifs en Afrique produisent des diplômés qui sont prêts pour le marché du travail. Toutefois, certains craignent que les jeunes Africains ne soient pas en mesure de rejoindre l'industrie mondiale des TI. Cela s'explique par le fait que les jeunes n'ont pas accès à l'éducation appropriée dont ils ont besoin pour progresser dans leur carrière. Ils ne peuvent accéder à ces compétences informatiques dont ils ont besoin que lorsqu'ils voyagent en Europe, en Chine, au Canada et aux États-Unis, avant de revenir en Afrique et de tenter de nouvelles entreprises dans le domaine informatique.

1.2.4 Énergie

Les systèmes énergétiques de l'Afrique sont confrontés à d'énormes défis en raison de la capacité limitée de production et d'expérience en matière d'électricité. L'Afrique présente les formes les plus aiguës de pauvreté énergétique dans le monde. On estime que plus de 630 millions de personnes en Afrique vivent sans accès fiable à l'électricité et à des combustibles de cuisson modernes abordables. Par conséquent, l'énergie solaire est de plus en plus utilisée dans les pays africains. Cependant, la plupart de ces systèmes ne sont pas exploités à fond dans leur cycle de vie complet en raison de leur mauvaise maintenance.

Technologie de l'intelligence artificielle

2.1 Définition de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) fait référence à la simulation de l'intelligence humaine dans des machines qui sont programmées pour penser comme les humains et imiter leurs actions. Ce terme peut également s'appliquer à toute machine qui présente des caractéristiques associées à l'esprit humain, telles que l'apprentissage et la résolution de problèmes¹. Il s'agit également d'un domaine d'étude qui tente de rendre les ordinateurs "intelligents". Ces ordinateurs d'IA sont censés fonctionner de manière autonome, sans recevoir de commandes. John McCarthy a inventé le nom "intelligence artificielle" en 1955. Il existe deux types différents d'IA connus. Il s'agit de l'intelligence artificielle spécialisée (IA faible) et de l'intelligence artificielle générale (IA forte). L'IA spécialisée se concentre sur l'exécution d'une ou deux fonctions et s'améliore au fil du temps. D'autre part, l'intelligence générale artificielle (AGI) est l'intelligence hypothétique d'une machine qui a la capacité de comprendre ou d'apprendre n'importe quelle tâche intellectuelle dont un être humain est capable. Ainsi, l'AGI est l'un des principaux objectifs de certaines recherches en intelligence artificielle et un sujet courant dans la science-fiction et les études sur le futur.

L'IA est une discipline qui a un peu plus de 60 ans. Au cours des vingt dernières années, elle est passée du statut de domaine de recherche mature, susceptible d'avoir un impact sur le monde réel, à celui de domaine dont l'heure est venue. À l'heure actuelle, la question n'est pas de savoir si les technologies d'IA auront un impact, mais plutôt de savoir quels sous-domaines de l'IA développeront le prochain ensemble important de technologies d'IA, et dans quels domaines d'application elles auront l'impact le plus significatif. L'objectif de cette section est de donner un bref aperçu de l'IA en tant que discipline et d'explorer ses avantages et ses pièges potentiels. Il est peut-être surprenant de constater qu'il n'existe pas de définition universellement acceptée de l'IA. Cela tient en partie au fait que notre perception de l'intelligence dans les contextes artificiels dépend de la situation et évolue au fur et à mesure que la technologie progresse. Ainsi, l'IA est souvent victime de son propre succès. Une fois que la technologie de l'IA a gagné en popularité, elle cesse d'être un exemple d'IA. Par exemple, si une calculatrice a été considérée à un moment donné comme une instance de l'IA, ce n'est plus le cas. D'une manière générale, l'IA peut être considérée comme une forme d'analyse des données dans laquelle des conclusions sont tirées de manière sophistiquée et auxquelles il est donné suite.

L'une des définitions les plus utiles est celle qui a été fournie par Nils Nilsson, à savoir : "L'IA est l'activité consacrée à rendre les machines intelligentes, et l'intelligence est cette qualité qui permet à une entité de fonctionner de manière appropriée et avec clairvoyance dans son environnement. » Toutefois, cette définition laisse une marge importante lorsqu'il s'agit de décider si un comportement est intelligent. En outre, il est toujours utile de préciser ce que l'IA n'est pas. Ainsi, il est toujours impératif de distinguer l'IA des sciences cognitives afin de montrer que l'IA n'implique pas la reproduction de l'intelligence humaine, même si de nombreuses technologies d'IA ont été inspirées par l'intelligence humaine. Il est également important de réaliser qu'un élément crucial de nombreux systèmes d'IA est qu'ils peuvent être amenés à fournir des explications de leur comportement à des humains.

L'IA est un domaine de recherche mature et diversifié, faisant appel à des disciplines telles que le big data, l'informatique, la science des données, l'ingénierie, les statistiques, les mathématiques, les mathématiques appliquées, les sciences cognitives et la philosophie. L'IA englobe un large éventail de techniques et de méthodologies. Cependant, notre objectif dans cette section n'est pas de couvrir l'ensemble de l'IA, mais plutôt de nous concentrer sur les domaines qui ont connu des succès récents dans le monde réel, et ceux qui sont les plus susceptibles de conduire à des avancées majeures dans un avenir proche. Il est donc important de noter que se concentrer exclusivement sur les sujets d'actualité est une stratégie dangereuse, et que l'IA doit être appréciée

1 (Jake Fankenfield, reviewed by Gordon Skott, updated 13 March 2020) <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>

pour ce qu'elle est, à savoir un domaine d'étude mature qui devrait être exploré dans un contexte plus large. L'une des principales raisons de ce point de vue est que les techniques d'IA peuvent être combinées pour obtenir des capacités intelligentes plus complexes. Notamment, les scénarios d'apocalypse selon lesquels l'IA représente un danger grave et imminent pour l'avenir de l'humanité sont fictifs. Cependant, les technologies de l'IA influencent déjà nos vies et continueront à le faire à l'avenir. Dans le monde entier, les technologies de l'intelligence artificielle améliorent le bien-être des gens à la maison, à l'école et dans les cliniques. Comme la plupart des autres technologies, les technologies de l'IA peuvent également faire l'objet d'abus. Il nous appartient donc, en tant que société, gouvernements et industrie, de veiller à ce que des politiques soient mises en place pour garantir que les technologies d'IA soient utilisées de manière responsable. À cet égard, il est urgent de mettre en place des politiques appropriées car, de même que la singularité technologique de l'IA peut se produire dans des décennies ou des siècles, les percées technologiques sont notoirement difficiles à prévoir.

Le chômage et l'inégalité sont les plus grands dangers posés par le déploiement de l'IA dans le monde et en Afrique à court et moyen terme, car ils pourraient contribuer à un chômage massif. La crainte est que les outils et les artefacts basés sur l'IA ne remplacent complètement les activités humaines dans certains secteurs de l'économie. Toutefois, ce raisonnement ne tient pas compte du potentiel et des avantages considérables des technologies de l'IA pour le reste de la population africaine. Cela signifie que l'IA ne peut pas être réservée à une poignée de privilégiés, ce qui contribuerait à aggraver des niveaux d'inégalité déjà inacceptables dans le monde. Mais il est possible de contourner ces conséquences indésirables des développements de l'IA. Même si, à l'heure actuelle, les technologies de l'IA semblent remplacer des tâches humaines spécifiques, plutôt que des catégories d'emplois, si elles sont correctement gérées, la mise en œuvre des technologies de l'IA peut conduire à une croissance économique considérable. En fait, l'IA peut contribuer au rendement économique et faire en sorte que tous les Africains puissent partager les avantages de l'IA. Pour que ces résultats positifs se concrétisent, il est urgent d'adopter et de mettre en œuvre des politiques publiques solides et efficaces en matière d'IA.

2.2 Aperçu des différents types d'IA

Les différents types d'IA comprennent les machines réactives, la mémoire limitée, la théorie de l'esprit et la conscience de soi. Les deux premiers types sont connus sous le nom d'IA spécialisée (IA faible) et les deux derniers sont connus sous le nom d'intelligence artificielle générale (IA forte). Les machines réactives sont le type le plus élémentaire de systèmes d'IA. Ce type est purement réactif et n'a pas la capacité de former de nouveaux souvenirs ou d'utiliser les expériences passées afin d'informer les décisions actuelles. Un exemple est le superordinateur d'IBM qui joue aux échecs, connu sous le nom de Deep Blue. Ce système a battu le grand maître international Garry Kasparov à la fin des années 1990 aux échecs. Deep Blue peut identifier les pièces d'un échiquier et prédire les prochains mouvements pour lui-même et son adversaire. En outre, il peut sélectionner les réalignements les plus optimaux parmi les possibilités. Cependant, il n'a aucun concept du passé, ni aucune mémoire de ce qui s'est déjà produit.

L'autre type d'IA est connu sous le nom de mémoire limitée. Cette classe de type II contient des machines qui peuvent considérer le passé pour en tirer des leçons. Par exemple, les véhicules à conduite autonome peuvent observer la vitesse et la direction des autres véhicules afin de déterminer les leurs. Cette fonction ne peut être réalisée en un seul instant, mais nécessite plutôt d'identifier des objets spécifiques et de les suivre dans le temps. Ces observations sont donc ajoutées aux représentations préprogrammées du monde par les véhicules autopilotés. Cette représentation du monde comprend également le marquage des voies, les feux de circulation et d'autres éléments importants, tels que les courbes de la route. Ces caractéristiques et considérations sont prises en compte lorsque le véhicule décide quand et comment changer de voie, éviter de couper la route à un autre conducteur et d'être heurté par un véhicule à proximité. Cependant, ces simples éléments d'information sur le passé ne sont que transitoires. Cela signifie qu'ils ne sont pas sauvegardés comme faisant partie de la bibliothèque d'expériences du véhicule dont il peut tirer des enseignements. C'est différent de la façon dont les conducteurs humains accumulent de l'expérience au fil des années passées au volant.

La Théorie de l'esprit est une IA de type III qui fait partie des machines qui seront construites dans le futur. Elle fait partie des machines d'IA connues sous le nom d'AGI. Ce type de machines est plus avancé. Il forme non seulement des représentations sur le monde, mais aussi sur les autres agents ou entités du monde. En psychologie, cette fonction est connue sous le nom de "théorie de l'esprit". La "théorie de l'esprit" permet de comprendre que les personnes, les créatures et les objets du monde peuvent avoir des pensées et des émotions qui influent sur leur propre comportement. Sans comprendre les motifs et les intentions de l'autre, et sans tenir compte de ce que quelqu'un d'autre

sur eux-mêmes ou sur l'environnement, travailler ensemble est au mieux difficile, au pire impossible. Ainsi, si les systèmes d'IA doivent un jour marcher parmi nous, ils devront être capables de comprendre que chacun d'entre nous a des pensées et des sentiments. Nous avons également des attentes quant à la façon dont nous sommes traités. Ces machines devront donc adapter

Les machines autonomes constituent l'étape finale du développement de l'IA. Ce sont des systèmes qui ont été construits de telle sorte qu'ils peuvent former des représentations sur eux-mêmes. À terme, les chercheurs en IA ne se contenteront pas de comprendre la conscience, mais construiront des machines qui en seront dotées. Il s'agit, en quelque sorte, d'une extension de la "théorie de l'esprit" que possèdent les machines IA de type III. La conscience est également appelée "conscience de soi" car les êtres conscients ont conscience d'eux-mêmes, connaissent leurs états internes et peuvent prédire les sentiments des autres. Les êtres humains peuvent supposer que quelqu'un qui klaxonne derrière eux dans la circulation est en colère ou impatient, car c'est ce qu'ils ressentent également lorsqu'ils klaxonnent les autres. Par conséquent, sans une théorie de l'esprit, les humains et les futures machines ne peuvent pas être en mesure de faire ce genre de déductions. Même si ce type de machines conscientes d'elles-mêmes est probablement loin d'être créé, les inventeurs et les chercheurs en IA devraient concentrer leurs efforts sur la compréhension de la mémoire, de l'apprentissage et de la capacité à fonder des décisions sur des expériences passées. Il s'agit d'une étape importante dans la compréhension de l'intelligence humaine en tant que telle. Il s'agira d'un aspect crucial pour la conception et l'évolution des machines d'IA qui sont plus qu'exceptionnelles pour classer les informations qui leur sont présentées.



2.3 Intelligence générale artificielle (IA forte)

2.3.1 Tests pour déterminer l'intelligence des machines d'IA

Il existe des tests qui peuvent être envisagés afin de confirmer l'AGI de niveau humain. Le premier est connu sous le nom de test de Turing. Dans ce type de test, une machine et un humain conversent tous deux avec un second humain que l'on ne peut pas voir. La deuxième personne doit alors évaluer laquelle des deux est la machine. Réussir le test consiste à convaincre l'évaluateur dans une fraction significative du temps. Notamment, Turing ne prescrit pas ce qui constitue et qualifie l'intelligence. Toutefois, le fait de déterminer que l'objet est une machine ne le disqualifie pas. Le deuxième test est connu sous le nom de "test du café". Dans ce test, une machine doit entrer dans une maison moyenne et comprendre comment préparer du café. Cela implique de trouver la machine à café et le café, d'ajouter de l'eau, de trouver une tasse et de préparer le café en appuyant sur les bons boutons. D'autre part, le test du robot étudiant implique qu'une machine s'inscrive dans une université, suive et réussisse les mêmes cours que les humains, et obtienne un diplôme. Le test d'emploi implique une machine qui travaille dans un emploi économiquement important et qui est au moins aussi performante que les humains dans le même emploi.

En 2017, plus de 40 organisations menaient des recherches actives sur l'AGI. Différents critères d'intelligence ont été proposés. Le critère le plus célèbre est connu sous le nom de test de Turing. Cependant, à ce jour, il n'existe pas de définition qui satisfasse tout le monde. Néanmoins, les chercheurs en IA s'accordent à dire que l'intelligence est nécessaire pour raisonner, élaborer des stratégies, résoudre des énigmes et émettre des jugements dans l'incertitude. L'intelligence doit également représenter les connaissances, y compris celles relevant du bon sens, et être capable de planifier, d'apprendre et de communiquer en langage naturel. En outre, un être intelligent devrait être capable d'intégrer toutes ces compétences vers des objectifs communs (Baum et. al., 2017). D'autres capacités importantes sont la capacité de percevoir l'environnement, comme la vision, et la capacité d'agir, comme le déplacement et la manipulation d'objets dans le monde où un comportement intelligent doit être observé. Il s'agit notamment de la capacité à détecter et à réagir à des situations dangereuses. De nombreuses approches interdisciplinaires de l'intelligence, notamment dans le domaine des sciences cognitives, de l'intelligence computationnelle et de la prise de décision, tendent à souligner la nécessité de prendre en compte des traits supplémentaires tels que l'imagination, qui est la capacité de former des images mentales et des concepts non programmés et autonomes. Les systèmes informatiques tels que la créativité computationnelle, le système d'aide à la décision, le raisonnement automatisé, le robot, le calcul évolutif et l'agent intelligent présentent la plupart de ces capacités, mais pas encore à des niveaux humains (Grace Et. al., 2018).

2.3.2 Premières estimations de la puissance de traitement nécessaire pour émuler le cerveau humain

Pour une simulation du cerveau de bas niveau, il faudrait un ordinateur extrêmement puissant. Le cerveau humain possède de nombreuses synapses. Chacun des 10^{11} (100 milliards) neurones possède en moyenne 7 000 connexions synaptiques (synapses) avec d'autres neurones. On estime que le cerveau d'un enfant de 3 ans compte environ 1015 synapses, ce qui équivaut à 1 quadrillion. Mais ce nombre diminue avec l'âge et se stabilise à l'âge adulte. Les estimations varient pour un adulte, entre 1014 et 5×10^{14} synapses, soit entre 100 et 500 trillions. Une estimation de la puissance de traitement du cerveau, basée sur un modèle de commutation simple pour l'activité des neurones, est d'environ 1014, soit 100 trillions, de mises à jour synaptiques par seconde (SUPS). En 1997, Kurzweil a étudié différentes estimations du matériel nécessaire pour reproduire l'activité du cerveau humain. Il a suggéré qu'un chiffre approprié pourrait être de 1016 calculs par seconde (cps). À titre de comparaison, si un "calcul" équivaut à une "opération à virgule flottante", une mesure utilisée pour évaluer les superordinateurs actuels, 10^{16} "calculs" équivaldraient à 10 petaFLOPS. Cet objectif a été atteint en 2011. Il a utilisé ce chiffre pour prédire que le matériel nécessaire serait disponible entre 2015 et 2025 si la croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs au moment de la rédaction du présent rapport se poursuivait. La figure 2 montre que le superordinateur le plus rapide du TOP500 (500 systèmes informatiques non distribués les plus puissants du monde) a été cartographié par année. Notamment, l'échelle logarithmique et la ligne de tendance exponentielle, qui suppose que la capacité de calcul double tous les 1,1 an. Kurzweil pense que le téléchargement de l'esprit sera possible au niveau de la simulation neuronale, tandis que le rapport Sandberg, Bostrom est moins certain de l'endroit où la conscience apparaît (Sandberg et. al., 2009 ; Kurzweil, 2005).

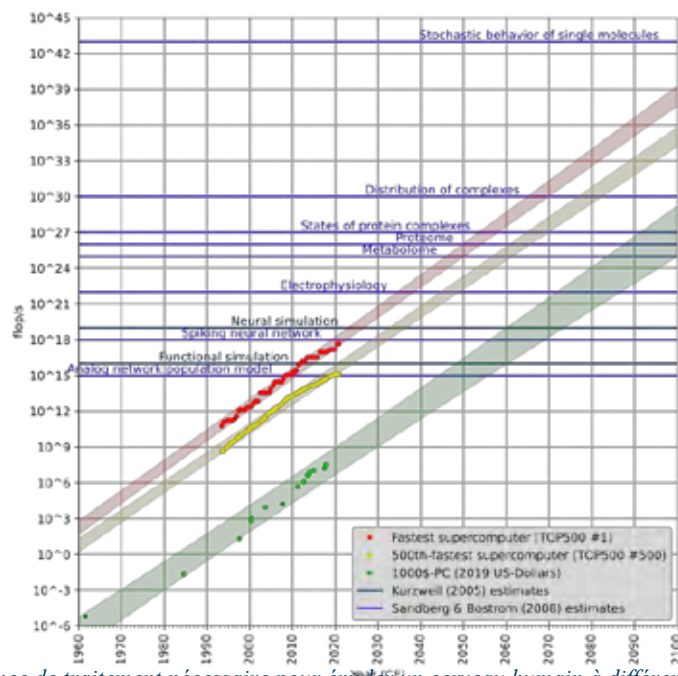


Figure 2. Estimation de la puissance de traitement nécessaire pour émuler un cerveau humain à différents niveaux. (Sandberg etc. AI. 2009)

2.3.3 Modélisation des neurones

Le modèle de neurone artificiel supposé par Kurzweil et utilisé dans de nombreuses implémentations actuelles de réseaux neuronaux artificiels est simple par rapport aux neurones biologiques. Une simulation du cerveau devrait probablement rendre compte du comportement cellulaire détaillé des neurones biologiques, dont on ne connaît actuellement que les grandes lignes. La surcharge introduite par la modélisation complète des détails biologiques, chimiques et physiques du comportement neuronal, notamment à l'échelle moléculaire, nécessiterait des puissances de calcul supérieures de plusieurs ordres de grandeur à l'estimation de Kurzweil. En outre, ces estimations ne tiennent pas compte des cellules gliales, qui sont au moins aussi nombreuses que les neurones, et peuvent être plus nombreuses que ces derniers dans une proportion de 10:1. On sait maintenant que ces derniers jouent également un rôle important dans les processus cognitifs.

Certains projets de recherche actuels étudient la simulation du cerveau à l'aide de modèles neuronaux plus sophistiqués, mis en œuvre sur des architectures informatiques classiques. Le projet AI System a mis en œuvre des simulations en temps non réel d'un "cerveau", avec 1011 neurones en 2005. Il a fallu 50 jours sur un cluster de 27 processeurs pour simuler 1 seconde d'un modèle. Le projet Blue Brain a utilisé l'une des architectures de superordinateurs les plus rapides au monde, la plateforme Blue Gene d'IBM, pour créer une simulation en temps réel d'une seule colonne néocorticale de rat, en 2006. Ce système était composé d'environ 10 000 neurones et 108 synapses. Cependant, un objectif à plus long terme est de construire une simulation détaillée et fonctionnelle des processus physiologiques du cerveau humain. Cependant, Henry Markram, directeur du Blue Brain Project, a déclaré, lors d'une conférence TED (Technology, Entertainment, Design) organisée en 2009 à Oxford, qu'il était possible de construire un cerveau humain, et que cela pourrait se faire en dix ans. Il y a également eu des affirmations controversées selon lesquelles on aurait simulé un cerveau de chat. Les interfaces neuro-silicium ont été proposées comme une stratégie de mise en œuvre alternative qui pourrait être plus évolutive. En répondant à l'argument selon lequel le cerveau est plus compliqué et les neurones doivent être modélisés plus en détail. Dans son article de 1997 intitulé "When will computer hardware match the human brain ?", Hans Moravec a mesuré la capacité des logiciels existants à simuler la fonctionnalité des tissus neuronaux, notamment la rétine. Ses résultats ont montré que l'activité ne dépendait pas du nombre de cellules gliales, ni du type de neurones de traitement où les activités étaient réalisées (Sandberg et. al., 2009).

2.3.4 Critiques des approches fondées sur la simulation

Une critique fondamentale de l'approche du cerveau simulé découle de la cognition incarnée, où l'incarnation humaine est considérée comme un aspect essentiel de l'intelligence humaine. De nombreux chercheurs pensent que l'incarnation est nécessaire pour ancrer le sens. Si ce point de vue est correct, tout modèle de cerveau pleinement fonctionnel devra englober plus que les seuls neurones, c'est-à-dire un corps robotique. Goertzel a proposé une incarnation virtuelle, telle que Second Life, mais on ne sait pas encore si cela serait suffisant. En outre, on sait que des ordinateurs de bureau utilisant des microprocesseurs capables de dépasser 109 cps sont disponibles depuis 2005. Selon les estimations de la puissance cérébrale utilisées par Kurzweil et Moravec, cet ordinateur devrait être capable de supporter une simulation du cerveau d'une abeille. Cependant, malgré un certain intérêt, aucune simulation de ce type n'existe. Ce phénomène s'explique notamment par le fait que le modèle de neurones semblait trop simplifié. En outre, la compréhension des processus cognitifs supérieurs est insuffisante pour établir avec précision à quoi correspond l'activité neuronale du cerveau, observée à l'aide de techniques telles que l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. En outre, même si notre compréhension de la cognition progresse suffisamment, les premiers programmes de simulation risquent d'être extrêmement inefficaces et de ne pas se réaliser. Par conséquent, cela nécessite beaucoup plus de matériel. Enfin, le cerveau d'un organisme, bien qu'essentiel, peut ne pas constituer une limite appropriée pour un modèle cognitif. Pour simuler un cerveau d'abeille, il peut être nécessaire de simuler le corps et l'environnement. La thèse sur l'esprit étendu a formalisé le concept philosophique, et la recherche sur les céphalopodes a démontré des exemples clairs d'un système décentralisé. En outre, l'échelle du cerveau humain n'est actuellement pas bien délimitée. Un chercheur a estimé que le cerveau humain compte environ 100 milliards de neurones et 100 trillions de synapses. D'autres chercheurs ont également estimé que le cerveau humain compte 86 milliards de neurones, dont 16,3 milliards constituent le cortex cérébral et 69 milliards le cervelet. Les synapses des cellules gliales sont actuellement non quantifiées mais on sait qu'elles sont extrêmement nombreuses.

2.3.5 IA forte et conscience

En 1980, un philosophe connu sous le nom de John Searle a inventé le terme "IA forte" dans le cadre de son argument de la chambre chinoise. Il voulait faire la distinction entre deux hypothèses différentes concernant l'intelligence artificielle. La première hypothèse était qu'un système d'intelligence artificielle peut penser et avoir un esprit. L'autre hypothèse était qu'un système d'intelligence artificielle ne peut agir que comme s'il pensait et avait un esprit. La première est appelée "hypothèse de l'IA forte" et la seconde "hypothèse de l'IA faible". En effet, la première affirmation est la plus forte puisqu'elle suppose que quelque chose de spécial est arrivé à la machine qui va au-delà de toutes ses capacités que nous pouvons tester. Searle a appelé l'"hypothèse de l'IA forte" "IA forte". Cet usage est également courant dans les recherches et les manuels universitaires sur l'IA. D'autre part, l'hypothèse de l'IA faible est équivalente à l'hypothèse selon laquelle l'intelligence générale artificielle est possible. Selon Russell et Norvig, "la plupart des chercheurs en IA considèrent l'hypothèse de l'IA faible comme acquise, et ne se soucient pas de l'hypothèse de l'IA forte". Contrairement à Searle, Ray Kurzweil utilise le terme "IA forte" pour décrire tout système d'IA qui agit comme s'il avait un esprit, indépendamment du fait qu'un philosophe serait capable de déterminer s'il a réellement un esprit ou non. Dans la science-fiction, l'AGI est associée à des caractéristiques telles que la conscience, la sensibilité, la sagesse et la conscience de soi observées chez les êtres vivants. Cependant, selon Searle, la question de savoir si l'intelligence générale est suffisante pour la conscience reste ouverte. "L'IA forte", telle que définie ci-dessus par Kurzweil, ne doit pas être confondue avec "l'hypothèse de l'IA forte" de Searle. L'hypothèse de l'IA forte consiste à affirmer qu'un ordinateur qui se comporte de manière aussi intelligente qu'un être humain doit nécessairement avoir un esprit et une conscience. Cependant, l'AGI ne fait référence qu'à la quantité d'intelligence dont fait preuve la machine, avec ou sans esprit.

2.3.6 Controverses et dangers de l'AGI

2.3.6.1 Faisabilité

En mars 2020, l'AGI reste une technologie spéculative. En tant que tel, il n'existe pas de systèmes AGI dont la fonctionnalité a été démontrée. À l'heure actuelle, les avis divergent quant à savoir si et quand l'intelligence artificielle générale arrivera, et si elle peut arriver tout court. À un extrême, le pionnier de l'IA Herbert A. Simon a spéculé en 1965 que les machines seraient capables, d'ici 20 ans, de faire n'importe quel travail qu'un homme peut faire. Cependant, cette prédiction ne s'est pas réalisée. D'un autre côté, Paul Allen, cofondateur de Microsoft, pensait qu'une telle intelligence

est peu probable au XXI^e siècle, car elle nécessiterait des percées imprévisibles et fondamentalement imprévisibles et une compréhension scientifiquement approfondie de la cognition. Dans le *Guardian*, le roboticien Alan Winfield affirme que le fossé entre l'informatique moderne et l'IA de niveau humain est aussi large que le fossé entre les vols spatiaux actuels et les vols spatiaux plus rapides que la lumière. En outre, les opinions des experts en IA sur la faisabilité de l'AGI vont et viennent et pourraient avoir connu une résurgence dans les années 2010. Quatre sondages réalisés en 2012 et 2013 ont suggéré que la médiane des experts quant à la date à laquelle ils seraient à 50 % sûrs que l'AGI arriverait se situe entre 2040 et 2050, la moyenne étant de 2081. Parmi les experts, 16,5% ont répondu par "jamais" à la même question. Cependant, 90% des experts avaient confiance dans le succès de la technologie à l'avenir (Boucher, 2019).

2.3.6.2 Menace potentielle pour l'existence humaine

La thèse selon laquelle l'IA pose un risque existentiel, et que ce risque nécessite beaucoup plus d'attention qu'il n'en reçoit actuellement, a été approuvée par de nombreuses personnalités publiques. Les plus célèbres sont sans doute Elon Musk, Bill Gates et Stephen Hawking. Le chercheur en IA le plus connu à avoir soutenu cette thèse est Stuart J. Russell. Les partisans de la thèse expriment parfois leur perplexité face aux sceptiques. Par exemple, Bill Gates a déclaré qu'il ne comprend pas pourquoi certaines personnes ne s'inquiètent pas des menaces potentielles de l'AGI pour l'humanité. Stephen Hawking a critiqué l'indifférence générale dans son éditorial de 2014 et a déclaré :

"Ainsi, face à des avenir possibles aux bénéfices et aux risques incalculables, les experts font sûrement tout leur possible pour assurer le meilleur résultat. Faux Si une civilisation extraterrestre supérieure nous envoyait un message disant : "Nous arriverons dans quelques décennies", répondrions-nous simplement : "OK, appelez-nous quand vous serez là - nous laisserons les lumières allumées" ? Probablement pas - mais c'est plus ou moins ce qui se passe avec l'IA".

De nombreux chercheurs préoccupés par le risque existentiel estiment que la meilleure façon de progresser serait de mener des recherches approfondies pour résoudre le difficile problème du contrôle. Cela répondra donc à la question de savoir quels types de garanties, d'algorithmes et d'architectures les programmeurs peuvent mettre en œuvre afin de maximiser la probabilité que leur IA à amélioration récursive continue à se comporter de manière amicale, plutôt que destructive, après avoir atteint la superintelligence. D'autre part, la thèse selon laquelle l'IA peut poser un risque existentiel a également d'innombrables et solides détracteurs. Les sceptiques accusent parfois la thèse d'être crypto-religieuse, la croyance irrationnelle en la possibilité d'une superintelligence remplaçant la croyance irrationnelle en un Dieu omnipotent. À l'extrême, Jaron Lanier a soutenu que tout le concept selon lequel les machines actuelles sont de quelque façon intelligentes est une illusion et une stupéfiante escroquerie des riches (Hamblin, 2014). Cependant, la plupart des critiques existantes soutiennent qu'il est peu probable que l'AGI se réalise à court terme. Des informaticiens tels que Gordon Bell ont affirmé que la race humaine se détruira déjà avant d'atteindre la singularité technologique. Gordon Moore, le promoteur original de la loi de Moore, a déclaré que : "Je suis un sceptique. Je ne pense pas qu'une singularité technologique soit susceptible de se produire, du moins avant longtemps. Et je ne sais pas pourquoi je me sens comme ça. » Andrew Ng, vice-président de Baidu, a déclaré que le risque existentiel de l'IA est "comme s'inquiéter de la surpopulation de Mars alors que nous n'avons même pas encore posé le pied sur la planète".

2.4 Intelligence artificielle spécialisée (IA faible)

Le secteur des transports est l'un des principaux bénéficiaires de l'IA faible, où une contribution importante a été apportée. Comme pour d'autres domaines d'application de l'IA, la principale raison de l'adoption généralisée actuelle de l'IA dans les transports est l'ampleur et la diversité des données sur les transports au niveau des individus et des populations. Cela a donc permis d'innover dans diverses applications de l'IA liées aux transports, telles que la prédiction en temps réel et la navigation routière. Par exemple, les dispositifs GPS ont été introduits dans les véhicules au début des années 2000 et sont en passe de devenir un élément fondamental de l'infrastructure des transports. Il en va de même pour d'autres dispositifs dotés de capacités de détection, tels que les accéléromètres et les capteurs d'humidité. En outre, les transports autonomes, que ce soit sous la forme de transports publics autonomes, de voitures à conduite autonome ou de camions à conduite autonome, sont susceptibles de devenir la norme dans un avenir proche.

L'automatisation des processus d'entreprise à l'aide d'appareils intelligents et de la robotique est un autre domaine d'application à fort potentiel pour l'IA. Si l'automatisation sous diverses formes est utilisée dans de nombreux secteurs depuis des années, ce n'est qu'au cours des 15 dernières années que les robots physiques et les appareils intelligents ont commencé à entrer dans les foyers et les entreprises. Cela est dû, en grande partie, à une boucle de rétroaction positive où les progrès de l'IA sont inspirés par des innovations mécaniques qui, à leur tour, incitent à l'introduction de nouvelles techniques d'IA. En outre, les progrès réalisés dans le domaine du matériel permettent d'intégrer des processeurs spécialisés très performants dans des appareils peu coûteux. Cela signifie donc qu'il sera bientôt possible de prendre en charge une IA plus sophistiquée dans les appareils intelligents que ce qui était possible auparavant. Par exemple, ces dernières années, des bras robotiques sûrs et peu coûteux ont été introduits dans des centaines de laboratoires de recherche dans le monde.

Les soins de santé sont un autre domaine d'application à prendre en considération. Comme pour la plupart des autres domaines d'application envisagés, les progrès de l'apprentissage automatique, associés à la possibilité de collecter des données à grande échelle, permettent de déduire automatiquement les risques éventuels pour la santé. Cela pourrait permettre une expérience où la dimension humaine des soins est complétée par des processus de raisonnement automatisés. Ce phénomène se produit déjà dans une certaine mesure et continuera à s'améliorer à l'avenir. En outre, grâce à la révolution de l'informatique mobile, il est devenu possible de combiner les données sociales et les données relatives aux soins de santé. Cela ouvre des possibilités de prédiction, tant au niveau personnel que collectif, qui seraient autrement tout simplement impossibles. Comme dans d'autres domaines d'application, les principaux obstacles qui empêchent les technologies d'IA d'atteindre leur véritable potentiel dans le domaine de la santé ne sont pas d'ordre technologique, mais plutôt d'ordre psychologique, sociologique, éthique et juridique. Celles-ci concernent non seulement l'efficacité et la précision de ces méthodes, mais aussi, surtout dans le domaine de la santé, les questions de sécurité et de confidentialité. Il est essentiel que les systèmes d'IA gagnent la confiance des professionnels de la santé et des citoyens ordinaires. Dans ce contexte, l'amélioration des méthodes d'interaction avec les professionnels de la santé et les patients constituera un défi crucial.

Le dernier domaine d'application à prendre en considération pour une IA faible est celui de la sûreté et de la sécurité publiques, car il s'agit également du composant d'application de l'IA le plus controversé. Comme les autres, c'est un domaine dans lequel les outils d'IA ont déjà été déployés avec succès. Dans ce domaine, peut-être plus que dans d'autres, il est impératif de gagner la confiance du public. En effet, certains craignent légitimement que l'intégration de l'IA dans le maintien de la sûreté et de la sécurité publiques ne devienne trop envahissante et envahissante. Dans le même temps, il convient de noter que l'IA pourrait également contribuer à réduire les méthodes policières autoritaires en veillant à ce que ces méthodes soient ciblées de manière appropriée et utilisées uniquement en cas de besoin. Par exemple, l'apprentissage automatique peut considérablement améliorer la capacité à prédire où et quand les crimes sont le plus susceptibles de se produire et qui peut être responsable de les commettre. Ces outils de police prédictive pourraient faire craindre que des personnes innocentes soient prises pour cible de manière injustifiée. Ainsi, les outils de prédiction de l'IA bien déployés ont le potentiel de supprimer ou de réduire les préjugés humains, plutôt que de les renforcer. Il est donc impératif que la recherche et les ressources soient orientées pour garantir cet effet. Dans le même ordre d'idées, il existe déjà des outils qui sont utilisés pour analyser divers forums de médias sociaux afin de rechercher certains types d'événements et leur impact sur la sécurité. Par exemple, l'IA peut contribuer à l'analyse des réseaux sociaux afin d'empêcher les personnes à risque d'être radicalisées par des groupes violents. Les services répressifs s'intéressent donc de plus en plus à la détection des plans d'événements perturbateurs dans les médias sociaux et à la surveillance des activités lors de grands rassemblements de personnes afin d'analyser la sécurité. Mais le succès même de ces méthodes a suscité des inquiétudes légitimes quant à la possibilité pour les services répressifs d'aller trop loin et d'utiliser ces outils pour violer la vie privée des gens.

2.5 S'attaquer aux mythes et aux idées fausses concernant la technologie de l'IA

L'IA a suscité l'enthousiasme et des discussions animées parmi les IST sur diverses plateformes. Des discussions ont notamment eu lieu sur le potentiel sans précédent de l'IA, qui pourrait révolutionner tous les aspects de la vie des gens. Cependant, comme pour toute nouveauté, il existe certainement des mythes et des fausses nouvelles entourant l'adoption de l'IA dans notre vie de tous les jours. Cette situation a suscité d'énormes inquiétudes au sein du public, ce qui a engendré la peur et la méfiance. C'est pourquoi cette section se propose d'aborder certaines des idées fausses et des contre-vérités fréquemment colportées.

Le premier mythe concernant l'IA est que l'IA remplacera complètement tous les emplois. Certes, il a été prédit que l'avènement de l'IA et de l'automatisation allait potentiellement bouleverser la main-d'œuvre. Dans certains cas, elle perturbe déjà de nombreuses industries à travers le monde. Toutefois, il est trompeur et trop simpliste de considérer cette transition comme un simple transfert de main-d'œuvre des humains vers les machines. Sur la base d'observations historiques, les précédentes révolutions industrielles ont indéniablement entraîné une transformation du paysage de l'emploi. Par exemple, au cours du XIX^e siècle, de nombreuses économies à travers le monde ont connu un transfert massif du travail agricole vers les usines. Au XX^e siècle, l'introduction des ordinateurs et de l'internet a entraîné une forte augmentation des emplois. Le nombre d'emplois créés du fait de ces transformations a été corrigé de la croissance rapide de la population qui était restée principalement constante. En outre, malgré ce que les prophètes de malheur ont proclamé au sujet des pertes d'emplois, il n'y a eu que très peu de preuves réelles suggérant la probabilité d'un chômage massif dû au licenciement généralisé de la main-d'œuvre humaine. En revanche, il y a eu de fortes prévisions quant à la possibilité d'activités économiques plus productives qui seront rendues possibles par l'efficacité accrue et la réduction des déchets que promet l'automatisation. Par conséquent, la main-d'œuvre disposera de plus d'options pour mieux consacrer son temps à des activités productives et génératrices de revenus. À court terme, les employeurs considèrent généralement la technologie de l'IA comme un moyen de renforcer la main-d'œuvre humaine et de lui permettre de travailler de manière plus moderne et plus intelligente.

Le deuxième mythe est que seuls les travailleurs manuels et peu qualifiés seront remplacés par l'IA et l'automatisation. Il s'agit d'une idée fausse, car les robots et machines basés sur l'IA sont généralement réservés à des tâches sophistiquées dans les secteurs de la fabrication, de l'exploitation minière, des soins de santé, de la banque et des services publics. Cela vise à réduire la pénibilité des aspects quotidiens du travail. Par exemple, dans le domaine juridique, l'IA peut être utilisée pour analyser rapidement des documents numériques afin d'en extraire des informations pertinentes pour les affaires en cours. Dans le domaine des soins de santé, les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent analyser et évaluer des scans de radiographies à des fins de diagnostic sur les signes précurseurs de maladies, car ils s'avèrent très compétents pour la détection. Cependant, la plupart de ces technologies et machines d'IA nécessiteront l'intervention de procédures de contact humain dans leurs opérations. Par exemple, un avocat devra toujours présenter ses arguments au tribunal devant un juge. En médecine, les professionnels de la santé devront toujours consulter leurs patients au sujet du diagnostic et discuter des protocoles de soins futurs de la manière la plus attentionnée et la plus utile possible. Ces aspects des emplois sont moins susceptibles d'être automatisés, mais les membres de leurs professions respectives pourraient constater qu'ils ont plus de temps à consacrer à leur travail. En effet, les corvées banales sont régulièrement automatisées et les aspects fastidieux de leur travail ont été éliminés. Par conséquent, les praticiens peuvent devenir plus compétents dans leur travail.

Il existe une autre perception selon laquelle les ordinateurs super-intelligents se développeront jusqu'à un niveau où ils deviendront supérieurs aux humains dans l'exécution de tâches. De manière générale, il existe deux groupes d'applications de l'IA, l'IA spécialisée et l'IA généralisée. L'IA spécialisée implique des technologies qui se concentrent sur l'exécution d'une tâche ou d'un domaine et qui deviennent de plus en plus performantes. Les applications juridiques et médicales sont des exemples typiques de cette technologie. D'autre part, l'IA généralisée est une technologie capable de s'appliquer à plusieurs tâches différentes, tout comme l'intelligence humaine ou naturelle. Toutefois, ce type de progrès est encore loin d'être réalisé. Il est donc plus probable qu'il faudra un certain temps avant que ce type de robots généralisés inspirés de l'IA ne se retrouvent face à face avec des humains. Cela implique qu'il faudra un certain temps avant que l'intelligence artificielle ne dépasse rapidement l'intelligence humaine et ne la surpasse. Cette idée fausse est due au fait que l'on s'imagine que l'intelligence se manifeste sur une échelle linéaire. Cette situation est perpétuée par le fait que les humains imaginent toujours que les animaux se situent peut-être au bas de l'échelle, les humains au haut de l'échelle, et les machines super intelligentes au haut de l'échelle. Cependant, en réalité, l'intelligence est évaluée selon plusieurs dimensions. Par exemple, en ce qui concerne la vitesse des calculs et la capacité de mémorisation, les ordinateurs peuvent dépasser de loin les humains. Mais les machines super intelligentes ne possèdent pas la capacité créative, l'intelligence émotionnelle telle que l'empathie et la pensée stratégique, qui sont des qualités que seuls les humains peuvent offrir, du moins dans un avenir prévisible.

2.6 Progrès récents en matière d'IA

Une analyse de l'histoire des technologies informatiques montre que les changements technologiques sont généralement exponentiels. Cela correspond à la "loi des retours accélérés" de Ray Kurzweil (Kurzweil, 2000). Cela signifie que, au fil du temps, la technologie évolue plus rapidement. Ce phénomène est également observable dans les avancées des technologies de l'IA. Cela exige donc de bien comprendre le paysage technologique actuel, ainsi que ses flux et reflux. Par conséquent, la capacité de l'Afrique à réaliser l'avenir des technologies de l'intelligence artificielle dépendra du contexte de ses propres objectifs de développement, qui nécessite une maîtrise du changement. Les technologies de l'IA provoquent des changements dans le paysage technologique en créant de nouveaux segments comme les voitures à conduite autonome, en détruisant des segments existants comme les trackers GPS et en transformant d'autres segments technologiques comme les automobiles. Ainsi, pour que l'Afrique puisse exploiter pleinement l'IA pour son progrès socio-économique, la condition préalable est de classer, d'exploiter et de définir les technologies émergentes de l'IA en fonction du cadre africain. Par conséquent, l'Afrique doit soit adopter, soit négliger certains aspects de l'IA à mesure que les déviations du paysage continuent de se déployer. Ainsi, l'Afrique doit investir, utiliser et influencer la mise en œuvre de la technologie de l'IA pour la rentabilité, l'évaluation du cadre, et donc le développement socio-économique de l'Afrique.

Des preuves irréfutables montrent que l'IA est un ensemble de technologies perturbatrices et transformatrices, et l'Afrique est à l'aube d'une telle révolution de l'IA. L'IA est une discipline vieille d'un peu plus de 60 ans. Au cours des 40 premières années de son développement, certaines des réussites importantes en matière d'IA étaient essentiellement limitées aux laboratoires de recherche. Cependant, au cours des 20 dernières années, les gouvernements et de nombreuses industries du monde entier ont adopté les changements et les développements substantiels des systèmes intelligents sophistiqués. Les facteurs qui ont contribué de manière significative à ce changement radical sont les développements dans les domaines de la vision par ordinateur, du traitement du langage naturel (NLP) et de la représentation des connaissances et du raisonnement (KR). Le NLP est un mélange d'intelligence artificielle et de linguistique computationnelle. Cela signifie que NLP est la capacité de la machine à traiter l'information (ce qui est dit), à structurer l'information reçue, à déterminer la réponse nécessaire et à répondre dans un langage que les humains peuvent comprendre. Les applications les plus populaires du traitement automatique des langues sont la traduction automatique, la reconnaissance vocale, l'analyse des sentiments, la réponse aux questions (qui consiste à créer des systèmes répondant automatiquement à des questions posées par des humains dans un langage naturel), la synthèse automatique et les chatbots (plusieurs canaux, dont l'internet, les applications et les plateformes de messagerie). Une autre application de la NLP est la Market Intelligence, où les spécialistes du marketing utilisent la NLP pour rechercher des personnes ayant l'intention probable ou explicite de faire un achat. Dans ce cas, le comportement des gens sur l'internet, l'entretien des pages sur les réseaux sociaux et les requêtes aux moteurs de recherche fournissent beaucoup de données non structurées utiles sur les clients. Vendre la bonne publicité aux internautes permet à Google et Facebook de tirer le meilleur parti de leurs revenus. Dans ce cas, les annonceurs paient Google chaque fois qu'un visiteur clique sur une publicité. Un clic peut coûter entre quelques centimes et plus de 50 dollars. En outre, le NLP peut être utilisé pour la classification des textes. La classification des textes consiste à attribuer un ensemble de catégories prédéfinies à un texte libre. Les classificateurs de texte peuvent être utilisés pour organiser, structurer et catégoriser à peu près tout.

L'apprentissage automatique, en tant que sous-domaine de l'IA, a amélioré les algorithmes d'apprentissage et de prédiction, ainsi que les progrès de la technologie matérielle correspondante. Par conséquent, cela a conduit à la disponibilité de quantités incroyablement importantes de données qui ont été récoltées pour la plupart auprès d'énormes sociétés de dépôt en ligne telles que Google, Facebook et Amazon. Les progrès de l'apprentissage automatique ont notamment profité à d'autres sous-domaines de l'IA, tels que la vision par ordinateur, la reconnaissance vocale, l'informatique affective et le traitement du langage naturel. Ces avantages se sont également répercutés sur la prise de décision automatisée. L'apprentissage automatique se concentre sur l'utilisation de techniques statistiques pour construire des systèmes informatiques intelligents afin d'apprendre à partir des bases de données à sa disposition. Actuellement, l'apprentissage automatique a été utilisé dans de multiples domaines et industries tels que le diagnostic médical, le traitement d'images, la prédiction, la classification, l'association d'apprentissage, la régression.

La reconnaissance vocale est un autre exemple d'apprentissage automatique. La reconnaissance vocale est la traduction des mots prononcés en texte, connue sous le nom de reconnaissance vocale par ordinateur ou reconnaissance vocale automatique. Dans ce cas, une application logicielle peut reconnaître les mots prononcés dans un clip ou un fichier audio, puis convertir l'audio en fichier texte. Elle mesure dans cette application peut être un ensemble de chiffres qui représentent le signal vocal. Le signal vocal peut être segmenté par les intensités dans différents temps.

Ainsi, la reconnaissance vocale peut être utilisée dans des applications telles que l'interface utilisateur vocale et les recherches vocales. Les interfaces utilisateur vocales comprennent la numérotation vocale, le routage des appels et le contrôle des appareils. Il peut également être utilisé pour la simple saisie de données et la préparation de documents structurés. Dans le diagnostic médical, l'apprentissage automatique peut être utilisé dans les techniques et outils de diagnostic des maladies. Il est utilisé pour l'analyse des paramètres cliniques et leur combinaison pour le pronostic.

Les progrès récents dans le domaine de la prise de décision automatisée sont largement attribués aux développements dans le domaine de l'apprentissage pour traiter les questions de représentation et d'évolutivité. Un excellent exemple de ces progrès est celui de la robotique, où la navigation dans des environnements familiers statiques est essentiellement un problème résolu. Néanmoins, la recherche actuelle est principalement axée sur le développement des capacités et des fonctionnalités des robots afin qu'ils puissent fonctionner dans des environnements non familiers grâce à des capacités d'apprentissage actif et continu. Le succès de l'apprentissage profond, qui est une forme avancée et complexe de réseaux neuronaux, a amélioré tous les systèmes d'automatisation, y compris la robotique, et cette tendance devrait se poursuivre dans un avenir proche. Le modèle traditionnel de l'informatique prévoit des modules clairement séparés pour les entrées/sorties, le traitement des instructions et la gestion de la mémoire. Actuellement, les réseaux neuronaux profonds sont simulés sur des machines construites selon le modèle standard de l'informatique. On s'attend donc à ce que les ordinateurs dits "neuromorphiques", des machines conçues sur la base de réseaux neuronaux biologiques et fondées sur un modèle informatique radicalement différent, offrent un bien meilleur environnement pour former et exécuter des réseaux neuronaux profonds, ce qui pourrait entraîner des gains encore plus importants dans l'application de l'apprentissage profond. Par exemple, des chercheurs ont pu redonner le sens du toucher à un homme blessé en utilisant la technologie d'interface cerveau-ordinateur aux États-Unis (Battelle et Ohio State University Wexner Medical Centre).

Dans la lignée de l'aspect social de l'IA évoqué plus haut, il y a l'idée qu'un large éventail de dispositifs, y compris des appareils, des véhicules et des bâtiments, peuvent être interconnectés pour collecter et partager leurs informations sensorielles de manière sophistiquée et intelligente, ce qui conduit à ce qu'on appelle l'Internet des objets (IoT). On s'attend à ce que l'IA puisse traiter et utiliser les énormes quantités de données qui en résultent. L'avantage de l'IA dans l'IoT réside dans le fait qu'elle pourrait aider à rationaliser et à donner un sens à l'éventail déconcertant de protocoles de communication incompatibles que ces appareils utilisent actuellement. Une conséquence inévitable des myriades d'appareils de ce type qui seront reliés à des systèmes en ligne est que l'ensemble de l'industrie sera en possession de grands ensembles de données qui pourront être analysés à différentes fins et exploités pour le bien ou le mal.



2.7 Conclusion

Les pays leaders dans le domaine de l'IA ont montré que la création d'environnements propices à une coopération et à un échange d'informations accrus entre les diverses parties prenantes : le monde universitaire, l'industrie (y compris les start-up et les entrepreneurs), la société civile (y compris les ONG et les groupes de réflexion), les décideurs et les régulateurs, accélérera les progrès des applications de l'IA. La collaboration multisectorielle est essentielle pour le développement et l'utilisation sûrs, éthiques et bénéfiques des technologies de l'intelligence artificielle. Ainsi, l'Afrique ne devrait pas être laissée de côté en participant activement, en affichant une perspective africaine, à la série de sommets mondiaux sur l'intelligence artificielle pour le bien animés par l'UIT. Le Good Global Summit réunit des gouvernements, des entreprises, des universités et la société civile, afin d'explorer le développement responsable de l'IA centrée sur l'humain pour résoudre les grands défis de l'humanité, y compris l'accélération des ODD. Des recommandations spécifiques sur cet aspect sont fournies dans la dernière partie de cette brochure. En outre, de nombreux pays et unions économiques ont montré qu'il est essentiel d'adopter un cadre politique et réglementaire qui favorise l'exploitation de l'IA et encourage l'innovation et l'investissement afin de mettre en œuvre avec succès les projets d'application de l'IA. Actuellement, l'UA devrait encourager les gouvernements africains à adopter une approche délibérée et proactive, afin de mettre en œuvre des réglementations, des politiques et des initiatives de soutien. Enfin, il existe plusieurs domaines pertinents pour le développement d'économies numériques robustes basées sur l'IA, sur lesquels les décideurs politiques devraient se concentrer. Ce point est développé dans la dernière partie de ce rapport.

Dans cette section, nous examinons une série de domaines d'application dans lesquels les technologies d'IA ont déjà eu un impact, et dans lesquels les technologies d'IA sont susceptibles d'avoir un impact au cours des prochaines décennies. Compte tenu de l'intérêt croissant de nombreux gouvernements africains pour la mise en œuvre de l'IA dans leurs pays, il convient également d'examiner les possibilités existantes et les défis auxquels ces pays seront confrontés lors de l'intégration de l'IA dans leurs systèmes. En effet, de nombreuses personnes ne savent pas s'il faut se lancer dans le développement de l'IA, car elles se demandent quel sera l'impact de l'IA sur le développement et la croissance socio-économiques. La raison de cette incertitude réside dans la forte perception que l'IA va perturber tous les aspects de la vie des gens, d'où le fait que l'IA semble susciter simultanément l'enthousiasme et le scepticisme de nombreuses communautés à travers le monde.

Applications et opportunités de l'IA

3.1 Applications actuelles et futures

Les applications de l'intelligence artificielle sont infinies. Cette technologie peut être appliquée à de nombreux secteurs et industries différents. À l'heure actuelle, les systèmes basés sur l'IA sont adaptés et intégrés à différentes applications dans les secteurs des soins de santé, de l'agriculture, de l'exploitation minière, de l'industrie et des services publics, à mesure qu'ils deviennent plus sophistiqués (Abney, 2013). L'IA est testée et utilisée dans le secteur des soins de santé pour doser les médicaments et les différents traitements des patients, ainsi que pour les procédures chirurgicales en salle d'opération. Il convient de noter que l'IA continue de gagner en popularité en tant que technologie en pleine maturation, et que les systèmes d'IA actuels possèdent encore une capacité de base pour reconnaître l'expression, le ton, l'émotion et les subtilités de l'interaction humaine. Des progrès ont été réalisés en essayant d'apprendre aux ordinateurs à accomplir des actions limitées telles que jouer à un jeu, reconnaître une image et prédire le flux/congestion du trafic. D'autres travaux novateurs doivent encore être développés avant que les technologies basées sur l'IA et capables d'accomplir des tâches humaines ne soient réalisées. Toutefois, il est encourageant de constater que l'Afrique et le reste du monde traversent actuellement une période d'innovation technologique sans précédent.

Le facteur le plus important est peut-être lié aux récentes avancées réalisées dans le sous-domaine de l'IA connu sous le nom d'apprentissage automatique. Ces progrès ont été réalisés grâce à l'évolution des algorithmes d'apprentissage et de prédiction (tels que l'analyse de régression et de tendance basée sur les statistiques, et les réseaux neuronaux artificiels, qui sont des modèles informatiques et peuvent imiter le cerveau humain), aux progrès de la technologie matérielle et à la disponibilité de quantités incroyablement importantes de données, principalement collectées sur de grands référentiels en ligne par des sociétés telles que Google, Facebook et Amazon. Les progrès de l'apprentissage automatique ont eu des effets extrêmement bénéfiques sur d'autres sous-domaines de l'IA, plus particulièrement la vision par ordinateur, la reconnaissance vocale et le traitement du langage naturel. Il a également eu un effet bénéfique sur la prise de décision automatisée. Les progrès récents en matière de prise de décision automatisée peuvent être largement attribués aux développements dans le domaine de l'apprentissage automatique afin de traiter les questions de représentation et d'évolutivité. Un exemple typique d'un tel phénomène est la robotique, où la navigation dans des environnements familiers statiques est essentiellement un problème résolu. Mais la recherche actuelle est largement axée sur le développement de moyens et de méthodes permettant de faire fonctionner la robotique dans des environnements non familiers. C'est là que l'apprentissage automatique joue un rôle crucial.

3.2 Opportunités

Bien que l'IA se concentre sur l'automatisation d'un comportement intelligent, il est clairement reconnu que l'intelligence implique souvent une certaine forme de coopération entre les parties prenantes. Cette coopération peut être forgée avec des êtres humains et/ou d'autres systèmes intelligents. Actuellement, le développement de tels systèmes collaboratifs suscite un vif intérêt. L'accent est mis principalement sur le développement de modèles formels de collaboration et sur les capacités nécessaires aux systèmes collaboratifs pour devenir des partenaires efficaces. L'avantage, voire la nécessité, d'insuffler des capacités de collaboration aux systèmes d'IA devrait être évident. Un exemple typique de cet avantage se trouve dans le domaine d'application des véhicules à conduite autonome. Parmi ces entreprises, citons Google et Tesla qui ont déjà démontré la faisabilité de cette technologie en ce qui concerne les véhicules à moteur sans conducteur. Néanmoins, il sera crucial que ces systèmes puissent évoluer vers un niveau de collaboration sophistiqué au sein des véhicules à conduite autonome et des humains, ainsi qu'entre eux. Dans le même ordre d'idées, le domaine du crowdsourcing et du calcul humain repose sur l'hypothèse que les capacités humaines dans certains domaines seront, dans un avenir prévisible, supérieures à celles des méthodes automatisées. En outre, le crowdsourcing et le calcul humain reposent sur le fait que les meilleures solutions seront obtenues en combinant les capacités des êtres humains et des machines d'IA. Le meilleur exemple d'un tel système est connu sous le nom de Wikipédia. Wikipédia est un dépôt de connaissances qui dépasse de loin les sources d'information plus traditionnelles en termes d'échelle et de profondeur.

3.3 Utilisations actuelles de l'IA en Afrique

3.3.1 Agriculture

L'agriculture est l'un des domaines en Afrique qui a observé une contribution énorme aux technologies basées sur l'IA. Les techniques d'IA sont utilisées pour résoudre divers problèmes en agriculture, notamment :

- Prévisions météorologiques
- Surveillance du sol, par exemple, fertilité du sol, sur-fertilisation
- Irrigation automatisée
- Nouvelles techniques agricoles grâce aux serres intelligentes
- Suivi des cultures, par exemple, détermination de la profondeur de semis, de la date de semis Récolte. Par exemple, la robotique CROO pour la cueillette des fraises.

Prévision des ravageurs, des maladies et des mauvaises herbes. Par exemple, la détection des sauterelles, ainsi que l'identification des mauvaises herbes et la décision d'appliquer des pesticides.

Les données sont capturées à l'aide de drones et/ou de systèmes embarqués dans les machines agricoles. Ensuite, des techniques d'IA sont mises en œuvre pour analyser les données obtenues afin de trouver des solutions aux différents problèmes agricoles. En Afrique du Sud, plusieurs start-up spécialisées dans l'intelligence artificielle résolvent ce type de problèmes dans le domaine de l'agriculture. Par exemple, MySmartFarm, Aerobotics, Drone Clouds et FarmDrive sont des technologies basées sur l'IA développées en Afrique du Sud pour répondre aux problèmes agricoles tels que le diagnostic des maladies des plantes, la prévision des prix, le marketing, la consultation d'experts et l'accès aux services financiers.

3.3.1.1 Étude de cas : FarmDrive: Innovation basée sur l'IA - Modèle alternatif de notation de crédit pour les petits exploitants agricoles.

Cette étude de cas est liée à l'objectif de l'Agenda 2063 de moderniser les activités agricoles pour améliorer la productivité et la production. Sans aucun doute, l'agriculture est cardinale pour l'avenir de l'Afrique. Le continent possède la plupart des terres arables du monde et plus de la moitié de la population africaine est employée dans ce secteur. Et aussi, il est le plus grand contributeur au produit intérieur brut (PIB) total (AGRA, 2018). Cependant, les agriculteurs constituent le groupe le plus important et le plus pauvre au bas de la pyramide. Ainsi, les outils financiers destinés aux agriculteurs peuvent avoir un impact potentiel remarquablement élevé sur leur développement et leur croissance socio-économique. En effet, il a été démontré qu'une croissance soutenue dans le secteur agricole est 2 à 4 fois plus efficace pour réduire la pauvreté et améliorer les moyens de subsistance que la croissance dans d'autres secteurs (AGRA, 2017). En Afrique, des millions de petits exploitants agricoles s'efforcent de subvenir aux besoins de leurs familles et de leurs communautés grâce à l'agro-industrie. En effet, moins de 10 % d'entre eux voient leurs besoins économiques satisfaits par le secteur financier. En outre, moins de 1 % des prêts bancaires en Afrique sont destinés à l'agriculture (AGRA, 2017). En l'absence de méthodes précises et rentables pour évaluer le risque de crédit des petites exploitations agricoles, les institutions financières sont réticentes à accorder des prêts aux petits exploitants. Ainsi, ce manque à gagner contribue de manière significative au déficit de financement de l'agriculture de 450 milliards de dollars à travers le monde (AGRA, 2018). Par conséquent, sans accès au crédit, les petits et moyens agriculteurs restent incapables d'acheter des intrants de qualité, de réaliser des investissements productifs et d'améliorer leur productivité et leurs récoltes.

Les familles et les communautés sont confrontées à de réelles frustrations dans le domaine de l'agriculture et, par conséquent, réalisent de maigres récoltes après des mois de labeur. De plus, le capital nécessaire pour acheter les intrants agricoles essentiels qui pourraient potentiellement améliorer leurs rendements et leurs revenus est souvent insuffisant. Par conséquent, des start-up telles que FarmDrive utilisent des solutions innovantes basées sur l'IA qui visent à combler le fossé entre les petits exploitants agricoles et les institutions financières. Cela pourrait déboucher sur le déblocage de l'accès au crédit pour les petits exploitants agricoles. FarmDrive utilise des téléphones cellulaires mobiles, des données alternatives et des techniques d'apprentissage automatique de l'IA pour combler le manque de données cruciales qui empêche les institutions financières de prêter aux petits exploitants agricoles solvables. FarmDrive permet aux petits exploitants agricoles d'avoir accès à des prêts et à des outils de gestion financière par le biais d'une application pour téléphone mobile cellulaire appelée FarmDrive App. Cette application permet aux agriculteurs de s'inscrire sur FarmDrive par SMS au numéro 21342. Une fois enregistrée,

l'application permet aux agriculteurs de tenir un registre de leurs activités professionnelles agricoles, telles que les revenus et les dépenses. Cela devient une source fiable du comportement et de la situation financière des agriculteurs, qui peut ensuite être utilisée pour demander des prêts. Les agriculteurs peuvent obtenir l'approbation de leur prêt et le recevoir via M-PESA (une autre innovation en matière de services financiers). Elle permet également aux agriculteurs de rembourser le prêt en temps voulu. Ainsi, le modèle alternatif d'évaluation du risque de crédit de FarmDrive, basé sur l'IA, fournit aux institutions financières un modèle pertinent sur le plan agricole et fondé sur des données pour évaluer le risque et élaborer des prêts adaptés aux besoins des petits exploitants agricoles. Par conséquent, FarmDrive a le potentiel de débloquent des millions de dollars de capitaux auparavant peu enclins au risque pour les petits exploitants agricoles, ce qui peut potentiellement améliorer les moyens de subsistance de communautés entières. Par conséquent, réduire la pauvreté, la faim et les inégalités. En relation avec l'UA 2063, étant donné qu'en Afrique, l'agriculture durable est l'outil le plus efficace pour mettre fin à la pauvreté, l'innovation FarmDrive pilotée par l'IA est d'une grande pertinence. Plus précisément, FarmDrive a le potentiel nécessaire pour contribuer à :

- Comblent le fossé de l'accès au crédit pour les petits exploitants agricoles, leur permettant ainsi de cultiver correctement, avec des intrants de qualité, les terres fertiles des nations africaines, et ainsi contribuer à sortir des millions de personnes de la pauvreté.
- Donner à des millions de petits exploitants agricoles en Afrique les moyens d'accroître leur productivité, et donc de contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire, en vue d'atteindre l'objectif de la faim zéro.
- Fournir un modèle alternatif de notation de crédit qui assure l'inclusion financière des femmes privées de droits qui représentent 60% des petits exploitants agricoles africains.
- Revitaliser l'agrobusiness et offrir à la jeunesse africaine des opportunités économiques durables et de qualité, avec l'introduction de solutions technologiques d'IA basées sur les données pour relever les défis de l'agriculture.
- Permettre aux petits exploitants agricoles d'avoir accès au crédit et de pouvoir ainsi contribuer durablement au développement économique tout en améliorant leurs moyens de subsistance et en réduisant les inégalités.



3.3.2 Exploitation minière

En Afrique, l'IA a été utilisée dans l'industrie minière pour résoudre divers problèmes. Par exemple, dans l'industrie minière sud-africaine, un système de portage intelligent employé par TOMRA Kumba utilise des drones pour forer des trous et larguer des explosifs pour l'excavation. La mine de charbon Grooteegeluk d'Exxaro utilise des drones pour l'arpentage et la cartographie afin d'augmenter la production grâce à une meilleure efficacité de l'extraction du charbon.

3.3.2.1 Étude de cas sur l'exploitation minière : Des drones pour l'automatisation

L'utilisation des drones et de l'IA a contribué à l'automatisation des opérations dans les mines en Afrique. Par exemple, Rocketmine est une start-up du secteur minier basée à Johannesburg. Cette entreprise fournit des services aux mines du continent, notamment au Nigeria, en Namibie et au Ghana. Pour

des fins de cartographie et d'excavation de nouvelles sources de minéraux, des enquêtes minières périodiques sont impératives pour le bon fonctionnement des mines. Traditionnellement, ces enquêtes périodiques sur les mines sont effectuées manuellement, tous les deux mois, par des avions qui survolent les mines. Cependant, Rocketmine a fourni une solution dans laquelle les enquêtes manuelles sont désormais effectuées par des drones. Ces drones sont utilisés pour prendre des photos, qui sont ensuite analysées à l'aide de techniques d'IA afin de mener l'enquête. Une approche similaire a également été utilisée dans la mine Grootegekuk d'Exxaro dans le Limpopo, en Afrique du Sud. Cette zone minière présente des conditions dangereuses pour les géomètres. Ainsi, la technologie des drones devient une approche appropriée et rentable pour réaliser des enquêtes dans cette zone minière. En outre, grâce à la technologie des drones couplée à l'intelligence artificielle, les données sont fournies beaucoup plus fréquemment, à raison de 12 heures par jour, au lieu de deux fois par mois dans le cadre d'une enquête manuelle. De plus, à Rossum Uranium en Namibie, Rocketmine utilise des drones pour identifier l'emplacement et le mouvement des stocks. En outre, Rocketmine a également émulé les mines numériquement pour permettre aux entrepreneurs de gérer les mines à distance. La mine de Belfast, à Mpumalanga, a également fait l'objet d'une émulation numérique.

3.3.3 Fabrication

Depuis ses débuts, l'IA joue un rôle essentiel dans la fabrication. Parmi les premières applications, on peut citer la conception et la planification d'usines et de machines, le diagnostic de pannes, comme la maintenance d'installations industrielles. Au fur et à mesure que le domaine a progressé, l'IA a fourni des solutions efficaces aux problèmes de routage des véhicules industriels, aux problèmes d'emballage des produits et à l'ordonnancement des machines dans les industries. Par exemple, Opsi systems est une entreprise dérivée de l'université de Witwatersrand en Afrique du Sud. Opsi systems se concentre sur le développement de logiciels et le conseil, en se spécialisant dans la chaîne d'approvisionnement, avec un accent particulier sur la logistique des véhicules et la prévision de la demande. Ce service est utile pour les entreprises manufacturières, car il leur permet de transporter leurs produits vers les clients. En outre, l'IA a également été en mesure d'apporter des solutions aux problèmes de cybersécurité tels que la détection des intrusions dans les réseaux, la détection des logiciels malveillants, la détection des fraudes et la détection des anomalies. Afrique du Sud Prophète de données à base d'IA utilisé pour l'automatisation de l'assurance qualité dans l'industrie manufacturière.

3.3.3.1 Étude de cas : Data Prophet pour l'industrie manufacturière Automatisation de l'assurance qualité

Data Prophet est une suite de solutions de systèmes d'IA pour l'automatisation de l'industrie manufacturière, dont le nom générique est OMNI. OMNI est un système d'IA prédictif pour la fabrication. Couplé aux données de production, OMNI apprend des données disponibles pour devenir un conseiller expert ayant l'expérience de l'historique de production, capable de guider l'équipe de production pour éliminer les défauts et les rebuts afin de minimiser les temps d'arrêt. Grâce à ses outils de vision artificielle, baptisés OMNI Vision, il fonctionne comme un système de vision artificielle qui améliore l'efficacité des opérateurs humains chargés du contrôle de la qualité. Cela permet au système de localiser et de classer les défauts sur des composants que le système n'a jamais vus auparavant. Ainsi, en tirant des enseignements des données historiques, Data Prophet peut élaborer des modèles permettant de prédire où et quand ces problèmes risquent de se reproduire, et recommander de manière préventive des mesures correctives, ce qui permet de réaliser des économies. OMNI Vision, plutôt que d'utiliser la correspondance de modèles pour détecter les défauts de fabrication, utilise des techniques d'apprentissage automatique de l'IA, afin de fournir une solution complète de contrôle de la qualité visuelle, pour l'industrie 4.0. OMNI Vision a fait ses preuves dans l'industrie de la fonderie, où elle a aidé une importante fonderie de sable vert à réduire considérablement les défauts de coulée débilants courants.

Notamment, puisque Data Prophet a été inventé en Afrique, cela modifie le paysage mondial du flux de transfert de technologies qui fait de l'Afrique un importateur net de technologies, mais un innovateur. Par exemple, l'agent conversationnel à base d'IA de Data Prophet pour les demandes de renseignements et la détection des émotions via l'image a été intégré dans un jeu pour le grand éditeur japonais Bandai Namco. Data Prophet a également conclu des contrats avec des géants de la fabrication en Allemagne et aux États-Unis afin de déployer ses solutions d'IA.

Par exemple, en 2018, Data Prophet a obtenu un tour de financement de "plusieurs millions de dollars" de la part de la société de capital-risque, connue sous le nom de Knife Capital, qui avait pour but de favoriser l'expansion de ses offres internationales aux États-Unis et en Europe.

Data Prophet, en tant que jeune entreprise spécialisée dans l'intelligence artificielle, fait ce qui suit :

- Contribue à une croissance économique durable dans le secteur manufacturier, en attirant du capital- risque dans l'économie africaine.
- Il se concentre sur le contrôle de la qualité de la fabrication et contribue à l'avancement de l'industrialisation, ainsi qu'à la promotion de l'innovation qui contribue au PIB de l'Afrique du Sud.
- Créer des emplois décents basés sur la connaissance pour sa main-d'œuvre et attirer des flux de capital-risque pour la croissance économique africaine.

3.3.4 Santé

L'IA est le sujet le plus discuté dans le domaine des soins de santé, non seulement en Afrique mais dans le monde entier. Cela suscite toutefois un débat permanent sur les avantages et les inconvénients éthiques, cliniques et financiers de l'utilisation d'algorithmes d'IA pour les soins aux patients. Néanmoins, pour construire de tels systèmes, il est nécessaire de disposer de données fiables qui ne sont pas facilement disponibles en Afrique. Il est également nécessaire de procéder à une évaluation clinique solide, à l'aide de paramètres qui sont intuitifs pour les cliniciens et qui, idéalement, vont au-delà des mesures de la précision technique pour inclure la qualité des soins et les résultats pour les patients. En outre, les systèmes dotés de l'IA peuvent être utilisés pour accélérer la recherche, le traitement, le triage, les diagnostics et le suivi des patients. Par exemple, en Ouganda, une start-up, connue sous le nom de Global Auto Systems Ltd, a mis en place un système intégré de gestion de l'oncologie pour assurer le suivi des patients atteints de cancer dans plusieurs unités privées de dépistage du cancer. Cela démontre clairement que les systèmes d'IA peuvent être utilisés pour un diagnostic et une détection fiables, rapides et précis des maladies. Cela peut se faire en analysant des modèles dans les données relatives à la santé et aux tests, comme l'analyse par vision artificielle des rayons X, l'IA pour l'analyse des lames de microscopie des frottis et des lames de paludisme. Par exemple, un chercheur de l'université des sciences et technologies de Mbarara (MUST) a mis au point une plateforme baptisée PapsAI pour le diagnostic et la classification automatisés du cancer du col de l'utérus à partir de frottis. En outre, les systèmes d'IA peuvent être utilisés pour fournir des informations au public et aux prestataires de soins de santé. Par exemple, les agents de conservation en ligne (OCA) peuvent fournir des conseils d'experts à l'utilisateur final. En outre, les applications de télémédecine peuvent être utilisées pour diagnostiquer à distance divers problèmes de santé à l'aide des images des caméras d'un smartphone.

L'IA joue également un rôle important dans le secteur de la santé en Afrique. Par exemple, au Kenya, l'IA est utilisée pour aider les patients et les établissements médicaux à identifier la disponibilité des fournitures médicales. Cela a permis d'augmenter de 50 % la disponibilité des fournitures médicales. En outre, l'IA est également utilisée pour la prédiction du diagnostic et la guérison ou le traitement précoce de problèmes de santé tels que le cancer, le paludisme et l'asphyxie à la naissance. Par exemple, dans les cliniques rurales du Kenya, l'IA est utilisée pour détecter le cancer du col de l'utérus. En outre, IBM Research au Kenya utilise l'IA pour prévenir la propagation de la malaria. En outre, au Nigeria, Buena utilise l'IA pour détecter la possibilité d'une asphyxie à la naissance.

Notamment, la résistance aux médicaments a également été détectée par l'IA en Afrique. Par exemple, The Heal, en Afrique du Sud, a utilisé l'IA pour prédire la résistance aux médicaments du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et la non-observance des traitements contre la tuberculose chez les patients infectés. En outre, en Afrique du Nord, les systèmes de détection assistée par ordinateur (DAO) dans les systèmes mobiles sont utilisés pour aider à l'examen des mammographies afin de prévenir le cancer du sein. En outre, l'IA a été employée pour fournir un soutien et des conseils aux patients. Par exemple, une entreprise américaine connue sous le nom de Woebot a mis au point une application avec un chatbot d'IA qui peut fournir une plateforme aux praticiens de la santé pour diagnostiquer les complications médicales des patients. En outre, au Nigeria, Aajoh utilise l'IA pour fournir au public des diagnostics médicaux sur présentation de symptômes sous forme de texte, d'images et de clips audio.

3.3.4.1 Étude de cas sur la santé: Diagnostic par imagerie

Le diagnostic par imagerie consiste à utiliser l'IA pour analyser des radiographies afin de fournir des diagnostics médicaux. Un exemple est une entreprise connue sous le nom de Envisionit Deep AI en Afrique du Sud. Cette société utilise l'IA pour la radiologie pédiatrique afin d'aider les radiologues à établir des diagnostics. Compte tenu de la pénurie de radiologues pédiatriques en Afrique, l'IA profonde d'Envisionit vise à fournir une solution alternative. Cette société se concentre sur les analyses de radiographies pour les maladies respiratoires et cardiaques congénitales. Ces maladies ont été identifiées comme les principales causes de mortalité chez les enfants de moins de 5 ans. Dans le cadre d'une initiative similaire au Nigeria, ChestEye a été développé pour diagnostiquer la tuberculose à partir de radiographies du thorax. En effet, de nombreuses personnes meurent chaque année de la tuberculose en raison de l'absence de diagnostics rapides dus à la pénurie de radiologues en Afrique. Les deux systèmes d'IA sont également capables de fournir aux radiologues une liste prioritaire de patients en fonction de leur état.

3.3.5 Énergie

Malgré une croissance économique régulière en Afrique, l'élargissement de l'accès à l'électricité dans les pays subsahariens reste problématique. Les énergies éolienne, solaire, géothermique et hydraulique sont explorées comme les principales solutions potentielles pour répondre à une demande énergétique en forte croissance. Plusieurs

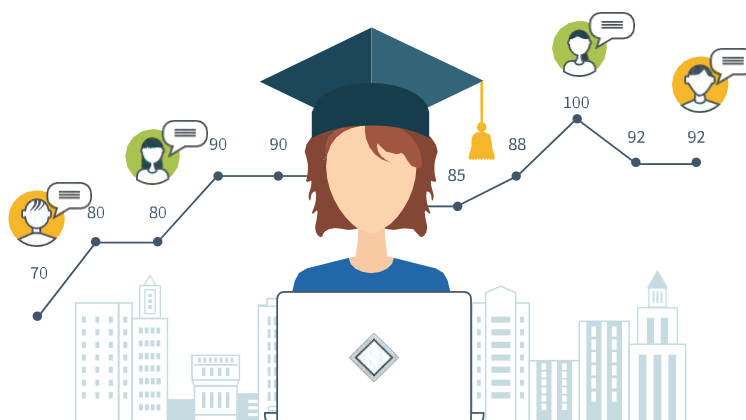
applications d'IA sont développées en Afrique afin de transformer les énergies renouvelables par une efficacité accrue. Ces efforts portent principalement sur l'optimisation de la production, de la distribution et de la consommation d'énergie, sur le développement de réseaux électriques intelligents et sur l'optimisation des performances des installations solaires, photovoltaïques, éoliennes et maritimes. Par exemple, au Maroc, un modèle basé sur un perceptron multicouche (MLP) peut prédire l'évolution de l'irradiation solaire mensuelle globale. Au Nigeria, un modèle basé sur un réseau neuronal artificiel (ANN) est appliqué pour la prédiction du potentiel de l'énergie solaire. En Algérie, des modèles d'apprentissage hybride prévoient la consommation d'énergie pour le chauffage, la climatisation et les appareils ménagers. En Afrique du Sud, les ANN sont testés pour une évaluation de la consommation d'énergie dans les secteurs industriels. D'autres systèmes comprennent la prévision et la modélisation des données météorologiques, le dimensionnement des systèmes photovoltaïques et la modélisation, la simulation et le contrôle des systèmes photovoltaïques à l'aide de réseaux neuronaux, de logique floue, d'algorithmes évolutionnaires et d'algorithmes génétiques.

3.3.6 Éducation

L'une des principales contributions de l'IA en Afrique du Sud est l'analyse des données pour prédire les performances des élèves et identifier les difficultés d'apprentissage. Par exemple, il est impératif d'identifier les échecs potentiels dans un cours particulier et, sur cette base, de mettre en place des mécanismes pour aider les apprenants à surmonter leurs difficultés. De même, l'Université virtuelle du Sénégal, qui compte plus de 29 340 étudiants, exploite une plateforme d'apprentissage en ligne dotée d'outils permettant de prédire les objets d'apprentissage les plus influents sur la note finale des apprenants. En outre, Lainos World, développé au Nigeria, est un logiciel ludo-éducatif multimédia de géographie qui utilise l'IA pour la synthèse vocale et la navigation. En 2011, grâce à une subvention de l'Inter-Academy Panel et de la Nigerian Academy of Science, le produit a été localisé en français, espagnol, allemand, portugais, russe et chinois.

3.3.6.1 Étude de cas sur l'éducation : Analyse de l'apprentissage pour la réussite des étudiants

L'un des principaux domaines de l'éducation dans lequel l'IA a un impact en Afrique est l'analyse de l'apprentissage. L'analyse de l'apprentissage consiste à prédire le taux de réussite ou d'échec des étudiants dans le but de mettre en place des mécanismes pour aider les étudiants potentiellement en échec. En Afrique du Sud, le programme Siyaphumelela a été lancé pour utiliser des analyses de données susceptibles d'améliorer la réussite des étudiants. Ce projet implique 5 universités sud-africaines, à savoir l'Université de Pretoria (UP), l'Université de technologie de Durban (DUT), l'Université de Witwatersrand (WITS), l'Université Nelson Mandela (NMU) et l'Université de Free State (UFS). Le projet est financé par la Fondation Kresge afin de promouvoir la collecte et l'analyse de données pour la réussite scolaire des étudiants. Le département de l'innovation éducative de l'UP a utilisé l'analyse de l'apprentissage pour prédire l'échec scolaire et mettre en place des interventions afin de soutenir les étudiants dans leur réussite scolaire. Une initiative similaire a été mise en place à l'Université d'Afrique du Sud (UNISA) où l'analyse de l'apprentissage est utilisée pour identifier les modules à risque, établir le profil des étudiants et identifier leurs comportements et leurs habitudes. L'Université de Port Harcourt (UPH) au Nigeria a utilisé l'analyse de l'apprentissage pour prédire l'échec scolaire.



3.3.7 Finance

L'IA contribue également de manière significative au secteur financier. Par exemple, l'IA a été utilisée par les institutions financières et les banques afin de déterminer le risque de crédit lors de la prise de décision concernant l'octroi de prêts et de crédits aux clients. Les institutions financières ont également utilisé l'IA pour la détection des fraudes. Dans le domaine du commerce, l'IA a été utilisée à grande échelle pour prédire les performances des actions et des investissements. Un autre domaine auquel l'IA contribue est la prévision du taux de désabonnement des clients. À l'avenir, il est prévu que l'IA puisse être utilisée pour créer des conseillers automatisés capables de conseiller les clients sur différentes options financières. Une banque sud-africaine a employé un robot pour communiquer avec les clients en leur offrant des interactions personnalisées et les conseiller en utilisant la reconnaissance vocale et la reconnaissance des émotions humaines. De même, les jeunes entreprises sud-africaines Data Prophet et Clevva utilisent des conseillers automatisés pour aider les clients. Kudi.ai, une start-up du Nigeria, utilise un chatbot piloté par l'IA pour aider les utilisateurs à effectuer des paiements et à envoyer de l'argent à leur famille au Nigeria.

3.3.7.1 Étude de cas sur les finances: Bots pour les services à la clientèle

Les bots en ligne ont eu un impact majeur sur le secteur bancaire en Afrique. Par exemple, Kudi.ai, une start-up basée au Nigeria, fait de grands progrès dans l'intégration de l'IA dans le secteur bancaire. La société a mis au point le chatbot Kudi, qui aide les clients à payer leurs factures, à acheter du temps d'antenne, à transférer de l'argent, à surveiller les détails des comptes bancaires et à rappeler aux clients l'échéance des factures. Kudi peut être utilisé via n'importe quelle application de messagerie. Une étude menée en 2019 a révélé que 7 % des institutions financières au Kenya ont intégré l'utilisation des chatbots dans les opérations quotidiennes pour les interactions avec les clients. L'étude a également démontré que la plupart des clients trouvaient que les interactions avec les chatbots étaient une expérience positive. Stockshop.co.za est une start-up sud-africaine qui crée des solutions robotisées pour les investissements boursiers. L'une de ces solutions consiste à utiliser des chatbots pour trouver des conseillers et des courtiers financiers adaptés aux clients. Les bots ont également été utilisés pour effectuer des vérifications d'identité en temps réel et conseiller les clients en fonction de leur historique financier et de leurs émotions.

3.3.8 Patrimoine culturel

L'Afrique est jaloux de son patrimoine. L'IA peut rendre le patrimoine plus visible et plus accessible pour les générations futures. L'aspiration 5 de l'Agenda 2063 de l'Afrique que nous voulons envisage une Afrique dotée d'une forte identité culturelle. Ainsi, restaurer, conserver et préserver le patrimoine culturel de l'Afrique est une responsabilité envers les générations futures. L'IA peut donc restaurer, préserver le patrimoine africain et le rendre accessible à tous, faisant ainsi le lien entre le passé et le présent. La préservation et l'enrichissement du patrimoine culturel contribueront à la sauvegarde de milliers de manuscrits anciens africains. Parmi celles-ci figurent les archives de la traite des esclaves, la collection de documents d'Afrique de l'Ouest, Tombouctou (Mali), des manuscrits du XVII^e siècle, l'Égypte - Trésors de Dar Al-KutubA du XVII^e siècle, l'Éthiopie - Trésors des Archives nationales, le Sénégal - Fonds de l'Afrique occidentale française (AOF, 1895-1959), les Archives nationales de Tanzanie et, récemment, la préservation de la mémoire documentaire de Mandela. La restauration de ces anciens documents manuscrits dégradés et leur numérisation permettraient d'exposer ces collections à un public plus large et de fournir aux experts des méthodes de travail plus efficaces en termes de recherche d'informations et d'analyse de contenu.

3.3.9 Prestation de services publics

Dans la plupart des pays africains, l'expérience des citoyens avec les services publics peut souvent être difficile. La prestation de services publics se caractérise par la corruption, des fournitures inadéquates, un manque de précision et de transparence, des temps de réponse lents et une qualité généralement médiocre, ce qui entraîne un faible niveau de satisfaction des citoyens. Afin de relever ces défis, les organisations du secteur public peuvent utiliser les capacités de la science des données et de l'IA pour mettre en œuvre des politiques et générer des gains d'efficacité dans des environnements à forte incertitude. Cependant, de nombreux décideurs politiques qui doivent adopter et mettre en œuvre les systèmes d'IA dans leurs pays respectifs sont inquiets de ce type de développement ; ils sabotent donc cette mise en œuvre de la prestation de services publics basée sur l'IA. Cette situation est attribuée au manque d'information et à la peur de la transparence dans les systèmes d'IA, car certains fonctionnaires des secteurs privé et public bénéficient de manière suspecte de ces systèmes corrompus et non transparents, rendus possibles par les systèmes manuels utilisés dans les bureaux du service public.

Les technologies d'IA peuvent considérablement rationaliser les processus et réduire les coûts dans la prestation des services publics. Par exemple, elle a le potentiel d'alléger les charges administratives, la paperasserie et les arriérés. Ainsi, accroître l'efficacité du secteur public et la rapidité avec laquelle les services publics peuvent être fournis. Elle peut également être utilisée dans un certain nombre de cas, comme les mesures de lutte contre le blanchiment d'argent, par la gestion des cas et la prise de décision. L'IA peut également être utilisée pour satisfaire les clients des entreprises de services financiers. Les systèmes d'IA peuvent être utilisés pour suivre le comportement des clients et ainsi offrir des conseils financiers sur mesure. Les systèmes d'IA pour les services financiers en Afrique comprennent les applications bancaires Scan to Pay développées par la Zenith Bank Plc située au Nigeria. Cette application peut être utilisée par les clients pour effectuer des paiements en ligne et en magasin en quelques secondes grâce à la lecture rapide d'un code de réponse sur n'importe quel téléphone connecté à Internet.

3.4 Conclusion

Il existe des preuves irréfutables que les applications de l'IA ont le potentiel de transformer radicalement le développement socio-économique des pays africains ainsi que du monde entier. Ainsi, les technologies de l'IA offrent une opportunité aux pays africains pour réaliser l'Agenda 2063 de l'UA, la STISA-2024 et les ambitions des ODD. Mais il reste difficile de prévoir toutes les avancées technologiques qui seront réalisées grâce à l'IA. C'est pourquoi les États membres africains doivent s'engager de toute urgence à exploiter ces technologies basées sur l'IA pour leur développement socio-économique. Il s'agit notamment d'améliorer le système éducatif afin d'y intégrer des programmes d'enseignement sur l'IA et de renforcer la recherche, le développement et l'industrialisation de l'IA. Même s'il existe des incertitudes autour de l'IA, parfois alimentées par des mythes et des contrefaçons qui suscitent la peur et la méfiance à son égard, les Africains doivent comprendre que, d'après les observations historiques, les précédentes révolutions industrielles ont indéniablement entraîné une transformation du paysage de l'emploi. Ainsi, l'adoption et l'adaptation de l'IA pour les économies africaines peuvent potentiellement conduire à une forte augmentation des emplois pour les jeunes, plus particulièrement les femmes et les filles.

L'Agenda 2063 de l'UA fournit un cadre pour guider le développement de l'Afrique au cours du prochain demi-siècle, en se concentrant sur le développement sur un large front tel que le progrès économique, social, politique, scientifique et culturel. STISA-2024 place la science, la technologie et l'innovation à l'épicentre du développement socio-économique et de la croissance de l'Afrique, en définissant les domaines prioritaires suivants Élimination de la faim, garantie de la nutrition et sécurité alimentaire ; prévention et contrôle des maladies et garantie du bien-être ; communication (mobilité physique et intellectuelle) ; gestion des ressources naturelles et changement climatique ; gestion des villes et gestion des déchets urbains, paix et sécurité ; et création de richesses. Ces domaines prioritaires ont une incidence sur le développement des aspirations, en termes de solutions axées sur la STI pour atteindre les objectifs de développement fixés. Parallèlement, les domaines prioritaires de la STISA-2024 fournissent également un contexte pour l'examen de la pertinence de l'IA pour le développement de l'Afrique, car les innovations en matière d'IA peuvent être situées dans ce contexte. Par conséquent, certains cas d'utilisation pertinents de l'IA peuvent être liés à chacun des objectifs de l'UA 2063, comme indiqué dans le présent document.

4

Pertinence de l'IA pour le développement de l'Afrique

4.1 Priorités de l'IA et de la STISA-2024

Selon le document STISA-2024, six domaines prioritaires doivent contribuer à la réalisation de la vision de l'UA, comme le montre la figure 4 ci-dessous. En raison de la nature transversale de la STI, la STISA-2024 a été conçue pour répondre aux demandes de connaissances, de technologies et d'innovation dans divers cadres de développement des secteurs économiques et sociaux de l'UA. STISA-2024 a un rôle de premier plan à jouer pour accroître l'efficacité, tout en éliminant la duplication des efforts, dans la conception et la mise en œuvre des politiques nationales, régionales et de l'Union africaine en matière de STI. La mission de STISA-2024 est d'"accélérer la transition de l'Afrique vers une économie fondée sur la connaissance et l'innovation". Ce but sera atteint grâce aux objectifs suivants :

- Améliorer l'état de préparation à la STI en Afrique en termes d'infrastructures, de compétences professionnelles et techniques, et de capacités entrepreneuriales ; et,
- Mettre en œuvre des politiques et des programmes spécifiques dans le domaine de la science, de la technologie et de l'innovation qui répondent aux besoins de la société d'une manière holistique et durable.



Figure 3. Les six priorités de STISA-2024

Tableau 1: TABLEAU 1: Liaison des objectifs de l'UA

Objectifs de l'Agenda 2063	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
1. Un niveau de vie élevé, une qualité de vie et un bien-être pour tous les citoyens.	1. Mettre fin à la pauvreté sous toutes ses formes partout dans le monde 2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire et une meilleure nutrition et promouvoir l'agriculture durable. 8. Promouvoir une croissance économique soutenue, inclusive et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous. 11. Rendre les villes et les établissements humains inclusifs, sûrs, résilients et durables.	• Fourniture, grâce à l'IA, d'une allocation des ressources en temps réel par le biais de la cartographie par satellite et de l'analyse des données. Par exemple, la NARSDA au Nigeria fournit des images satellites à des agences et des organisations pour des applications telles que la météorologie, les transports, l'agriculture, etc. L'analyse de ces données à l'aide de techniques d'IA permet de mettre en place des programmes qui ont un impact sur la réduction de la pauvreté. • Permettre l'augmentation de la productivité de l'agriculture grâce à l'analyse prédictive de l'IA à partir de l'imagerie avec des drones autonomes, et à partir des données, avec une base de connaissances utilisée pour résoudre le problème des pertes de récoltes dues au gaspillage, à la surconsommation et aux inefficacités de production. Par exemple, au Ghana, le programme StarShea a utilisé l'IA pour créer une application mobile permettant de connecter les agricultrices à l'offre mondiale de noix de karité et d'améliorer leurs revenus de plus de 50 % en six mois. L'utilisation d'images satellites et d'algorithmes de reconnaissance du terrain permet de prévoir un essaim de criquets. Cette expérience a donné de bons résultats dans la coopération avec la Mauritanie. • L'augmentation de l'IA et l'automatisation ciblée à l'aide de dispositifs intelligents peuvent améliorer l'environnement de travail, accroître la productivité et constituer un moteur important de la croissance économique. Des start-ups basées sur l'innovation IA avec des entrepreneurs
2. Des citoyens bien éduqués et une révolution des compétences étayée par la science, la technologie et l'innovation.	4. Assurer une éducation de qualité inclusive et équitable et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie pour tous.	• L'apprentissage personnalisé, virtualisé, intelligent et réactif, basé sur l'IA, révolutionne l'enseignement et améliore la participation et les résultats. Les fournisseurs d'enseignement en ligne tels que Coursera utilisent des informations granulaires produites par l'IA pour un apprentissage efficace. Enseignement de l'exploration des données et de l'analyse des données massives, améliorer le taux d'obtention de diplôme des élèves issus de milieux à faibles revenus, repérer les signes avant-coureurs du décrochage scolaire pour permettre des interventions ciblées. Par exemple, au Kenya, la technologie d'éducation basée sur Chabot's et basée sur l'IA d'Arius tire parti de l'apprentissage personnalisé sur les appareils mobiles, donnant accès à des informations sur des sujets tels que l'agriculture, l'entrepreneuriat ou l'éducation financière aux personnes les moins bien desservies du monde a développé un traitement de texte pour plusieurs langues africaines qui est utilisé pour fournir de la littérature dans les langues indigènes. D'une manière générale, la fourniture d'un enseignement de qualité grâce à l'IA L'apprentissage en ligne devient d'autant plus important que l'impact de la pandémie du COVID-19 a entraîné la fermeture d'institutions académiques qui ont limité l'enseignement en face à face.

Objectifs de l'Agenda 2030	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
3. Des citoyens en bonne santé et bien nourris.	3. Assurer une vie saine et promouvoir le bien-être de tous à tout âge.	L'IA a permis d'améliorer considérablement les programmes de soins de santé préventifs et les diagnostics, ce qui a conduit à de nouvelles percées scientifiques. Les appareils mobiles intelligents dotés de l'IA sont utilisés pour diagnostiquer les troubles cardiaques, oculaires et sanguins ; les agents de conversation en ligne et la vision artificielle pilotés par l'IA peuvent étendre l'accès à des millions de personnes et diagnostiquer à distance divers problèmes de santé en utilisant les images des caméras des smartphones de tous les jours. Exemple d'analyse du cancer du sein à l'aide des techniques de traitement d'image de l'IA. Par exemple, Sophie Bot, une start-up kenyane, utilise l'IA Chabot pour fournir une plateforme de questions sur la santé sexuelle et reproductive. Dans une société dans laquelle parler de la santé sexuelle est un tabou, les drones activés par IA sont utilisés pour fournir des services de santé dans les zones rurales du Rwanda. En Ouganda, l'université des sciences et des technologies de Mbarara développe une plateforme de pathologie numérique alimentée par l'IA pour l'analyse automatisée des images de frottis vaginaux en vue du diagnostic et de la classification
4. Des économies transformées.	8. Promouvoir une croissance économique soutenue, inclusive et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous. 9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	- L'augmentation de l'IA et l'automatisation ciblée à l'aide de dispositifs intelligents peuvent améliorer l'environnement de travail, accroître la productivité et constituer un moteur important de la croissance économique. Des start-ups basées sur l'innovation IA avec des entrepreneurs émergents, permettant la création d'emplois et réduisant le chômage des jeunes. - Nouvelle fabrication hybride intégrant l'IA de tout, les capteurs de l'internet des objets (IoT), l'impression 3D et 4D, qui remodèle les industries et produit une innovation exponentielle ; optimisation des réseaux de feux de circulation à l'aide de données de caméras de circulation en temps réel et de capteurs IoT pour maximiser le débit des véhicules. L'IA est utilisée pour programmer la maintenance prédictive des systèmes de transport public, tels que les trains et les infrastructures publiques (y compris les ponts), afin d'identifier
5. Une agriculture moderne pour une productivité et une production accrues.	2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire et une meilleure nutrition et promouvoir l'agriculture durable.	Permettre l'augmentation de la productivité de l'agriculture grâce à l'analyse prédictive de l'IA à partir de l'imagerie avec des drones autonomes, et à partir des données, avec une base de connaissances utilisée pour résoudre le problème des pertes de récoltes dues au gaspillage, à la surconsommation et aux inefficacités de production. Par exemple, au Ghana, le programme StarShea a utilisé l'IA pour créer une application mobile permettant de connecter les agricultrices à l'offre mondiale de noix de karité et d'améliorer leurs revenus de plus de 50 % en six mois. L'utilisation d'images satellites et d'algorithmes de reconnaissance du terrain permet de prévoir un essaim de criquets. Cette expérience a donné de bons résultats dans la coopération avec la Mauritanie.

Objectifs de l'Agenda 2030	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
6. Économie bleue/océanique pour une croissance	14. Conserver et utiliser durablement les océans, les mers et les ressources marines pour le	La reconnaissance des formes basée sur l'IA permet de suivre les migrations de la faune et de la flore marines, les niveaux de population et les activités de pêche afin de renforcer la durabilité des écosystèmes marins et de lutter contre la pêche
7. Des économies et des communautés écologiquement durables et résilientes au changement climatique.	6. Assurer la disponibilité et la gestion durable de l'eau et de l'assainissement pour tous. 7. Garantir l'accès de tous à une énergie abordable, fiable, durable et moderne. 13. Prendre des mesures urgentes pour lutter contre le changement climatique et ses conséquences. 15. Protéger, restaurer et promouvoir l'utilisation durable des écosystèmes terrestres, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, stopper et inverser la dégradation des sols et mettre fin à la perte de biodiversité.	- L'IA est utilisée pour suivre les migrations des animaux terrestres, les niveaux de population et les activités de chasse afin d'améliorer les écosystèmes terrestres durables et de lutter contre le braconnage illégal. Le traitement d'images par satellite assisté par l'IA permet de déterminer la santé des forêts et des ressources en eau et de surveiller les récoltes et l'agriculture partout dans le monde. Analyse des données satellitaires par l'IA pour cartographier et prédire la progression des feux de forêt et ainsi optimiser l'intervention des pompiers. - Prévision des problèmes et des catastrophes liées au climat par le biais de la modélisation climatique assistée par l'IA et analyse des données sur le changement climatique. La modélisation et la simulation numériques des processus de formation des dunes de sable sont menées pour lutter contre l'avancée du désert et l'entretien des routes au Sahara. - Analyse en temps réel pilotée par l'IA, permettant l'énergie verte sous toutes ses formes, s'améliorant continuellement pour un rendement accru et plus d'efficacité. Par exemple, à Lagos, Vanpeux Global Synergy Company propose des solutions d'énergie solaire basées sur l'intelligence artificielle. Des outils d'IA sont expérimentés dans certains pays africains pour prévoir la consommation d'énergie et optimiser les performances des installations solaires, photovoltaïques et éoliennes (Nigeria, Maroc, Algérie, Afrique du Sud). - L'internet des objets (IoT) et les réseaux de capteurs alimentent l'IA de tout, prédisant les schémas d'assainissement et de consommation pour améliorer l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement. Surveillance des fuites dans les canalisations d'eau et contrôle de l'irrigation pour réduire le gaspillage d'eau, grâce à l'IA, développée à l'université de Tshwane, en Afrique du Sud. Un autre exemple est l'application Spatial Wave, basée sur un smartphone et dotée d'une intelligence artificielle, qui permet aux chauffeurs d'éboueurs de cartographier et d'enregistrer leurs itinéraires quotidiens et aux citoyens de signaler les problèmes de nettoyage, ce qui permet aux chauffeurs d'effectuer leurs itinéraires plus rapidement et de répondre à davantage de demandes des clients.
8. Une Afrique unie (fédérale ou confédérée).	16. Promouvoir des sociétés pacifiques et inclusives pour le développement durable, assurer l'accès à la justice pour tous et mettre en place des institutions efficaces, responsables et inclusives à tous les niveaux.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.
9. Mise en place et fonctionnement d'institutions financières et monétaires continentales.	9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.

Objectifs de l'Agenda 2030	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
10. Les infrastructures de classe mondiale traversent l'Afrique	4. Assurer une éducation de qualité inclusive et équitable et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie pour tous. 9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	Nouvelle fabrication hybride intégrant l'IA de tout, les capteurs de l'internet des objets (IoT), l'impression 3D et 4D, qui remodèle les industries et produit une innovation exponentielle ; optimisation des réseaux de feux de circulation à l'aide de données de caméras de circulation en temps réel et de capteurs IoT pour maximiser le débit des véhicules. L'IA est utilisée pour programmer la maintenance prédictive des systèmes de transport public, tels que les trains et les infrastructures publiques (y compris les ponts), afin d'identifier les dysfonctionnements potentiels . Par exemple, l'entreprise sud-africaine OMNI of Data Prophet, basée sur l'IA, remodèle le contrôle de la qualité des produits de l'industrie manufacturière.
11. Les valeurs et pratiques démocratiques, les principes universels des droits de l'homme, la justice et l'État de	16. Promouvoir des sociétés pacifiques et inclusives pour le développement durable, assurer l'accès à la justice pour tous et mettre en place des institutions efficaces, responsables et inclusives à tous les niveaux.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.
12. Des institutions compétentes et un leadership transformateur en place.	16. Promouvoir des sociétés pacifiques et inclusives pour le développement durable, assurer l'accès à la justice pour tous et mettre en place des institutions efficaces, responsables et inclusives à tous les niveaux.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.
13. La paix, la sécurité et la stabilité sont préservées.	16. Promouvoir des sociétés pacifiques et inclusives pour le développement durable, assurer l'accès à la justice pour tous et mettre en place des institutions efficaces, responsables et inclusives à tous les niveaux.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.
14. Une Afrique stable et pacifique.	9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une
15. 15. Une APSA pleinement fonctionnelle et opérationnelle	9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	Application de l'IA pour réduire la discrimination et la corruption, et favoriser un large accès à l'administration en ligne, à des services intelligents personnalisés et adaptés. L'IA permet de garder une longueur d'avance sur les cybermenaces mondiales, la "cyberchaîne fatale", d'une manière qui n'était pas possible auparavant.

Objectifs de l'Agenda 2030	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
16. La renaissance culturelle africaine est prééminente.	14. Conserver et utiliser durablement les océans, les mers et les ressources marines pour le développement durable. 9. Construire des infrastructures résilientes, promouvoir une industrialisation inclusive et durable et favoriser l'innovation.	L'IA peut donc restaurer, préserver le patrimoine africain et le rendre accessible à tous, faisant ainsi le lien entre le passé et le présent. La préservation et l'enrichissement du patrimoine culturel permettront de sauvegarder des milliers de manuscrits anciens africains, notamment les archives de la traite des esclaves et la collecte des documents d'Afrique de l'Ouest, Tombouctou (Mali), manuscrits du 17ème siècle, Egypte - Trésors de Dar Al-KutubA du 17ème siècle, Trésors des Archives nationales d'Ethiopie, Fonds de l'Afrique occidentale française (AOF, 1895-1959) du Sénégal, Archives nationales de Tanzanie et récemment préservation de la mémoire documentaire de Mandela.
17. La pleine égalité des sexes dans tous les domaines de la vie.	5. Réaliser l'égalité des sexes et l'autonomisation de toutes les femmes et les filles.	L'IA permet de donner aux femmes les moyens de se développer et de saisir de nouvelles opportunités, en identifiant et en corrigeant les préjugés sexistes et en automatisant/augmentant les tâches. Par exemple, au Ghana, le programme StarShea a utilisé l'IA pour créer une application mobile permettant de connecter les agricultrices à l'offre mondiale de noix de karité et d'améliorer leurs revenus de plus de 50 % en six mois. De même, une plateforme de pathologie numérique assistée par l'intelligence artificielle pour l'analyse automatisée des images de frottis pour le diagnostic et la classification du cancer du col de l'utérus, chez les femmes et les jeunes filles en Ouganda.
18. Des jeunes et des enfants engagés et responsabilisés.	4. Assurer une éducation de qualité inclusive et équitable et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie pour tous. 5. Réaliser l'égalité des sexes et l'autonomisation de toutes les femmes et les filles.	- L'IA permet de donner aux femmes les moyens de se développer et de saisir de nouvelles opportunités, en identifiant et en corrigeant les préjugés sexistes et en automatisant/augmentant les tâches. Par exemple, au Ghana, le programme StarShea a utilisé l'IA pour créer une application mobile permettant de connecter les agricultrices à l'offre mondiale de noix de karité et d'améliorer leurs revenus de plus de 50 % en six mois. De même, une plateforme de pathologie numérique assistée par l'intelligence artificielle pour l'analyse automatisée des images de frottis pour le diagnostic et la classification du cancer du col de l'utérus, chez les femmes et les jeunes filles en Ouganda. - L'apprentissage personnalisé, virtualisé, intelligent et réactif, basé sur l'IA, révolutionne l'enseignement et améliore la participation et les résultats. Les fournisseurs d'enseignement en ligne tels que Coursera utilisent des informations granulaires produites par l'IA pour un apprentissage efficace. Enseignement de l'exploration des données et de l'analyse des données massives, améliorer le taux d'obtention de diplôme des élèves issus de milieux à faibles revenus, repérer les signes avant-coureurs du décrochage scolaire pour permettre des interventions ciblées. Par exemple, au Kenya, la technologie d'éducation basée sur Chabot's et basée sur l'IA d'Arius tire parti de l'apprentissage personnalisé sur les appareils mobiles, donnant accès à des informations sur des sujets tels que l'agriculture, l'entrepreneuriat ou l'éducation financière aux personnes les moins bien desservies du monde à développer un traitement de texte pour plusieurs langues africaines qui est utilisé pour fournir de la littérature dans les langues indigènes. D'une manière générale, la fourniture d'un enseignement de qualité grâce à l'IA L'apprentissage en ligne devient d'autant plus important que l'impact de la pandémie du COVID-19 a entraîné la fermeture d'institutions académiques qui ont limité l'enseignement en face à face.

Objectifs de l'Agenda 2030	ODD ONU	Cas d'utilisation de l'IA
19. L'Afrique en tant que partenaire majeur dans les affaires mondiales et la coexistence pacifique.	17. Renforcer les moyens de mise en œuvre et revitaliser le partenariat mondial pour le développement durable.	La collaboration multisectorielle est essentielle pour le développement et l'utilisation sûrs, éthiques et bénéfiques des technologies de l'intelligence artificielle. Le "Sommet mondial de l'intelligence artificielle pour le bien", organisé par l'UIT et réunissant des gouvernements, l'industrie, le monde universitaire et la société civile, afin d'explorer le développement responsable de l'IA centrée sur l'humain pour résoudre les grands défis de l'humanité, notamment l'accélération des ODD. La plateforme du CGIAR pour le big data dans l'agriculture, qui réunit des instituts de recherche agricole et des entreprises dans le but de réduire la fracture numérique entre les agriculteurs des pays développés et ceux des pays en développement.
20. L'Afrique assume l'entière responsabilité du financement de ses objectifs de développement	10. Réduire les inégalités au sein des pays et entre eux. 17. Renforcer les moyens de mise en œuvre et revitaliser le partenariat mondial pour le développement durable.	- L'augmentation de la capacité humaine à l'aide d'appareils dotés d'IA, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, permet de disposer de super sens et de connaissances, d'améliorer les capacités physiques et de corriger les handicaps, pour une société plus égale et plus inclusive. La plateforme du CGIAR pour le big data dans l'agriculture, qui réunit des instituts de recherche agricole et des entreprises dans le but de réduire la fracture numérique entre les agriculteurs des pays développés et ceux des pays en développement. - La collaboration multisectorielle est essentielle pour le développement et l'utilisation sûrs, éthiques et bénéfiques des technologies de l'intelligence artificielle. Le "Sommet mondial de l'intelligence artificielle pour le bien", organisé par l'UIT et réunissant des gouvernements, l'industrie, le monde universitaire et la société civile, afin d'explorer le développement responsable de l'IA centrée sur l'humain pour résoudre les grands défis de l'humanité, notamment l'accélération des ODD. La plateforme du CGIAR pour le big data dans l'agriculture, qui réunit des instituts de recherche agricole et des entreprises dans le but de réduire la fracture numérique entre les agriculteurs des pays développés et ceux des pays en développement.



4.2 Quelques directives pour mettre l'IA au service du développement de l'Afrique

Sur la base des principes énoncés dans les sections précédentes, il convient de considérer les lignes directrices suivantes.

4.2.1 Cadre d'évaluation des besoins en matière d'AIT

Une analyse de l'histoire des technologies informatiques montre que l'évolution technologique est exponentielle, ce qui est conforme à la "loi des retours accélérés" de Ray Kurzweil (Kurzweil, 2000). Cela signifie que, au fil du temps, la technologie évolue plus rapidement. Ce phénomène est également observable dans les avancées des technologies de l'IA. Cela exige donc de bien comprendre le paysage technologique actuel, ainsi que ses flux et reflux. Par conséquent, la capacité de l'Afrique à s'approprier l'avenir des technologies de l'IA dans le contexte de ses propres objectifs de développement nécessite une maîtrise du changement. Les technologies de l'IA provoquent des changements dans le paysage technologique en créant de nouveaux segments comme les voitures à conduite autonome, en détruisant des segments existants comme les trackers GPS et en transformant d'autres segments technologiques comme les automobiles. Ainsi, pour que l'Afrique puisse exploiter au maximum l'IA pour son développement, il faut qu'elle soit capable d'identifier, d'utiliser et de façonner les technologies émergentes de l'IA dans son contexte. Par conséquent, les décisions d'adopter ou d'ignorer tel ou tel aspect de l'IA doivent être prises au fur et à mesure de l'évolution du paysage.. Cela signifie que l'Afrique doit adopter l'AIST en investissant, en utilisant et en adaptant la technologie de l'IA aux défis du continent. L'un ou l'autre de ces choix, s'il est mal choisi, peut être coûteux. Il est donc impératif d'élaborer un cadre permettant d'évaluer les besoins en ACI pour le développement de l'Afrique.

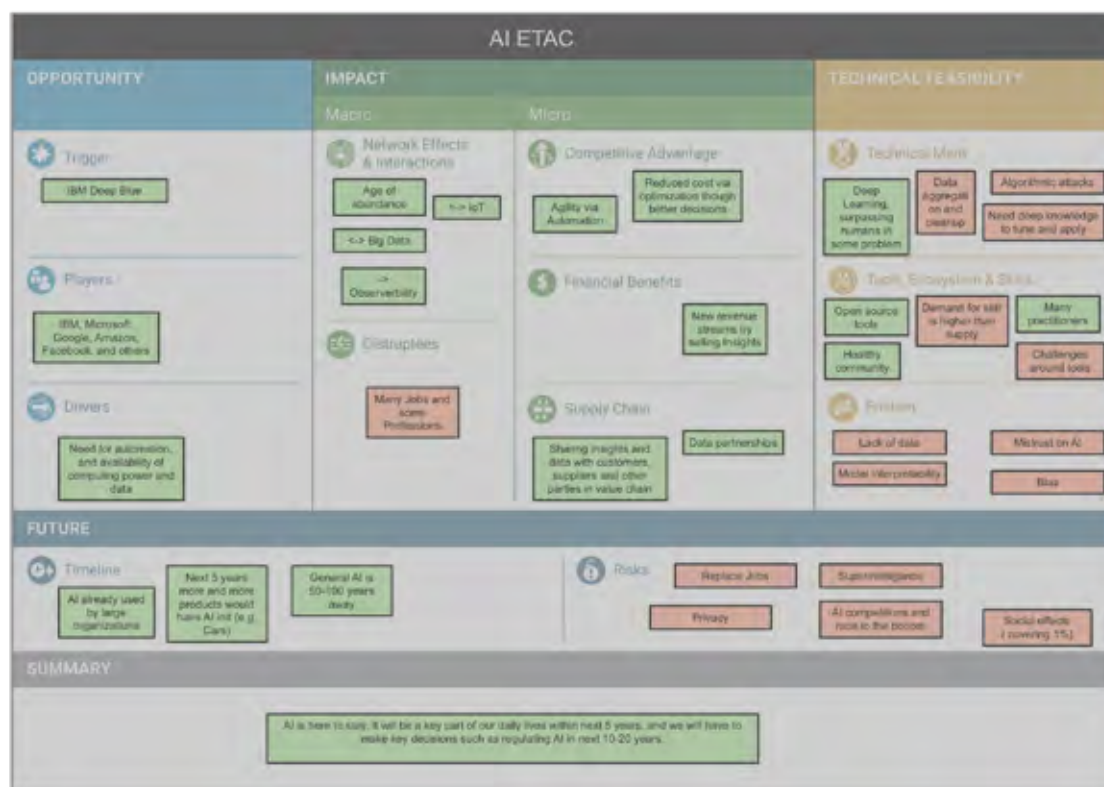


Figure 4. Cadre IA ETAC (Emerging technology analysis canvas) (Perera, 2018)

La figure 4 ci-dessus montre un cadre ETAC (Emerging Technology Analysis Canvas) de Perera en matière d'IA, qui fournit un guide pour le cadre d'évaluation des besoins technologiques en matière d'IA (Perera, 2018). En utilisant ce cadre AI ETAC comme guide, l'Afrique devrait être en mesure de ;

a) faciliter la prise de décision sur les aspects de l'intelligence artificielle à inclure et ceux à exclure ; b) fournir une compréhension commune qui permet une discussion plus facile en vue d'une analyse intelligente de l'ACI parmi les intervenants, communiquer et éduquer les autres et apprendre des autres, au sujet de la technologie de l'intelligence artificielle ; c) faciliter la contextualisation appropriée du développement et de l'adoption de l'ACI, reflétant les réalités des aspirations africaines en matière de développement ; d) fournir des mécanismes pour s'engager dans l'adaptation à long terme de la technologie, ainsi que l'étude des effets de l'ACI ; et e) se prêter à une évolution adaptative. En outre, guidé par l'ALETAC de Perera, le cadre d'évaluation des besoins technologiques en matière d'IA proposé pour l'Afrique devrait être soumis à plusieurs conditions, notamment les conditions de déclenchement, d'impact, de faisabilité et de risques. Ils peuvent être organisés autour d'un récit logique qui étudie la technologie de l'IA dans le contexte africain. La condition de déclenchement concerne l'identification des besoins de développement et les innovations d'IA connexes qui répondent à ces besoins, tout en gardant à l'esprit que, souvent, l'innovation pourrait changer la perception initiale du problème. La condition d'impact est que la technologie d'IA doit avoir un impact potentiel significatif. La condition de faisabilité est que la faisabilité de la technologie d'IA, par rapport aux ressources disponibles, ne doit pas être mise en doute. La condition de risques est que la technologie de l'IA doit naviguer les risques liés au développement et à l'adoption de la technologie.

4.2.2 Infrastructure d'assistance

Un investissement délibéré dans les infrastructures de connectivité est une condition sine qua non d'une IA productive pour le développement de l'Afrique. Il est impératif de disposer d'une infrastructure de communication et d'alimentation électrique robuste, omniprésente et abordable. Sans cela, les avantages potentiels de l'IA seront limités à quelques élites privilégiées qui n'en profiteront pas. Nous y reviendrons plus loin dans ce rapport.

4.2.3 Cadre réglementaire et politique

Il est essentiel de mettre en place un cadre politique et réglementaire qui favorise l'exploitation productive de l'IA, en encourageant l'innovation et l'investissement. Actuellement, l'UA devrait encourager les gouvernements africains à adopter une approche délibérée et proactive, afin de mettre en œuvre des réglementations, des politiques et des initiatives de soutien. Enfin, il existe plusieurs domaines pertinents pour le développement d'économies numériques robustes basées sur l'IA, sur lesquels les décideurs politiques devraient se concentrer. Ce point est développé dans la dernière partie de ce rapport.

4.2.4 Créer un environnement de collaboration

S'inspirant des pays leaders en matière d'IA, les gouvernements africains devraient créer des environnements propices à une coopération et à un échange d'informations accrus entre les parties prenantes de la quadruple hélice. Cela devrait permettre aux différentes parties prenantes de travailler ensemble, plutôt qu'en silos. Une telle approche collaborative pourrait faciliter le partage de l'expertise et des perspectives sur l'IA. Les gouvernements africains peuvent acquérir une compréhension plus approfondie de la technologie de l'IA, en s'inspirant des meilleures pratiques internationales mais contextualisées, afin de répondre aux besoins locaux et régionaux spécifiques de l'Afrique. Cette approche pourrait garantir que les mesures politiques et réglementaires protègent les citoyens tout en soutenant le développement de la technologie de l'IA. La collaboration multisectorielle est essentielle pour le développement et l'utilisation sûrs, éthiques et bénéfiques des technologies de l'intelligence artificielle. L'Afrique ne devrait pas être laissée de côté en participant activement, en adoptant une perspective africaine, à la série de sommets mondiaux sur l'IA pour le bien animés par l'ITU, qui rassemblent les parties prenantes concernées, afin d'explorer le développement responsable de l'IA centrée sur l'homme. Cela peut être fait de manière à résoudre les grands défis africains et à accélérer les aspirations de l'UA en matière de développement. Des recommandations spécifiques sur cet aspect sont fournies dans la dernière partie de cette brochure.

4.3 Conclusion

Alors que l'Afrique aspire à se développer dans un cadre fourni par l'Agenda 2063 de l'UA pour le prochain demi-siècle, les gouvernements africains devraient axer le développement sur un large front tel que le progrès économique, social, politique, scientifique et culturel. Cet objectif peut être atteint en s'alignant sur la STISA-2024, un programme dérivé de l'Agenda 2063, qui place la science, la technologie et l'innovation à l'épicentre du développement socio-économique et de la croissance de l'Afrique. Les pays africains doivent définir des domaines prioritaires nationaux axés sur l'IA afin d'éradiquer la faim, d'assurer la nutrition et la sécurité alimentaire, de prévenir et de contrôler les maladies et de garantir le bien-être de leurs citoyens. Il convient de mettre l'accent sur la communication de leur mobilité physique et intellectuelle et de la traduire en stratégies de développement. En outre, il est demandé d'utiliser et de canaliser les ressources naturelles de l'Afrique dans la fabrication de l'IA, ce qui pourrait rendre la technologie de l'IA beaucoup moins chère. Cela peut à son tour améliorer l'état de préparation de l'Afrique en matière de STI en ce qui concerne les infrastructures, les compétences professionnelles et techniques et la capacité d'entreprendre. Une telle approche peut également favoriser la mise en œuvre de politiques et de programmes spécifiques dans le domaine de la science, de la technologie et de l'innovation, qui répondent aux besoins de la société de manière holistique et durable. De plus, les efforts collectifs de l'Afrique ne peuvent pas se permettre de continuer à chercher des solutions déjà faites, provenant d'autres contextes qui tentent de contrer les problèmes africains, comme une évidence. En particulier, les défis africains doivent être relevés par des solutions africaines, spécifiquement conçues pour un contexte africain. Ainsi, l'Afrique doit utiliser stratégiquement des idées contextualisées de manière à ce qu'elles tiennent compte de manière significative des réalités des contextes socioculturels et économiques africains.

Les considérations politiques, réglementaires et stratégiques concernant l'Afrique doivent être conçues en tenant compte de l'IA. Il est donc essentiel de situer l'IA dans des cadres régionaux, continentaux et mondiaux. Cette section commence par explorer les cadres régionaux et continentaux qui présentent un intérêt particulier pour l'IA, puis se concentre sur le contexte mondial. Les lacunes éventuelles des cadres régionaux et continentaux sont mises en évidence. Partant du principe que les cadres influencent la stratégie, que la stratégie informe la politique et que la politique détermine la réglementation, cette section commence par examiner les cadres régionaux et continentaux. En outre, cette section développe ensuite les questions politiques clés qui découlent de l'introduction de l'IA et auxquelles les décideurs politiques devraient donc prêter attention. Des exemples de politiques sont fournis, et la section se termine par une liste de contrôle des options politiques à titre de référence. En outre, les aspects juridiques et réglementaires liés à l'IA sont également présentés dans le contexte des principaux domaines d'application/cas d'utilisation identifiés. Bien que cette approche facilite la mise en contexte, les questions juridiques et réglementaires générales et communes sont présentées comme un préambule à la discussion plus spécifique. La section se termine par une liste de contrôle des principales questions juridiques et réglementaires relatives à l'IA.

Considérations politiques et réglementaires

5.1 Stratégies d'IA

Dans cette section, les principaux éléments que les gouvernements doivent prendre en considération pour développer ou améliorer l'IA et les stratégies liées à l'IA ont été examinés. La section a également examiné quelques exemples de stratégies d'IA existantes ou en cours de développement en Afrique. Par exemple, le Canada a été cité comme l'un des premiers pays à disposer d'une stratégie nationale sur l'IA. Le Canada a engagé 125 millions de dollars sur 5 ans pour développer la capacité de recherche, établir des centres d'excellence et fournir un leadership éclairé sur les questions d'économie, d'éthique, de politiques et de lois. D'autre part, la Chine a publié au fil des ans plusieurs documents de stratégie et de politique relatifs à l'IA, avec pour objectif ultime de devenir la puissance mondiale en matière d'IA d'ici 2030. Se concentrant spécifiquement sur l'IA, le gouvernement a publié en 2017 le "Plan de développement de l'intelligence artificielle de nouvelle génération". La stratégie de la Chine est axée sur le renforcement de sa compétitivité, de sa sécurité nationale et de son développement socio-économique général. Les actions spécifiques se concentrent sur le développement axé sur l'innovation, l'intégration de l'IA dans l'économie et le développement d'un écosystème soutenu par des grappes de connaissances, des grappes technologiques et des grappes industrielles.

Grâce à leur stratégie BRAIN (Building a Responsible AI Nation), les Émirats arabes unis (EAU) visent à devenir un leader mondial dans l'utilisation responsable de l'IA d'ici 2031. Conformément à ces ambitions, les Émirats arabes unis sont le premier pays à avoir un ministre d'État chargé de l'intelligence artificielle qui dirige un conseil sur l'IA composé de directeurs généraux d'institutions gouvernementales et de ministères. Le Conseil est chargé d'accélérer l'adoption de l'IA par l'élaboration de politiques, de faire progresser la recherche et de promouvoir la collaboration entre les secteurs public et privé. Il représente une approche multipartite et multidisciplinaire du développement de l'IA que l'Afrique devrait reproduire. En 2018, le ministère russe de la Défense a élaboré un plan d'action en 10 points pour l'IA, qui met notamment l'accent sur les partenariats entre institutions publiques et privées. Il s'agissait de construire des laboratoires, d'entreprendre des recherches, de dispenser des formations et de développer l'expertise, ainsi que de mettre en place un centre national sur l'IA. Sur la base de ce plan, la Russie s'efforce de finaliser une stratégie nationale en matière d'IA d'ici la mi-juin 2020. Aux États-Unis, un décret pour le développement de l'initiative américaine en matière d'IA a été publié en février 2019. L'initiative sera axée sur la recherche, le développement de la main-d'œuvre et la coopération internationale. Tout en saluant l'initiative, les critiques soulignent le manque d'investissements supplémentaires et l'accent mis sur la réglementation ainsi que sur les actions concrètes du gouvernement. Cela montre des faiblesses dans l'adoption de l'IA, sur la base de l'approche du gouvernement américain. Il convient toutefois de noter que le ministère américain de la Défense disposait d'une stratégie en matière d'IA datant de 2018 et que celle-ci a été publiée en 2019 après le décret. Le gouvernement américain a depuis lors réé une plateforme pour suivre toutes les initiatives

En ce qui concerne les pays africains, aucun d'entre eux n'a encore élaboré de stratégie spécifique en matière d'IA. Cependant, la plupart des pays africains ont surtout nommé des stratégies liées à l'IA qui abordent l'IA dans le contexte du développement général des TIC, du 4IR, de la technologie blockchain, etc. Un exemple notable est celui du gouvernement du Kenya, qui a créé en 2018 une taskforce sur les technologies de la blockchain et de l'IA, et qui a depuis produit son rapport fin 2018. Le groupe de travail a été chargé de fournir des recommandations et une feuille de route sur l'intégration de ces technologies. Récemment, le gouvernement a annoncé qu'il utiliserait l'IA pour évaluer les candidatures à son initiative en faveur du logement abordable. Même s'il n'existe pas de stratégie ou de document politique sur l'IA, l'Afrique du Sud soutient le Centre for AI Research (CAIR) dans le cadre de sa feuille de route pour la recherche, le développement et l'innovation. Cette stratégie est similaire à celle du Nigeria, où la plateforme Data Science Nigeria a lancé un hub d'IA à l'université de Lagos en 2018. Au Ghana, Google a ouvert un centre d'IA qui accueille des chercheurs de 12 pays travaillant sur l'application de l'IA, notamment dans les domaines de l'agriculture et de l'éducation.

Lors de l'élaboration de leurs stratégies, les pays africains devront réfléchir aux conditions préalables à une mise en œuvre réussie de l'IA, notamment

- Infrastructure physique Cadre
- réglementaire et politique
- Systèmes de recherche nationaux et régionaux
- Responsabilité sociale
- Systèmes et normes d'éducation
- Régimes de propriété intellectuelle

Alors que les pays africains s'apprentent à élaborer des stratégies de lutte contre l'IA, on ne saurait trop insister sur l'importance de la coopération régionale et internationale. Grâce à l'Union africaine et à ses communautés économiques régionales, le développement de l'Afrique a, dans une large mesure, suivi les principes de l'intégration régionale. C'est important pour l'IA, car cela permettrait aux pays de mettre en commun leurs ressources, de développer des cadres et des normes communes et de partager l'accès aux données. Au fur et à mesure que les pays progressent dans la mise en œuvre de l'IA à différents niveaux, le rôle de l'Agence AUDA-NEPAD sera de suivre les développements et de s'assurer que tous les États membres se dirigent vers un objectif commun dans le secteur de l'IA. En outre, une coopération mondiale sera également nécessaire pour garantir que les politiques et les stratégies de l'Afrique soient alignées sur celles du reste du monde.

L'agilité du gouvernement à fournir un environnement favorable est illustrée par le gouvernement rwandais qui a modifié sa réglementation en matière d'aviation civile pour permettre un service de livraison par drone. Cette prestation de services par drone permet de fournir des médicaments et du sang dans les zones reculées du pays. C'est pourquoi chaque région du monde cherche à tirer parti de ses capacités uniques pour être à la pointe des technologies inspirées de l'IA. Par exemple, la Chine mise sur la taille de sa population et sur la quantité de données qu'elle collecte. Cela fonctionne alors comme un gouvernement central unifié et alloue ses importantes sommes d'argent à l'IA. Les États-Unis tirent parti du nombre de talents et d'entreprises technologiques de pointe dont ils disposent. La question qui se pose alors est la suivante : quel pourrait être le levier unique de l'Afrique ? La réponse est la population croissante de jeunes que compte l'Afrique. Il a été signalé que 60 % de la population africaine a moins de 25 ans, ce qui en fait le continent le plus jeune du monde, selon les Perspectives de la population mondiale des Nations unies (révision de 2017). L'Afrique devrait en outre connaître une croissance de 42 % d'ici à 2030, selon le Département des affaires économiques et sociales des Nations unies (Département de la population, mai 2015). Ainsi, la plus grande stratégie potentielle de l'IA pour l'Afrique pourrait être que, d'ici 2063, 50 millions de jeunes Africains soient qualifiés en IA, en science des données et autres technologies de l'industrie 4.0. Ces jeunes Africains pourront alors répondre à la demande mondiale croissante de compétences en IA.

5.2 Principes directeurs

5.2.1 Principe du développement et du transfert des S&T

Certains principes de développement et de transfert de la science et de la technologie sont pertinents, dans la quête de l'exploitation de l'intelligence artificielle pour le progrès socio-économique de l'Afrique. Ces principes ont indiqué que la science et la technologie de l'IA sont : (a) universelles et particulières, (b) axées sur la résolution de problèmes, et (c) interactives. L'universalité et la particularité de l'AIST sont que les connaissances conceptuelles de l'IA restent identiques dans le monde entier, et que les connaissances contextuelles de l'IA sont applicables dans chaque domaine du contexte socioculturel et économique, respectivement. Une connaissance à la fois conceptuelle et contextuelle est nécessaire pour fournir une solution d'IA appropriée, dans un contexte donné. Cela implique que tout transfert de l'AIT doit s'accompagner du transfert de sa science. Notamment, l'AIST est axée sur la résolution de problèmes, en ce sens que tout problème auquel s'applique une solution d'IA doit être défini de manière contextuelle. Par conséquent, une solution d'IA fournie dans un contexte donné ne peut être extrapolée directement dans un autre contexte, sans adaptation. Sinon, l'inadéquation des modèles peut entraîner des complications évidentes. Comme l'AIST est interactive, elle permet à l'AIT de s'engager dans la résolution de problèmes en temps réel dans un contexte d'application de l'IA et permet d'évaluer la validation de ses forces et de ses limites. Ces limites contextuelles pourraient alors être gérées de manière appropriée et réexaminées pour trouver des données scientifiques sous-jacentes qui pourraient être utilisées pour des corrections et des développements ultérieurs.

5.2.2 Principe des solutions africaines aux problèmes africains

Les efforts collectifs de l'Afrique ne peuvent pas se permettre de continuer à chercher des solutions déjà faites, provenant d'autres contextes qui tentent de contrer les problèmes africains, comme une évidence. Il convient de noter que les problèmes africains sont définis en fonction du contexte africain, et qu'il en va de même pour l'approche de la fourniture de solutions d'IA, qui doit être propre à l'Afrique. Les principes de développement et de transfert de la S&T adoptés dans la sous-section 2.5.1.1 ont une incidence sur ce point. À cet égard, la déclaration suivante de la " Déclaration sur la coopération en matière d'IA " de la Commission européenne (CE) est instructive (België, 2018). La déclaration faite était : "Garantir un cadre juridique et éthique adéquat, en s'appuyant sur les droits fondamentaux et les valeurs de l'Union européenne (UE), notamment la vie privée et la protection des données à caractère personnel, ainsi que des principes tels que la transparence et la responsabilité." Cette déclaration implique que la CE souhaite exploiter la puissance de l'IA en adoptant une approche eurocentrique et en apportant une solution européenne à un problème européen. En s'inspirant de cette approche de la CE, si l'Afrique peut emprunter des idées à l'éventail de questions prises en compte dans les stratégies d'autres nations, l'utilisation de ces idées doit être contextualisée de manière à tenir compte de manière significative des réalités des contextes socioculturels et économiques africains.

5.2.3 Principe de la prise en compte de la diversité

La diversité est un héritage intrinsèque de l'Afrique. Tel qu'il est conceptualisé dans le contexte de l'IA pour le développement de l'Afrique, le principe de la prise en compte de la diversité postule que la diversité africaine doit être gérée, maintenue et exploitée de manière positive, plutôt que d'être traitée comme une aberration à ignorer. Cela justifie donc la réalisation de l'unité par la gestion de la diversité. Le principe est celui d'une approche de mondialisation inversée, dans laquelle la pensée unique est découragée, et l'évolution de la stratégie se fait de bas en haut plutôt que de haut en bas. L'adoption d'une stratégie fédérée pour mettre l'IA au service du développement de l'Afrique est donc fortement recommandée. Une stratégie fédérée abstrait l'aspect universel à l'échelle de l'Afrique, au niveau de l'UA, tandis que les aspects spécifiques à chacune des composantes nationales sont traités aux niveaux nationaux. Le principe de la diversité facilitera le regroupement des nations africaines afin que les possibilités offertes par l'IA pour le développement socioculturel et économique de l'Afrique puissent être exploitées au maximum, tandis que les défis pourront être relevés collectivement.

5.2.4 Principe de la gestion sociale de l'IA

Le principe de la gestion sociale de l'IA reconnaît un élément clé de l'héritage africain, à savoir une vision sociale du monde, fondée sur les êtres humains. Elle postule que l'informatique est plus qu'un simple artefact matériel et logiciel, mais plutôt un processus social. Cela signifie qu'elle se concentre sur les besoins et les désirs de l'homme, qui sont les fins. Ce principe reconnaît que l'AIT, comme toute autre technologie, a des effets secondaires, qui peuvent être des effets sociaux, culturels, économiques et politiques. Il reconnaît en outre que l'AIT n'est pas exempt de valeurs, car il semble naïf de séparer l'existence des ACI des utilisations qui en sont faites, ni des valeurs de leurs créateurs. Plus important encore, ce principe reconnaît que l'AIT n'est pas intrinsèquement bonne ou mauvaise, mais que c'est l'utilisation que l'humanité fait de cette technologie qui peut la rendre mauvaise ou vertueuse. Ce principe préconise donc de mettre l'IA au service du développement de l'Afrique, d'une manière socialement responsable. Pour ce faire, il faut adopter une stratégie délibérée pour gérer les risques de l'AIT, les créateurs (individuels et institutionnels) et l'avenir de la technologie par rapport à l'environnement et à l'humanité. Dans une telle stratégie, un équilibre approprié doit être trouvé entre l'exploitation maximale de ses opportunités bénéfiques et la minimisation des risques.

5.2.5 Principes de l'IA pour le bien de tous

Les aspirations de l'UA en matière de développement, définies dans l'Agenda 2063, consistent à "construire une Afrique dont le développement est tiré par les populations, en s'appuyant sur le potentiel offert par celles-ci, plus particulièrement par les femmes et les jeunes et en prenant soin des enfants". L'Union internationale des télécommunications (UIT), en collaboration avec plusieurs autres organisations, s'est faite la championne d'une série de sommets mondiaux sur l'IA pour le bien. Sur la base de ces éléments, l'IA pour le bien de tous devrait être érigée en principe, en mettant l'IA au service du développement de l'Afrique. L'exploitation de l'IA doit être mise en œuvre de manière à ce qu'elle soit centrée sur l'homme et à placer ce principe au cœur de la stratégie. Par conséquent, il devrait

être assuré que le développement et les applications responsables de l'ACI sont conformes aux valeurs éthiques, tout en responsabilisant les utilisateurs. À cette fin, on peut s'inspirer d'un récent rapport de la Chambre des Lords du Royaume-Uni (UK-HoL, 2018), qui pose les bases d'un tel principe, à savoir : Les technologies de l'information et de la communication (TIC) devraient : a) être développées pour le bien commun et le bénéfice de l'humanité ; b) fonctionner selon des principes d'intelligibilité et d'équité ; c) ne pas être utilisées pour porter atteinte aux droits relatifs aux données ou à la vie privée des personnes, des familles ou des communautés ; d) être ouvertes à l'éducation de tous les citoyens pour leur permettre de s'épanouir mentalement, émotionnellement et économiquement aux côtés de l'IA ; e) ne jamais être investies du pouvoir autonome de blesser, de détruire ou de tromper les êtres humains ; au contraire, être ouvertes à la transparence, à la responsabilité, à l'obligation de rendre compte, à la justification et à la réparation des décisions des créateurs. Le principe fondamental de l'IA pour le bien de tous est essentiel pour favoriser la confiance dans l'IA et faire en sorte que son véritable potentiel puisse être exploité par tous.

5.3 Questions juridiques et réglementaires

Dans le domaine de l'IA, les questions juridiques et réglementaires tournent essentiellement autour des problèmes de confidentialité, de sécurité et de droits de l'homme liés aux données utilisées par les applications d'IA, ainsi qu'au mode de fonctionnement des services et applications basés sur l'IA.

Parmi les questions juridiques et réglementaires que l'IA devra aborder figurent les suivantes :

- Violation des droits de l'homme en raison des préjugés qui peuvent exister dans les applications basées sur l'IA.
 - Les préoccupations relatives à la protection de la vie privée dans le cadre de l'ouverture des données, telles qu'elles sont incarnées par le mouvement pour l'ouverture des données et des gouvernements.
 - l'interopérabilité et la portabilité des données, afin que les applications puissent fonctionner de manière transparente dans différents pays/environnements. Sécurité des systèmes basés sur l'IA
 - La responsabilité des systèmes basés sur l'IA lorsque les choses tournent mal
- Faire face à ce que l'on appelle l'"IA maléfique", conçue dans un but malveillant.

5.4 Considérations sur les recommandations réglementaires

Voici une liste de recommandations réglementaires exploitables à l'attention des États membres africains :

- Élaboration de réglementations proactives sur l'IA dans la politique, la guerre et les soins de santé : Tous les secteurs ne requièrent pas une réglementation spécifique en matière d'IA. Cependant, l'utilisation de l'IA dans les domaines de la politique, de la guerre et des soins de santé est très puissante et peut représenter une menace importante, ce qui nécessite des réglementations distinctes.
 - Mettre en place des réglementations très restrictives sur l'utilisation des faux et des fake news, notamment en politique. L'utilisation de contre-méthodes dans la détection des faux et des fake news profondes
- Les pays africains rejoignent l'interdiction du développement et de l'utilisation des "armes autonomes offensives". Cette interdiction est soulignée par les réunions de la Convention des Nations unies sur les armes conventionnelles (CCW) sur les armes autonomes létales, ainsi que par la "Lettre ouverte aux Nations unies" et la "Convention sur certaines armes conventionnelles" (International Joint Conference on AI (IJCAI 2017).
- Élaboration d'un cadre réglementaire de l'UA en matière d'IA pour la santé, qui adopte et étend les travaux multilatéraux réalisés par des organisations telles que l'UIT et l'OMS (Focus on AI for Health, FG-AI4H) et l'International Medical Device Regulators Forum (IMDRF).
 - Adoption de l'évaluation de précision par les organismes de réglementation et les fabricants d'IA - Les systèmes d'IA devraient être évalués et étalonnés avec précision pour tous les groupes démographiques et leur intersectionnalité pour lesquels ils sont destinés à être utilisés. L'Afrique présente une grande diversité de nationalités et d'ethnies ; les systèmes d'IA doivent donc s'assurer de capturer cette diversité d'un pays ou d'une région dans leur modèle de données avant de les déployer. L'évaluation de précision est une bonne approche de cette mesure (Akogo, 2020). L'utilisation de plateformes d'évaluation par les organismes de réglementation et les fabricants d'IA pour tester rigoureusement les systèmes d'IA, notamment dans le secteur des soins de santé.

Les pays africains devront examiner comment l'IA se situe par rapport aux lois existantes et quels changements devront être promulgués au fur et à mesure que la technologie sera adoptée et adaptée. Cette démarche devra tenir compte des lois internationales telles que le règlement général sur la protection des données de l'Union européenne (RGPD) qui, comme indiqué précédemment, concerne la confidentialité des données. Par conséquent, en réglementant l'IA, les pays africains devront se concentrer sur plusieurs dimensions, notamment la réglementation de l'IA elle-même, la réglementation des industries spécifiques qui utilisent l'IA, comme les véhicules à conduite autonome, et l'autoréglementation par le biais de normes et de codes de pratique. Alors que des systèmes officiels de réglementation de l'IA sont en cours d'élaboration, l'Afrique devrait envisager une réglementation souple sous la forme de lignes directrices et de principes.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a récemment publié les principes suivants, en cinq points, qui mettent l'accent sur les points suivants :

- L'IA doit profiter aux gens
- Les systèmes d'IA doivent respecter l'État de droit, les droits de l'homme et les valeurs démocratiques. La transparence et la divulgation doivent être garanties
- Les systèmes d'IA doivent être robustes, sûrs et sécurisés.
- Les développeurs et les responsables de la mise en œuvre des systèmes d'IA devraient être tenus

Les principes de l'OCDE ont été signés par les 36 membres de l'OCDE et 6 pays d'Amérique du Sud. L'Institut pour l'avenir de la vie propose 23 principes d'IA classés sous trois grandes rubriques : Recherche, éthique et valeurs, questions à long terme. Les signataires de ces principes sont principalement des particuliers, des universitaires et des entreprises industrielles/technologiques. Sans se départir de ces initiatives mondiales, l'Afrique devrait envisager d'élaborer ses propres lignes directrices et principes, ce qui nécessitera le leadership des États membres. Outre la détermination des lois et des réglementations nécessaires, les pays africains devront se pencher sur le cadre institutionnel.

L'architecture qui soutiendra l'application et la conformité et déterminer les implications sur les ressources et les capacités. Le manque de capacités, de compétences et d'expertise est une des raisons possibles de l'absence de politiques et de cadres juridiques et réglementaires d'accompagnement qui devraient être mis en place pour faire face à l'IA.

5.5 Espace politique de l'IA

Des interventions politiques sont nécessaires en Afrique pour accélérer l'adoption de l'IA d'une manière qui serve les besoins de développement socio-économique de l'Afrique. Lors de l'élaboration des politiques en matière d'IA, les gouvernements africains doivent tenir compte de l'intention générale et des priorités de leur pays. Cela doit inclure la croissance de leur économie, le développement des capacités et des compétences, l'industrialisation, la diversification du marché du travail. Pour y parvenir systématiquement, les politiques en matière d'IA peuvent être classées en trois catégories : directes, indirectes ou liées à l'IA. Les politiques d'IA directe sont celles qui visent spécifiquement les technologies d'IA. Les politiques indirectes sont celles qui affectent l'IA sans se concentrer directement sur la technologie. Un exemple de politique indirecte serait les politiques et les lois sur la propriété intellectuelle. Les politiques pertinentes pour l'IA sont les politiques qui affectent les secteurs associés liés à l'IA ou touchés par celle-ci. C'est dans ce domaine que l'Afrique pourrait devoir déployer davantage d'efforts, les pays se concentrant sur l'impact de l'IA sur l'éducation, la santé, l'agriculture, la finance, l'exploitation minière, l'industrialisation, etc.

Tout en tirant les leçons de ce que font d'autres pays et régions, l'Afrique devra également contextualiser les cadres politiques de l'IA afin que le développement de l'IA et les ressources associées soient orientés vers les bonnes priorités. De la même manière que les discussions sur l'IA se concentrent sur la manière dont l'IA peut soutenir les ODD, l'Afrique devrait examiner comment elle peut soutenir la réalisation des objectifs de l'Agenda 2063. Les recommandations suivantes sont proposées sur l'espace politique de l'IA pour l'Afrique :

- 50 millions de jeunes Africains devraient être qualifiés en IA, science des données et autres technologies de l'industrie 4.0. Ces jeunes Africains pourront alors répondre à la demande mondiale croissante de compétences en IA.
- Les gouvernements devraient s'associer, financer et développer les efforts de renforcement des capacités en matière d'IA sur le continent. Il s'agit notamment d'initiatives d'organisations telles que Runmila AI Institute, Data Science Nigeria, Deep Learning Indaba, Zindi Africa et AI Expo Africa.

- Des partenariats devraient être développés entre ces initiatives privées et les universités afin de mettre en place des programmes et des cursus plus efficaces en matière d'IA et d'industrie 4.0 au sein des établissements d'enseignement supérieur africains.
- Lancer et soutenir les concours et hackathons d'IA existants.
Attirer en Afrique des sommets, des conférences et des ateliers internationaux sur l'IA, afin de favoriser le transfert de connaissances et les partenariats internationaux pour notre écosystème IA local. Il s'agit notamment d'accueillir en Afrique la Conférence sur les systèmes de traitement de l'information neuronale (NeurIPS), le Sommet mondial de l'IA, la Conférence internationale sur l'apprentissage automatique, la Conférence internationale sur l'apprentissage automatique (AAAI), la conférence internationale sur la vision par ordinateur (ICCV) et d'autres, et de garantir la participation des talents locaux.
- Investir dans l'enseignement pratique des STEM/compétences numériques
- Lancer un projet africain de supercalculateurs et de calculateurs haute performance pour la recherche avancée en matière d'intelligence artificielle dans les domaines de la médecine, de la génomique, de l'agriculture et du transport.
- Lancer et soutenir les concours et hackathons existants pour les start-ups d'IA Lancer un fonds de l'Union africaine pour l'IA et l'industrie 4.0.
- Les gouvernements devraient adopter les solutions d'IA développées en Afrique pour résoudre les problèmes locaux, en particulier pour l'agriculture intelligente face au climat et les soins de santé fondés sur des données probantes.
- Créer un environnement réglementaire propice aux start-ups et aux entreprises d'IA. Il s'agit notamment de réglementations qui empêchent l'utilisation abusive de l'IA mais qui permettent également l'innovation (voir Considérations réglementaires pour plus d'informations (8.2)).
Les différents États membres africains devraient lancer des initiatives de données ouvertes similaires à l'Initiative pour des données ouvertes au Ghana (GODI), qui fourniraient à l'écosystème africain de l'IA les données nécessaires pour construire leurs systèmes d'IA et d'apprentissage automatique.
- L'Union africaine devrait avoir une initiative continentale de données ouvertes qui combine les données de l'initiative de données ouvertes de chaque pays avec une norme commune, afin de créer des ensembles de données plus importants.
- Investissement dans des accélérateurs de matériel d'IA
- Inciter les entreprises et les organisations du monde entier à externaliser leurs besoins en IA et en science des données en Afrique pour un développement abordable, de qualité et rapide. Cela devrait être similaire à ce que la Chine a fait pour l'industrie manufacturière et à ce que l'Inde fait pour le développement de logiciels.
- Réflexion sur le revenu de base universel lorsque le développement et l'adoption de l'IA se développent en Afrique.
- Reconversion de la main-d'œuvre vers l'intelligence augmentée - l'utilisation de l'IA et d'autres outils 4IR par les professionnels pour augmenter la productivité - par le biais d'initiatives de compétences numériques existantes et nouvelles.
- Investissement dans l'utilisation de l'intelligence artificielle et de l'industrie 4.0 pour l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets.

5.6 Conclusion

Les considérations politiques, réglementaires et stratégiques de l'IA concernant l'Afrique doivent être conçues pour des cadres nationaux, régionaux, continentaux et mondiaux. Les cadres influencent la stratégie, la stratégie informe la politique et la politique entraîne la réglementation. Lors de l'élaboration de leurs stratégies, les pays africains devront réfléchir aux conditions préalables à une mise en œuvre réussie de l'IA. Il s'agit notamment de l'infrastructure physique, du cadre réglementaire et politique, des systèmes de recherche nationaux et régionaux, de la responsabilité sociale, des systèmes et normes d'éducation, des régimes de propriété intellectuelle. Les pays africains devront examiner comment l'IA se situe par rapport aux lois existantes et quels changements devront être promulgués au fur et à mesure que la technologie sera adoptée et adaptée. Cette démarche devra tenir compte des lois internationales telles que le règlement général sur la protection des données de l'Union européenne (RGPD) qui, comme indiqué précédemment, concerne la confidentialité des données. Par conséquent, en réglementant l'IA, les pays africains devront se concentrer sur plusieurs dimensions, notamment la réglementation de l'IA elle-même, la réglementation des industries spécifiques qui utilisent l'IA, comme les véhicules à conduite autonome, et l'autoréglementation par le biais de normes et de codes de pratique. Alors que des systèmes officiels de réglementation de l'IA sont en cours d'élaboration, l'Afrique devrait envisager une réglementation souple sous la forme de lignes directrices et de principes. Des interventions politiques sont nécessaires en Afrique pour accélérer l'adoption de l'IA d'une manière qui serve les besoins de développement socio-économique de l'Afrique.

Lors de l'élaboration des politiques en matière d'IA, les gouvernements africains doivent tenir compte de l'intention générale et des priorités de leur pays. Cela doit inclure la croissance de leur économie, le développement des capacités et des compétences, l'industrialisation, la diversification du marché du travail. C'est dans ce domaine que l'Afrique pourrait devoir déployer davantage d'efforts, les pays se concentrant sur l'impact de l'IA sur l'éducation, la santé, l'agriculture, la finance, l'exploitation minière, l'industrialisation, etc.

Certes, il existe des risques et des défis associés à la mise en œuvre de l'IA dans la croissance socio-économique, mais cette réalité ne doit pas occulter le fait qu'il existe plusieurs opportunités de croissance économique. Ainsi, en raison des opportunités associées à l'IA, plusieurs institutions publiques et privées ont employé des développeurs d'applications basées sur l'IA. Parmi les exemples, citons les techniques de marketing basées sur l'IA qui visent à maximiser le marketing pour les petites entreprises et à se concentrer sur la réalisation de stratégies de marketing élevées. Cette situation a suscité un intérêt et des investissements accrus de la part de nombreuses entreprises qui tentent de saisir les opportunités offertes par les activités de marketing basées sur l'IA et susceptibles d'offrir le meilleur retour sur investissement. Les solutions de marketing basées sur l'IA ont créé des plateformes compatibles avec l'IA, telles qu'Acquisio, qui peuvent facilement être utilisées pour gérer les opérations de marketing sur divers canaux tels que Google Adwords, Facebook et Bing. Cette couche basée sur l'apprentissage automatique analyse les données de la campagne en direct à l'aide d'algorithmes d'analyse des sentiments. Par conséquent, il recommande la meilleure répartition des activités de marketing, ce qui permettra d'obtenir les meilleurs résultats. En effet, il automatise les soumissions régulières et surveille l'ensemble des dépenses de marketing, de sorte que les propriétaires d'entreprises peuvent réduire le temps consacré au suivi des campagnes de marketing et se concentrer sur d'autres domaines importants. Un autre avantage de l'utilisation de solutions basées sur l'IA est la possibilité pour les entreprises de suivre leurs concurrents et d'examiner la concurrence sur leurs horaires chargés. Par exemple, il existe divers outils d'analyse de la concurrence, tels que Crayon, qui peuvent être utilisés pour suivre les concurrents à l'aide de différents canaux médiatiques tels que les sites web et les médias sociaux. Ces plates-formes offrent aux propriétaires d'entreprises un avantage concurrentiel en leur permettant d'étudier tout changement dans la planification marketing de leurs concurrents, comme les changements de prix, les modifications subtiles des messages et les activités de relations publiques. En outre, les propriétaires de petites entreprises peuvent tirer parti d'une grande quantité d'informations en ligne et hors ligne afin de prendre des décisions éclairées et fondées sur des données qui peuvent potentiellement faire croître leur entreprise. Ce qui est intéressant dans les outils alimentés par l'IA pour les entreprises, c'est qu'ils peuvent être adaptés à chaque flux de production de données, ce qui permet d'obtenir des informations utiles, applicables et exploitables. Des outils commerciaux d'IA tels que "Monkey Learn" intègrent et analysent les données sur divers canaux médiatiques, ce qui permet ensuite de gagner du temps en matière d'analyse et de créer des rapports tels que l'analyse des sentiments dans Google Sheets et CSV.

Les solutions d'assistance à la clientèle intégrées à l'IA, telles que les systèmes de chat automatisés, permettent aux petites entreprises d'intensifier leurs efforts en matière de service à la clientèle et de libérer les ressources nécessaires aux interactions plus difficiles avec les clients. Il s'agit par exemple de solutions de services à la clientèle basées sur l'IA, telles que Digital Genius et Chatty People, qui peuvent suggérer ou automatiser les réponses aux questions des clients, classer les tickets d'aide et diriger les demandes ou les messages vers le service approprié. Par conséquent, en utilisant ce support client inspiré de l'IA, on observe une énorme réduction du temps de traitement moyen et une amélioration de la réactivité globale de l'équipe du service client. Enfin, l'IA a également amélioré la gestion de la relation client (CRM) dans les petites et moyennes entreprises grâce aux informations précieuses qui aident à gérer les interactions des clients actuels et potentiels. Ces plateformes CRM sont dotées de fonctionnalités d'intelligence artificielle qui permettent d'analyser les données en temps réel afin de fournir des prédictions et des recommandations basées sur les processus uniques des entreprises et les données des clients.

Défis et solutions à venir

6.1 Défis de la mise en œuvre de l'IA pour le développement et la croissance

Le premier défi que les pays africains devront surmonter est le fait que l'informatique n'est pas très avancée. En effet, les techniques d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond qui sont les plus bénéfiques pour l'avancement de l'IA exigent qu'une série de calculs soit effectuée très rapidement, et ce, en microsecondes ou en nanosecondes. Cela implique donc que les technologies d'IA utilisent une puissance de traitement énorme. Le principal débat entre les experts et les décideurs en matière d'IA a toujours été que la puissance de traitement nécessaire à la mise en œuvre des technologies d'IA est insuffisante. Toutefois, l'informatique en nuage et les systèmes de traitement massivement parallèles ont fait naître l'espoir d'une mise en œuvre de l'IA à court terme. Néanmoins, comme les volumes de données continuent d'augmenter et que le Deep Learning progresse vers la création automatisée d'algorithmes de plus en plus complexes, le cloud computing pourrait devenir limité.

Créer la confiance dans les technologies de l'IA en raison des problèmes de sécurité et de confidentialité est un autre défi pour la mise en œuvre de l'IA. En effet, de nombreuses personnes perçoivent l'IA comme une boîte noire et difficile à comprendre. Par conséquent, les gens restent mal à l'aise avec l'adoption de l'IA dans les entreprises et les services. Par exemple, les institutions financières telles que les banques préfèrent utiliser des algorithmes mathématiques simples et linéaires qui sont faciles à expliquer de l'entrée à la sortie. Comme les applications de l'IA nécessitent des algorithmes mathématiques beaucoup plus complexes, de nombreuses entreprises évitent de les mettre en œuvre. Ainsi, comme la confiance des gens reste limitée, il a été difficile de leur faire comprendre que cette technologie fonctionne vraiment et qu'elle offre de nombreuses possibilités de prédictions plus précises. En outre, de nombreuses personnes/entreprises sont préoccupées par les éventuelles complications élevées dues à l'intrusion des gouvernements dans leur vie privée. D'où la nécessité de mettre en place des réglementations juridiques et éthiques qui permettent aux citoyens d'avoir le droit de s'expliquer sur l'ingérence des gouvernements dans leur vie privée et de contribuer aux décisions qui sont prises à leur sujet en raison de l'IA.

Un autre défi à relever est que la plupart des applications et des déploiements de l'IA sont très spécialisés. L'IA spécialisée est connue sous le nom d'IA appliquée. L'IA appliquée est construite de telle sorte qu'elle peut effectuer des tâches tout en apprenant afin de s'améliorer et de devenir meilleure dans ces tâches. En revanche, l'IA généralisée est différente en ce sens qu'elle accomplit n'importe quelle tâche tout comme les êtres humains. Mais toutes ces technologies d'IA sont encore à venir dans un avenir proche. En outre, il faut prouver que ces IA peuvent réellement accomplir les tâches pour lesquelles elles sont conçues. Actuellement, les institutions de recherche et les organisations basées sur l'IA travaillent encore sur des produits basés sur l'IA qui doivent encore démontrer clairement leur valeur et leurs réalisations. Ainsi, les gens restent dubitatifs quant aux méthodes utilisées par la technologie pour prendre des décisions et quant à l'exactitude et à la précision de ces décisions prises dans des environnements différents, et plus particulièrement sous la contrainte. À cela s'ajoute le fait qu'en fin de compte, la probabilité due à l'incertitude mathématique qui sous-tend les prédictions de l'IA reste toujours incertaine pour la plupart des applications de l'IA. Par conséquent, il reste difficile de vérifier que le processus décisionnel du système d'IA est satisfaisant.

La confidentialité et la sécurité des données constituent un autre défi, car la plupart des applications d'IA sont basées sur des volumes massifs de données afin d'apprendre et de prendre des décisions intelligentes. Les systèmes d'apprentissage automatique reposent sur des données qui sont régulièrement de nature sensible et personnelle. Comme ces systèmes apprennent de ces données sensibles afin de s'améliorer, il est probable que ces systèmes d'IA puissent

devenir vulnérables aux violations de données et aux vols d'identité. Par conséquent, l'Union européenne a mis en œuvre le Règlement général sur la protection des données (RGPD) qui garantit la protection complète des données personnelles. Cette mesure a été adoptée après mûre réflexion, en raison de la sensibilisation et du scepticisme croissants des utilisateurs finaux de l'IA à l'égard d'un nombre croissant de décisions prises par des machines. En outre, il existe une méthode unique connue sous le nom d'apprentissage fédéré qui vise à perturber le paradigme de l'IA et à encourager les scientifiques des données à développer des produits et services d'IA sans bouleverser la sécurité et la confidentialité des données des utilisateurs.

En ce qui concerne la rareté des données, bien que les institutions basées sur l'IA aient davantage accès à d'énormes données à l'heure actuelle, les ensembles de données qui peuvent permettre aux applications d'IA d'apprendre sont en fait rares. Cependant, on assiste à une augmentation du nombre de machines d'IA formées à l'apprentissage supervisé. Mais ce type de formation nécessite des données étiquetées. Les données étiquetées sont organisées de telle sorte qu'elles deviennent plus faciles à comprendre et à apprendre pour les machines d'IA. Néanmoins, l'inconvénient des données étiquetées est qu'elles sont limitées et que la création de futurs algorithmes automatisés est de plus en plus difficile à développer. Toutefois, l'aspect positif est l'augmentation des investissements dans les méthodologies de conception qui se concentrent sur la manière de créer des modèles d'IA capables d'apprendre, malgré la rareté des données étiquetées.

En général, l'un des principaux défis de l'IA est que la précision des systèmes d'IA dépend des données sur lesquelles le système est entraîné. Cela signifie qu'un système d'IA est aussi bon que les données à partir desquelles elle apprend. Si le système d'IA n'est pas suffisamment entraîné à généraliser, il peut trouver des modèles inexacts dans les données. Un autre défi est que les données nécessaires à la formation des systèmes d'IA ne sont pas toujours disponibles ou dans le format requis.

Les techniques d'IA se sont révélées efficaces pour résoudre des problèmes du monde réel. Cependant, un certain nombre de ces techniques, comme les réseaux neuronaux, sont une sortie de boîte noire. Par exemple, une prédiction est produite sans aucune explication sur la manière dont le résultat a été obtenu. Par exemple, la direction de l'industrie ou de la finance peut ne pas être disposée à accepter une prédiction ou une fiabilité du système d'IA sans la justification de la manière dont la prédiction a été obtenue. Le manque de transparence et d'interprétabilité constitue donc un inconvénient majeur. En outre, les chercheurs sont confrontés au problème de l'explication déjà rencontré dans les systèmes experts précédents. Toutefois, un développement récent dans le domaine de l'IA, à savoir l'IA explicable (XAI), vise à résoudre ce problème.

L'utilisation généralisée de l'IA peut être entravée par l'infrastructure et les dépenses d'investissement associées nécessaires pour mettre en place et exploiter ces systèmes d'IA. Par exemple, du matériel multi cœur et GPU pour les techniques d'apprentissage automatique telles que les réseaux neuronaux convolutifs. Des mécanismes doivent être identifiés pour fournir l'infrastructure nécessaire en Afrique afin de promouvoir l'utilisation généralisée de l'IA nécessaire pour contribuer à la croissance économique du continent. Même si l'IA a le potentiel de résoudre les grands défis de l'humanité en Afrique, y compris l'accélération des ODD, l'Afrique est toujours confrontée à un certain nombre de défis dans les domaines prioritaires décrits dans les sections suivantes.

6.2 Opportunités d'investissement et défis

Le cabinet PricewaterhouseCoopers a publié une étude montrant l'impact économique de l'intelligence artificielle sur l'économie mondiale d'ici 2030. L'étude a montré que l'IA pourrait améliorer le PIB mondial de 14 %, soit un montant approximatif de 115,7 billions de dollars. L'IA pourrait ainsi devenir la plus grande opportunité commerciale de l'économie mondiale. Le rapport suggère que 2020 sera un point de basculement pour l'adoption de l'IA par l'Afrique, car il estime que la technologie de l'IA pourrait également augmenter le PIB de l'Afrique, de l'Océanie et d'autres marchés asiatiques de 5,6 %, soit environ 1 200 milliards de dollars (figure 5). Il va donc de soi que l'Afrique peut tirer d'importants bénéfices économiques de la technologie de l'IA. Néanmoins, l'indice 2019 de préparation des gouvernements à l'IA a peint une image sombre prévisible pour le continent africain dans les indices mondiaux de cette nature. Actuellement, aucun pays africain ne figure dans le top 50 de l'innovation en matière d'IA. Seuls 12 des 54 pays africains de la liste figurent dans le top 100 de l'innovation et du développement de l'IA. Les cinq gouvernements africains les mieux placés sont le Kenya, la Tunisie, Maurice, l'Afrique du Sud et le Ghana. Ces cinq pays reflètent des développements technologiques bien documentés en matière d'IA. Parmi les 10 pays les plus pauvres, 7 sont classés parmi les pays les moins avancés.

En 2019, le ministère kényan des TIC a mis en place un groupe de travail sur la technologie des grands livres distribués et l'intelligence artificielle afin d'élaborer une feuille de route pour les technologies transformatrices qui définiront le 4IR. Cette Taskforce a publié sans doute le rapport et le plan le plus complet d'Afrique à ce jour, appelant le gouvernement à investir dans les infrastructures et les compétences en matière de blockchain et d'IA pour lutter contre la corruption et mettre en œuvre des programmes d'éducation et de compétences pour 4IR.

L'industrie africaine de l'IA est encore émergente par rapport aux États-Unis, à l'Europe et à l'Asie. Cela n'a toutefois pas empêché certaines des start-ups les plus innovantes du continent africain de développer des solutions. Cela prouve clairement le potentiel prometteur des technologies basées sur l'IA pour l'économie africaine. Étant donné que de nombreux pays africains disposent d'une scène de startup d'IA naissante, de multiples communautés panafricaines dirigées par des acteurs publics et privés s'associent afin d'améliorer le renforcement des capacités et d'établir un environnement favorable à la croissance de la communauté de l'IA dans la région. Par exemple, dans le but de consolider les réussites basées sur l'IA, un événement AI Expo Africa 2018 a été lancé et est depuis devenu la plateforme défensive du défi africain en matière de science des données sur tout le continent, avec une communauté de plus de 8000 scientifiques africains spécialisés dans les données qui résolvent les défis les plus difficiles de l'Afrique grâce à l'IA et d'autres formes de technologies. De plus, l'IA en tant que plateforme pour le bien fait son apparition dans la région avec l'une des plus récentes start-ups d'IA connue sous le nom d'Enlabeler.

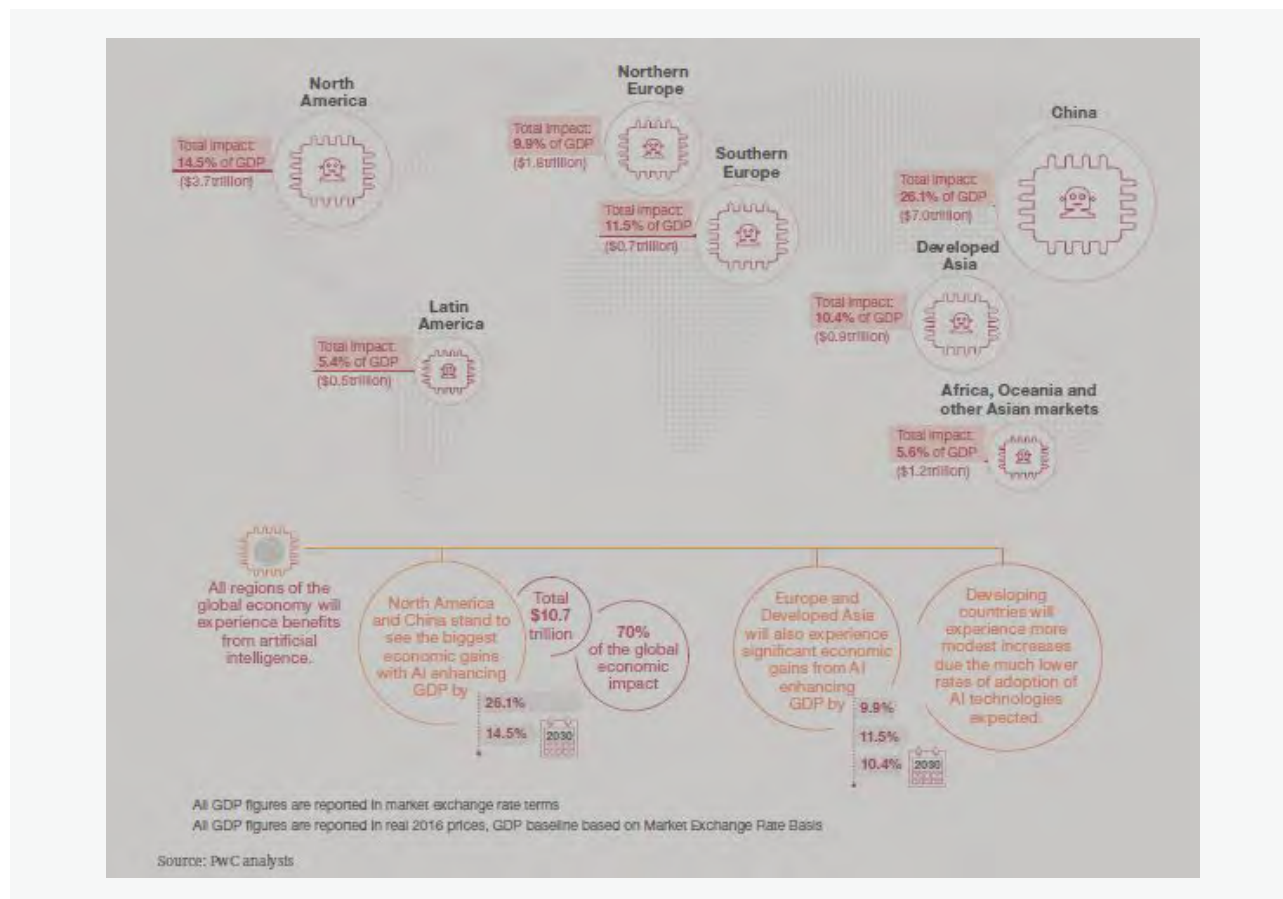


Figure 5. Projection de l'augmentation du PIB et des bénéfices générés par les technologies de l'IA dans le monde

La plateforme Enlabeled crée des emplois dans les townships sud-africains et ce secteur de l'étiquetage des données se développe à un rythme énorme. Cette start-up a pour mission de créer de nombreux emplois dans les townships sud-africains, puis d'étendre son modèle à d'autres pays africains. Les jeunes entreprises sont plus nombreuses dans les pays africains, comme le montre la figure 6. La plupart de ces start-ups d'IA se trouvent en Afrique du Sud, au Kenya, en Égypte, au Nigeria et en Tunisie, avec plus de 5 start-ups enregistrées. Les pays qui comptent 2 à 4 start-ups d'IA sont le Ghana, l'Ouganda, l'Éthiopie et la Tanzanie. Les pays qui comptent au moins une start-up spécialisée dans l'IA sont le Maroc, le Sénégal, la Zambie, le Zimbabwe et Madagascar (figure 6). La plupart de ces IA se concentrent sur les données et l'analyse, qui constituent le principal moteur d'innovation des entreprises d'IA. Viennent ensuite les bots, les chatbots et les assistants virtuels. Vient ensuite la vision, puis le langage dit de reconnaissance de texte. Certains centres d'IA sont également en train de s'établir sur le continent africain. Les services de santé et de diagnostic et les services professionnels sont les moins recherchés, ce qui indique des lacunes et des possibilités d'investissement pour les jeunes entreprises à venir. On parle à peine de la robotique, ce qui représente une autre opportunité d'innovation en matière d'IA pour les entreprises africaines.



Figure 6. Jeunes entreprises africaines adoptant des technologies basées sur l'intelligence artificielle

En ce qui concerne la recherche sur l'IA qui présente des lacunes et des défis, Google a annoncé l'ouverture d'un centre de recherche sur l'IA à Accra au Ghana. Il s'agit de son premier centre de recherche sur le continent africain. Cette initiative fait suite à des entreprises telles qu'IBM, qui ont ouvert des bureaux de recherche à Nairobi (Kenya) et à Johannesburg (Afrique du Sud). Microsoft a également ouvert un centre de données en Afrique du Sud et Amazon Web Services (AWS) devrait ouvrir le sien en 2020. En outre, les centres de R&D en IA bien établis en Afrique du Sud sont désormais suivis par le Kenya et le Nigeria, qui augmentent leurs investissements dans la R&D. En outre, des organisations telles que l'African Institute for Mathematical Scientists (AIMS) du Rwanda sont appelées à jouer un rôle important dans la recherche sur l'IA sur le continent. Cependant, il reste difficile de se faire une idée précise des activités de l'IA en Afrique, car la plupart des innovateurs africains sont exclus des rapports et des événements mondiaux et perdent l'occasion de présenter les activités et les innovations africaines. De ce fait, les journalistes du monde entier affirment ne pas avoir accès aux informations sur les activités de l'IA sur le continent africain. Par exemple, l'indice mondial de l'IA de Stanford et le rapport sur l'état de l'IA en Europe ne contenaient que peu d'informations sur l'activité en Afrique. Ainsi, les meilleurs chercheurs africains devraient

s'efforcer de participer à des conférences mondiales afin d'établir un réseau avec des collègues d'autres régions du monde et de partager leurs résultats avec le reste du monde. Toutefois, le défi persiste, car la plupart des chercheurs se voient refuser l'entrée dans les pays où se tiennent ces conférences. Par exemple, les chercheurs innovateurs africains qui ont tenté de participer à la conférence Neurips au Canada, pour la deuxième année, plus de la moitié des chercheurs africains qui ont demandé à présenter leurs travaux se sont vu refuser un visa. Ce phénomène de déni exclut systématiquement les chercheurs africains de toute contribution à l'innovation au niveau mondial.

Il convient d'indiquer que des investissements substantiels en Afrique sont orientés vers des technologies telles que l'IA, comme le montrent les figures 7 et 8. L'indice d'impact de l'IA indique le ciblage et le calendrier des investissements dans l'IA, qui est appelée à être la principale source de transformation, de perturbation et d'avantage concurrentiel dans l'économie actuelle, qui évolue rapidement. En s'appuyant sur les résultats de l'indice d'impact de l'IA, il a été démontré que l'impact de l'IA, secteur par secteur et produit par produit, permettra aux entreprises de cibler les opportunités, de repérer les menaces et de mieux y faire face. L'analyse unique de l'indice d'impact de l'IA de PwC comprend le potentiel de libérer du temps pour les consommateurs, par exemple en utilisant un véhicule sans conducteur, et d'améliorer la qualité et la personnalisation des produits et services. En outre, parmi les cas analysés dans cette étude, les opportunités d'IA ont montré un grand potentiel d'innovation, des moteurs, des délais et une grande faisabilité pour l'adoption de l'IA pour les marchés au niveau mondial. Cependant, les pays africains doivent encore améliorer les chances d'adoption en réduisant les obstacles tels que l'absence d'environnements propices, l'augmentation de la corruption, la disponibilité des investissements en capital pour les entreprises en phase de démarrage (figure 7), l'accessibilité aux marchés et bien plus encore. Les domaines présentant le plus grand potentiel et les délais associés doivent être définis à un niveau élevé pour les pays africains afin d'aider les entreprises à cibler les investissements à court et moyen terme. Par exemple, certains aspects du changement, comme les médecins robotisés, pourraient être encore plus révolutionnaires mais sont encore loin d'être réalisés.

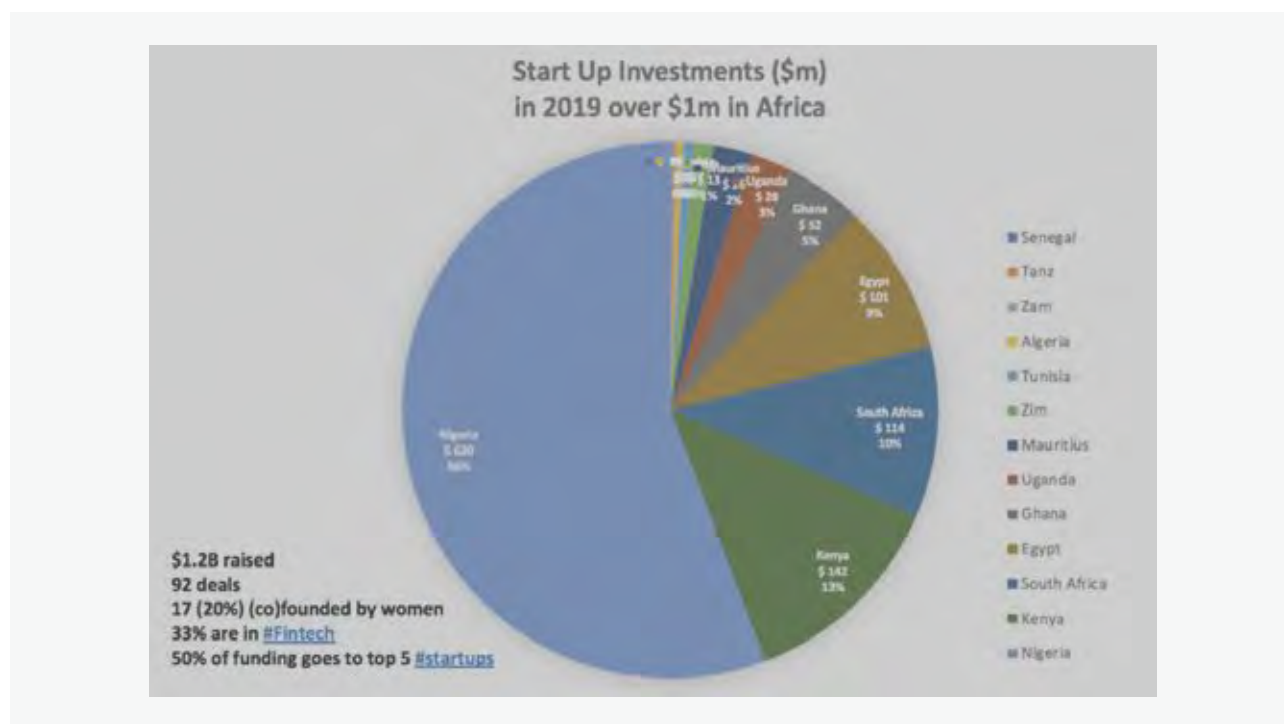


Figure 7. Investissements de démarrage (millions de dollars) en 2019 supérieurs à 1 million de dollars en Afrique

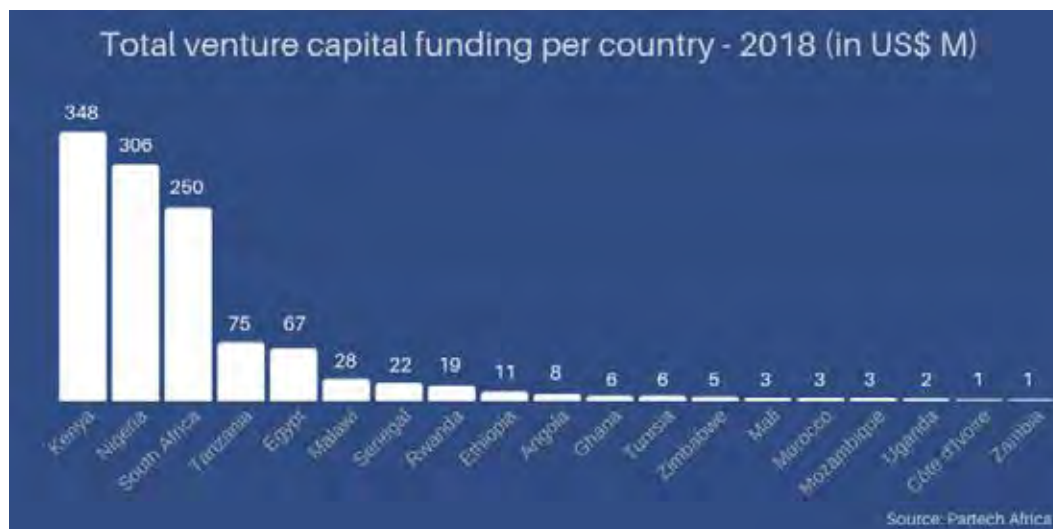


Figure 8. Total des financements en capital-risque par pays en 2018 (en millions de dollars US)

6.3 Conclusion

Notamment, aucun secteur ou aucune entreprise n'échappera à l'impact de l'IA. En fait, le potentiel d'innovation et de différenciation pourrait être d'autant plus grand que peu d'acteurs du marché se concentrent actuellement sur l'IA. Il a été démontré que l'impact économique de l'IA sur l'économie mondiale d'ici 2030 pourrait améliorer le PIB mondial de 14 %, ce qui se traduirait par une valeur approximative de 115,7 billions de dollars. Comme l'impact de l'IA représente la plus grande opportunité commerciale de l'économie mondiale, les États membres africains doivent saisir cette opportunité pour leurs citoyens et les avantages qui en découleront seront déterminés par la manière dont l'Afrique cherchera à tirer parti de cette lucrative entreprise d'IA. Il a été suggéré que 2020 serait un point de basculement pour l'adoption de l'IA par les Africains, ce qui a été observé par de nombreuses institutions privées et publiques africaines qui ont adopté de nombreuses activités inspirées de l'IA pour mener à bien leurs fonctions quotidiennes, pendant le verrouillage de COVID-19. La poursuite de cette tendance pourrait encore augmenter le PIB de l'Afrique, après la pandémie de COVID-19.

Cependant, les pays africains doivent surmonter les défis qui accompagnent la mise en œuvre de l'IA afin de pouvoir bénéficier de ces projets. Par exemple, il y a eu comparativement peu d'organisations intéressées à investir dans le développement de produits basés sur l'IA. En outre, il y a eu peu de promotion de l'IA auprès des entreprises existantes qui pourraient aider les gouvernements et les entreprises à tirer parti des avantages de la mise en œuvre du progrès par la machine sur le continent. En outre, outre l'adoption de technologies basées sur l'IA dans leur développement économique, qui est coûteuse, le recyclage de la main-d'œuvre pour lui permettre d'exploiter les technologies de l'IA doit être envisagé et financé. Par conséquent, l'augmentation de la formation aux compétences en science des données et l'incorporation des technologies d'IA dans le programme d'études, ainsi que l'offre de plateformes et d'outils, permettront de proposer des travaux axés sur l'IA en tant que service dans le cadre d'un développement économique fondé sur l'IA. De plus, les systèmes d'IA étant conçus à partir de données sensibles afin d'améliorer leurs fonctions, il est probable que ces systèmes d'IA puissent devenir sujets à des violations de données et à des vols d'identité. Il est donc nécessaire d'instaurer la confiance dans les technologies de l'IA, car les questions de sécurité et de confidentialité sont la pierre angulaire de la mise en œuvre de l'IA. Cela peut se faire par le biais de cadres améliorés en matière de confidentialité et de sécurité des données, qui protégeront les consommateurs.

De nombreuses questions socioculturelles, éthiques et de genre doivent être prises en compte dans le contexte du développement des technologies d'IA. Ces considérations entrent au moins dans les catégories suivantes : défis éducatifs et professionnels, éthique de l'IA, défis juridiques et défis socioculturels. Dans ce chapitre, nous allons présenter brièvement les problèmes liés à

ces quatre types de contraintes dans le contexte africain. Cependant, il doit être clair que de nombreux autres sous-questions émanent de ces défis. Les questions signalées ici sont toutes des questions qui doivent faire l'objet de recherches plus approfondies, d'élaboration de politiques et de législation.

L'Afrique reste confrontée aux défis de l'éducation et du travail, à savoir reformuler l'avenir du travail et envisager les implications qui en découlent pour l'éducation et la formation supérieure. Les progrès des technologies de l'IA soulèvent d'autres questions connexes, telles que l'intégration de l'IA dans notre vie quotidienne, les préoccupations concernant l'IA et les enfants, et l'impact des médias sociaux sur la qualité des interactions humaines, comme l'isolement et l'intimidation sur les médias sociaux, entre autres. Ces défis relèvent de l'éthique de l'information, des villes intelligentes et de l'intégration de l'IA dans nos foyers via l'internet des objets. Par exemple, cela pourrait éventuellement entraîner l'exclusion sociale et les inégalités. Cela signifie donc que l'Afrique doit accorder plus d'attention à la question de l'éducation et à l'avenir des possibilités de travail pour les jeunes.

L'éthique de l'IA relève d'au moins trois domaines principaux, à savoir l'éthique des données, l'éthique des machines et la neuroéthique. L'éthique des données s'intéresse aux défis posés par les préjugés et l'équité, la responsabilité et la transparence dans l'apprentissage automatique. L'éthique des machines concerne deux sous-domaines, à savoir l'éthique de la robotique sociale et la construction d'agents artificiels. L'éthique de la robotique sociale implique une réflexion sur la conception des robots sociaux et sur la manière dont les humains interagissent avec ces robots. Par exemple, les questions relatives à la dignité dans le contexte des robots de soins. La fabrication d'agents moraux artificiels est une autre considération. Elle se concentre sur les perspectives de création d'ordinateurs et de robots capables de prendre des décisions morales explicites. Par exemple, les systèmes d'armes autonomes létaux. Le troisième domaine de la neuroéthique concerne les questions relatives au statut des cyborgs et au programme de téléchargement de l'esprit. Les contestations juridiques portent sur des questions relatives à la responsabilité en cas de dysfonctionnement des applications de l'IA. Cela implique l'utilisation de l'IA dans le système judiciaire, les questions de vie privée et de droits de propriété et la gouvernance des données, ainsi que des questions connexes concernant la justice économique, sociale et épistémique et les droits des robots. Nous nous concentrerons ici sur les trois premiers. Enfin, certaines préoccupations socioculturelles importantes axées sur l'égalité des sexes dans l'avancement des technologies de l'IA ont été examinées.

Considérations socioculturelles et de genre

7.1 Éducation et avenir du travail

Les impacts de l'IA sur l'éducation et l'avenir du travail ont été examinés. Il est clair que la nature de l'éducation et la structure des programmes du système scolaire doivent être adaptées aux technologies de l'IA. La recommandation est qu'au niveau de l'enseignement scolaire, l'accent devrait être mis sur les réseaux intelligents et les systèmes éducatifs personnalisés. Cela peut à son tour garantir l'apprentissage tout au long de la vie, l'équité, une augmentation de la qualité, et relever le défi associé au manque d'enseignants qualifiés et aux contraintes financières connexes en Afrique. Ainsi, le programme d'études devrait se concentrer non seulement sur les nouvelles disciplines et compétences, telles que le codage, mais aussi sur les compétences d'analyse sociale. L'analyse sociale peut permettre aux élèves de négocier l'impact social et éthique de l'IA.

En ce qui concerne l'avenir du travail et l'employabilité des jeunes, la capacité d'adaptation est peut-être la compétence la plus importante pour les futurs travailleurs. Les Africains doivent comprendre et accepter que le monde du travail traverse la plus grande transition qu'il ait eu à affronter au cours des 200 dernières années. Cette transition a notamment pour conséquence que les Africains doivent oublier les "emplois" et se concentrer sur le "travail". La fluidité que les technologies de l'IA et les développements qu'elle apporte impliquent des perturbations importantes à tous les niveaux, et déforment les perceptions et les attentes sur la façon dont le monde est connu pour avoir fonctionné. Par conséquent, les travailleurs de demain doivent être capables de faire face aux perturbations causées par l'IA et de s'adapter en permanence à l'évolution des circonstances et des exigences en ce qui concerne les compétences sensibles au temps et à l'avancement.

Il existe des responsabilités morales non négociables auxquelles les gouvernements doivent se conformer en ce qui concerne au moins cinq préoccupations principales, à savoir :

- Veiller à ce que l'accent soit mis sur la qualité des compétences transférées aux apprenants au niveau scolaire. L'accent doit être mis sur la collaboration et le travail en équipe, la communication, l'esprit critique et les compétences en matière de pensée créative et innovante. Ce transfert de compétences devrait permettre aux apprenants de posséder des capacités telles que la résolution de problèmes complexes, des connaissances financières et numériques, ainsi que des compétences en matière de présentation et de marketing. Ces compétences permettront aux apprenants et aux futurs travailleurs d'être capables de mener une réflexion critique sur leurs capacités cognitives, de s'adapter aux circonstances, tout en restant créatifs.
 - Révolutionner la nature des programmes d'études universitaires de manière à éliminer l'enseignement en silo des programmes/modules/cours. Cela peut se faire de telle sorte que la séparation stricte des disciplines et des facultés devienne obsolète. Mais il faut réorganiser et mélanger les disciplines et les facultés dans les établissements d'enseignement supérieur.
 - Se concentrer sur les partenariats éducatifs entre les entreprises et les universités.
 - Le financement de la recherche s'est concentré sur la recherche de moyens optimaux pour la requalification et le perfectionnement des travailleurs. Cette démarche doit tenir compte de l'ensemble des compétences uniques dont ils disposent.
- Utiliser des techniques d'intelligence artificielle pour prévoir le moment où le recyclage et le perfectionnement des compétences seront nécessaires.

7.2 Éthique des données Apprentissage automatique équitable, responsable et transparent

Il y a, à juste titre, une excitation et un enthousiasme tangibles quant au potentiel des capacités décisionnelles et prédictives de l'apprentissage automatique au profit de la société. Cependant, cette technologie suscite également de sérieuses inquiétudes. Par exemple, il existe une possibilité de biais structurel dans les algorithmes dérivés pour différentes applications d'IA. Cela peut prendre la forme de stéréotypes et de déterminations injustes qui peuvent être intégrés dans des applications d'apprentissage automatique telles que les technologies voix-texte, les logiciels de reconnaissance faciale, les algorithmes déployés pour déterminer le risque financier et les outils de justice prédictive. Étant donné la nature des pratiques d'apprentissage automatique, qui consistent à s'accrocher et à apprendre en reconnaissant des modèles dans les données, il pourrait y avoir un biais inhérent dans les données qui pourrait être amplifié ou, à tout le moins, transféré aux prédictions et aux décisions qui en résultent.

Ce type de préjugé ouvre la possibilité d'une discrimination par procuration, aussi involontaire soit-elle. Les dommages potentiels qui émanent des pratiques d'apprentissage automatique comprennent la rétention de ressources économiques, financières et épistémiques de certains groupes sociaux tels que certaines classes, nationalités, races ou sexes, sur la base de préjugés identitaires inhérents aux données. Le préjugé identitaire concerne les membres de certaines races, ou les personnes d'un certain âge, d'une certaine nationalité ou d'un certain sexe, qui peuvent finir par ne pas avoir accès aux prêts immobiliers et, plus grave encore, renforcer les préjugés existants par le biais des stéréotypes et de la sous-représentation. Par exemple, les logiciels de synthèse vocale peuvent ne pas être équipés pour reconnaître les voix féminines, et les logiciels de reconnaissance faciale peuvent ne pas reconnaître les visages de femmes noires. Ainsi, il devrait y avoir une culture de sensibilisation à l'impact de ce type de biais sur la société, inhérent à l'apprentissage automatique, qui se manifeste par les décisions et les prédictions qui en résultent. En outre, il est recommandé que des accords soient conclus entre l'industrie et le gouvernement afin de garantir la transparence et l'équité des pratiques d'apprentissage automatique.

7.3 Éthique des données : Robots sociaux et le projet d'agent moral artificiel

Un robot est une entité artificielle qui se situe dans notre monde. Nous sommes confrontés à des défis moraux, sociaux, politiques et économiques avec les robots dans nos espaces privés, professionnels et sociaux. Après avoir été axé sur les 3 D (travail ennuyeux, sale et dangereux), le domaine de la robotique a explosé pour se concentrer sur la précision pendant les opérations chirurgicales, la NASA, les robots militaires et l'interaction sociale avec les robots de soins pour les personnes âgées, ainsi que les robots nounous. Ainsi, l'accent a été mis dans cette section sur les robots dans nos vies sociales, car les aspects des autres robots sont couverts dans d'autres sections du chapitre et du rapport en général. En ce qui concerne les robots sociaux, conçus pour des activités telles que les robots de soins, de compagnie et de nounou, les mesures suivantes doivent être mises en place lors du déploiement des robots, par le biais de la promulgation d'une politique. La première mesure consiste à définir clairement les notions de "soins" et de "compagnie" afin de garantir le bien-être des humains qui interagissent avec ces robots. Deuxièmement, il est nécessaire de souligner les limites de ces robots en termes d'interaction sociale réciproque. Et enfin, il devrait y avoir des lignes directrices sur le comportement approprié à adopter envers les robots. L'essentiel est donc de reconnaître le débat qui existe sur les avantages et les risques des robots compagnons de toutes sortes. Cela signifie que, d'une part, certains s'inquiètent du fait que l'utilisation de robots de soins est contraire à l'éthique en termes de dignité humaine, d'objectivation et de réduction de l'interaction sociale humaine. D'autre part, on reconnaît l'immense potentiel d'amélioration de la qualité de vie des personnes âgées et des malades en phase terminale grâce à l'utilisation de robots de soins et de compagnie.

L'utilisation de techniques d'IA dans le domaine des soins de santé présente d'énormes avantages en matière de recherche biomédicale, de diagnostics, d'options et d'administration de traitements, et dans bien d'autres domaines. Toutefois, le potentiel et la capacité des patients à s'adapter aux changements de diagnostic et de traitement, ainsi que l'accent mis sur la responsabilité des prestataires de soins de santé de préserver la dignité, la confidentialité, la sécurité et la vie privée des patients sont des conséquences morales impératives de l'intégration des techniques d'IA aux pratiques de soins de santé. Ainsi, les implications éthiques de la robotique sociale suscitent des préoccupations plus larges, notamment les questions de protection de la vie privée, l'abus de la fabrication de robots domestiques et de compagnons, et l'impact potentiel de l'abus sur la fibre morale de la société. En outre, il existe un impact négatif possible sur la qualité des compétences sociales humaines. En outre, l'intégration de la technologie ne fait pas qu'accroître le potentiel humain, elle modifie également certaines caractéristiques humaines. Par conséquent, nous ne devons pas seulement nous demander à quoi ressemblera la technologie dans le futur, mais aussi à quoi ressembleront les humains dans le futur. Cela signifie que, en conséquence de l'IA, que deviennent les humains.

7.3.1 Responsabilité morale

La responsabilité morale nous amène au domaine de l'agent moral artificiel, qui cherche à savoir dans quelle mesure l'humain peut être transférable à l'IA. La complexité des agents artificiels en cours de construction, tels que les systèmes d'armes autonomes, les pilotes automatiques et les systèmes experts en éthique médicale, souligne le besoin urgent de discuter des capacités morales de ces agents et de gérer leur risque potentiel. Afin d'avoir une telle discussion, nous devons envisager les meilleures réponses aux questions suivantes:

- Quelles sont les normes morales artificielles ?
- Qu'est-ce qu'une agence morale artificielle ?
- Qu'est-ce que la responsabilité morale artificielle ?
- Quel est le statut moral d'un AMA ?
- Qu'est-ce que la personnalité morale, les droits moraux,
- etc.

Un agent possède une agence morale et un statut moral complet s'il peut contrôler et réfléchir à son comportement. Pour ce faire, ils doivent prendre en compte le mal et/ou le bien de leurs actions en adhérant à un système éthique. Lorsque nous examinons les conditions de l'agence morale artificielle, de nombreuses suggestions peuvent être faites. Ces suggestions comprennent les éléments suivants, et différentes combinaisons des éléments suivants: libre arbitre, conscience, responsabilité, intentionnalité, autonomie, capacité d'interaction, adaptabilité et capacité à s'engager dans un raisonnement moral, entre autres. Il est donc évident que, compte tenu des différents niveaux d'autonomie des agents que nous construisons, nous devons envisager d'instaurer des niveaux de statut moral liés à cette autonomie. Différents auteurs suggèrent différents niveaux de statut moral. Cependant, on s'accorde à dire que si les agents moraux artificiels ne peuvent pas encore avoir un statut moral complet et une agence morale, ils doivent avoir une sorte de moralité dynamique ou fonctionnelle. Cela nous amène à la question de la responsabilité morale, qui est de savoir si les AMA seraient moralement responsables. Considérons-nous leurs actions sous l'angle de la louange ou du blâme ? Il y a plusieurs autres questions à prendre en compte ici, mais la plus importante est peut-être de savoir comment s'assurer que les valeurs qui sont considérées comme faisant partie du cadre éthique pour construire ces agents sont en accord avec nos valeurs en Afrique, et pas seulement avec les systèmes éthiques occidentaux ?

7.4 Défis juridiques

- Les aspects juridiques des applications de l'IA soulèvent trois types de préoccupations :
- Pouvons-nous tenir les AMA responsables de leurs actions ? Pourquoi, ou pourquoi pas ? Considérons-nous les actions d'un pilote automatique en termes de responsabilité de la même manière que nous le faisons pour un aspirateur automatique ou pour suivre les indications de Google Maps ? Devrions-nous ? Pourquoi, ou pourquoi pas ?
- Comment attribuer une responsabilité morale à un agent qui n'a pas un statut moral et une agence à part entière ? Devrions-nous ? Pourquoi, ou pourquoi pas ?
- Comment combler ou minimiser l'écart de responsabilité ? Qui est responsable dans la trajectoire des fabricants, des programmeurs, des utilisateurs et du logiciel lui-même ? Existe-t-il une réponse unique à cette question, ou les réponses varient-elles selon les applications ?

7.4.1 L'utilisation de l'IA dans le système judiciaire et la justice prédictive

Cette question de l'IA dans le système judiciaire et de la justice prédictive concerne tout d'abord les problèmes générés par les techniques d'IA rendant possible la création de "fausses" preuves. Ce qui crée une sorte de "dilemme de la preuve". Par exemple, les fake news, les fausses vidéos et autres peuvent être générées par l'IA. La deuxième question concerne l'utilisation de l'IA dans la pratique juridique. Il peut s'agir de l'utilisation d'algorithmes d'apprentissage automatique afin de faire des prédictions sur la caution, d'analyser les preuves et de prendre des décisions. En outre, certains des points les plus importants à considérer ici déterminent si l'utilisation de l'IA dans le système judiciaire doit toujours être compatible avec les droits de l'homme. En outre, les utilisateurs de l'IA doivent s'assurer que les techniques utilisées ne contribuent à aucune forme de discrimination. Il convient également de s'assurer que la

responsabilité d'être équitable et transparent lorsque les processus des pratiques d'apprentissage automatique sont utilisés dans le système judiciaire et correctement expliqués. En outre, la responsabilité connexe doit être de veiller à ce que les données et les modèles, ainsi que les preuves, soient de la meilleure qualité et que la cybersécurité soit une priorité absolue. Les préoccupations futures consistent à déterminer si les robots ont des droits ou s'ils peuvent être des esclaves, et s'il est même judicieux de parler de robots maltraités.

L'intégration des techniques d'IA dans nos vies sociales, économiques et personnelles soulève de nombreuses questions relatives à la vie privée et à la confidentialité. Ces questions comprennent les soins de santé, l'éducation et les finances. Les droits de propriété et les droits à la vie privée se croisent de manière fascinante dans ce contexte 4IR. Plus précisément, il y a deux domaines qui doivent être signalés et pris en compte pour le bien social et la sécurité de l'Afrique. Tout d'abord, il y a la question de la propriété des données. Les données personnelles pourraient devenir l'un des biens les plus précieux de l'avenir. Cela rend d'autant plus nécessaire l'adoption de lois sur la protection de la vie privée et la sensibilisation du public aux principes fondamentaux de l'IA. Deuxièmement, la question de savoir si l'IA est un bien privé ou un bien social se recoupe avec celle-ci. Les réponses à cette question auront un impact sur la façon dont les questions de responsabilité morale sont perçues et orienteront la nature des approches à l'égard des initiatives politiques et réglementaires.

7.5 Prise en compte du genre

L'IA et le Deep learning prennent une place croissante dans la vie quotidienne et professionnelle des gens, non sans exacerber les écarts entre les sexes. Il ne s'agit pas d'une question d'appréhension ou de clivage lié à la capacité des femmes à créer, développer, innover et diffuser les connaissances relatives à l'IA. Mais l'IA n'est pas différente des autres domaines scientifiques. Sur la base des données observées, il est possible qu'elle renforce l'inégalité entre les sexes et les préjugés sociaux, plus particulièrement sur le continent africain. Les raisons pour lesquelles le fossé entre les hommes et les femmes peut se creuser sont doubles : le fossé plus large entre les hommes et les femmes dans les technologies de l'IA, ainsi que les risques persistants associés aux applications et systèmes d'IA inadaptés aux contextes sociaux et culturels des Africains.

L'instabilité des genres existe dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM), partout dans le monde. Il a été signalé que dans la recherche scientifique, les femmes représentent moins de 30 % des chercheurs dans le monde. En outre, les femmes sont moins de 22 % dans les domaines liés à l'IA. En outre, cet écart semble plus visible pour les chercheurs des pays francophones que pour ceux des pays anglophones. Selon le "Global Gender Gap Report 2020" et "The AI Index 2019", il existe peu d'études disponibles sur ces écarts entre les sexes sur le continent africain. En ce qui concerne les questions de genre dans les STEM, on a observé que la ségrégation entre les hommes et les femmes était plus importante dans les pays subsahariens tels que le Mozambique, le Lesotho, le Ghana et l'Éthiopie. L'Afrique du Sud est le seul pays figurant dans l'AI-Index-2019, et la proportion de professeurs féminins travaillant dans le domaine de l'IA est de 28 %, dépassant ainsi la moyenne mondiale de 20 %. Par conséquent, ce déséquilibre aura des conséquences dramatiques sur le marché du travail. Elle aura également une influence sur les systèmes d'IA dans la vie quotidienne des citoyens africains. Ainsi, pour garantir que ces technologies ne contribuent pas à l'accroissement des inégalités sociales et économiques, une mobilisation générale est donc nécessaire. Par exemple, les chercheurs africains, et plus particulièrement les femmes, doivent être encouragés et soutenus pour contribuer à la conception et à l'intégration des sensibilités, des données et des connaissances locales dans les applications de l'IA, afin d'éviter la discrimination raciale et les valeurs de partialité.

Il a également été prédit que le marché de l'emploi sera considérablement impacté par l'IA. L'IA aura un impact négatif sur de nombreuses applications numériques susceptibles d'être automatisées, plus particulièrement dans l'industrie. Cela s'explique par le fait que l'IA peut accélérer la substitution du travail. Par exemple, les emplois de bureau et les emplois de caissier de banque qui sont actuellement et majoritairement occupés par des femmes courent un risque élevé d'élimination. Cela sera dû à l'introduction de logiciels intelligents dans les domaines de la vision par ordinateur, de l'analyse d'images, de la compréhension et du traitement des langues naturelles, et à la prolifération des chatbots en ligne. Les femmes africaines sont donc à l'avant-garde de la lutte pour préserver les diverses cultures, langues et identités de l'Afrique afin de tirer pleinement parti du déploiement de l'IA. De plus, le moteur d'automatisation intelligente est doté de voix de femmes, à savoir Eliza, Alexa, Cortana et Siri. Cependant, les accents et les noms de ces voix numériques sont étrangers à l'environnement africain et exacerbent le fossé existant entre les sexes, car ils présentent les femmes comme meilleures dans ces rôles secondaires. Même s'il est difficile de prédire l'avenir, les gouvernements nationaux et les institutions scientifiques africaines ont la responsabilité de s'attaquer au manque de femmes dans l'IA et d'investir davantage dans le développement durable.

7.6 Conclusion

Pour l'avancement des technologies de l'IA, de nombreuses questions socioculturelles, éthiques et de genre doivent être prises en compte. Les considérations éducatives et professionnelles doivent aborder l'éthique de l'IA, les défis juridiques et les défis socioculturels qui l'accompagnent. Ces problèmes signalés pour une meilleure adaptation de l'IA doivent faire l'objet de recherches plus approfondies, d'une élaboration de politiques et d'une législation dans les États membres africains. Par exemple, pour que l'Afrique puisse mieux soutenir les systèmes d'éducation et de cadre de travail, il est nécessaire de reformuler les implications résultantes de l'exposition primaire, secondaire et tertiaire, et de la formation. Il y a des considérations telles que l'intégration de l'IA dans notre vie quotidienne en ce qui concerne les enfants. Par exemple, il est nécessaire de surveiller et d'évaluer l'impact des médias sociaux sur la qualité des interactions humaines, comme l'isolement et l'intimidation sur les médias sociaux. En outre, l'exclusion sociale et les inégalités pourraient survenir en raison du domaine de l'éthique de l'information, où les villes intelligentes intègrent l'IA dans les foyers des habitants via l'internet des objets. Par conséquent, l'Afrique doit se concentrer sur l'éducation et l'avenir des possibilités de travail pour les jeunes, plus particulièrement les femmes et les filles. L'inégalité entre les sexes dans les domaines des sciences, des technologies et de l'ingénierie (STEM) montre que moins de 30 % des femmes font partie de la communauté mondiale de la recherche scientifique. En outre, les femmes sont moins de 22% dans les domaines liés à l'IA, plus particulièrement parmi les chercheurs des pays francophones que des pays anglophones. Les pays africains doivent donc résoudre ces problèmes de genre STEM. Ce déséquilibre aura des conséquences dramatiques sur le marché du travail si cette lacune n'est pas comblée.

Ce chapitre décrit la nécessité d'une recherche sur l'IA en Afrique et ce qui devrait guider la nature de la recherche qui y est menée par une nation ou une région. Elle établit également que les citoyens ordinaires et les fonctionnaires doivent être en mesure de comprendre, d'apprécier et d'appliquer les résultats des problèmes de recherche en IA. Non seulement l'Afrique doit augmenter ses capacités humaines dans le domaine de l'IA afin d'innover, mais elle doit également mener des études en matière de pédagogie. La pédagogie de l'IA peut introduire le concept de l'IA auprès des enfants et permettre un mode de vie sans faille. Pour mettre l'accent, des exemples de stratégies nationales en matière d'IA à travers le monde sont fournis pour illustrer le sérieux avec lequel plusieurs nations développées et en développement ont relevé ce défi.

Recherche, développement et innovation

8.1 Explications possibles de la lenteur de la recherche sur l'IA

Depuis le lancement de la recherche sur l'IA en 1956, la croissance de ce domaine s'est ralentie au fil du temps et a bloqué les objectifs de création de machines capables d'une action intelligente au niveau humain. Une explication possible de ce retard est que les ordinateurs ne disposent pas d'une mémoire ou d'une puissance de traitement suffisante. En outre, le niveau de complexité lié au processus de recherche en IA peut également limiter les progrès de la recherche en IA. Si la plupart des chercheurs en IA pensent qu'une IA forte peut être réalisée dans le futur, certaines personnes, comme Hubert Dreyfus et Roger Penrose, nient la possibilité de réaliser une IA forte. D'autre part, John McCarthy fait partie des divers informaticiens qui pensent que l'IA à l'échelle humaine sera accomplie, mais qu'il est impossible de prédire une date précise. En outre, les limitations conceptuelles sont une autre raison possible de la lenteur de la recherche en IA. Les chercheurs en IA devront peut-être modifier le cadre conceptuel de leur discipline afin de fournir une base et une contribution plus solides à la quête d'une IA forte. Comme l'a écrit William Clocksin en 2003 : "le cadre part de l'observation de Weizenbaum selon laquelle l'intelligence ne se manifeste que par rapport à des contextes sociaux et culturels spécifiques". En outre, les chercheurs en IA sont parvenus à créer des ordinateurs capables d'effectuer des tâches compliquées pour les humains, comme les mathématiques. Mais à l'inverse, ils ont eu du mal à mettre au point un ordinateur capable d'effectuer des tâches simples pour les humains, comme la marche, connue sous le nom de paradoxe de Moravec. Un problème décrit par David Gelernter est que certaines personnes supposent que penser et raisonner sont équivalents. Cependant, l'idée de savoir si les pensées et le créateur de ces pensées sont isolés individuellement a intrigué les chercheurs en IA.

Selon M. Clocksin, une limite conceptuelle susceptible d'entraver les progrès de la recherche sur l'IA est que les gens utilisent peut-être les mauvaises techniques pour les programmes informatiques et la mise en œuvre des équipements. Lorsque les chercheurs en IA ont commencé à viser l'objectif de l'intelligence artificielle, ils se sont principalement intéressés au raisonnement humain. Les chercheurs espéraient établir des modèles informatiques de la connaissance humaine par le raisonnement et découvrir comment concevoir un ordinateur avec une tâche cognitive spécifique. La pratique de l'abstraction, que l'on tend à redéfinir lorsqu'on travaille sur un contexte particulier dans le cadre de la recherche, permet aux chercheurs de se concentrer sur quelques concepts seulement. L'utilisation la plus productive de l'abstraction dans la recherche en IA provient de la planification et de la résolution de problèmes. Bien que le but soit d'augmenter la vitesse de calcul, le rôle de l'abstraction a posé des questions sur l'implication des opérateurs d'abstraction (Gelernter, 1994).

Une autre raison possible de la lenteur de l'IA est liée à la reconnaissance par de nombreux chercheurs en IA que l'heuristique est une section qui contient une brèche importante entre les performances des ordinateurs et les performances humaines. Les fonctions spécifiques qui sont programmées dans un ordinateur peuvent être à l'origine d'une grande partie des exigences qui lui permettent d'égaler l'intelligence humaine. Ces explications ne sont pas nécessairement garanties comme étant les causes fondamentales du retard dans la réalisation d'une IA forte, mais elles sont largement reconnues par de nombreux chercheurs. En outre, de nombreux chercheurs en IA débattent de la question de savoir si les machines doivent être créées avec des émotions. Les modèles typiques d'IA ne comportent pas d'émotions et certains chercheurs affirment que la programmation d'émotions dans les machines leur permet d'avoir un esprit propre. L'émotion résume les expériences des humains car elle leur permet de se souvenir de ces expériences. David Gelernter écrit : "Aucun ordinateur ne sera créatif s'il ne peut simuler toutes les nuances de l'émotion humaine." Ce souci de l'émotion a posé des problèmes aux chercheurs en IA et il est lié au concept d'IA forte au fur et à mesure que ses recherches progressent dans le futur.

8.2 Arguments en faveur d'une recherche de pointe en matière d'IA

Ces domaines d'application comprennent la musique synthétique, la télémédecine et la chirurgie de précision, ainsi que les télescopes intelligents qui détectent et analysent automatiquement les changements de forme. Dans la vie quotidienne, les progrès de l'IA dans les domaines de la reconnaissance des images et de la parole, entre autres, sont intégrés dans les ordinateurs, les téléviseurs et les appareils mobiles. Toutes ces avancées sont rendues possibles par l'augmentation du financement de la recherche éducative, industrielle et militaire. Traditionnellement, les États-Unis ont surtout été à la pointe de la recherche et des applications en matière d'IA, qui ont permis des avancées significatives dans ce domaine (figure 9). Toutefois, la Chine remet en question cette domination. Néanmoins, l'Afrique doit également intensifier ses efforts en matière d'investissements dans l'IA, qu'il s'agisse de recherche, d'application ou d'innovation, car les fonds consacrés à l'IA sur le continent sont maigres. Afin de déterminer la branche AI appropriée et crédible pour l'investissement, il serait utile pour chaque nation d'examiner les ressources disponibles qu'elle possède et les besoins auxquels elle veut répondre. Ainsi, les décideurs politiques devraient d'abord procéder à une large consultation et à une enquête au sein de leur population, de l'industrie et du monde universitaire concernant les progrès de l'IA et les effets qui en découlent. Les données d'enquête obtenues doivent ensuite être utilisées pour formuler un problème de décision qui peut être résolu par une analyse des risques.



Figure 9. Principaux résultats de la recherche littéraire mondiale en IA ces derniers temps Source de l'image : Centre de ressources AI d'Elsevier

La figure 9 montre les principaux résultats de la recherche littéraire mondiale en IA ces derniers temps. L'Afrique, l'Inde et l'Amérique du Sud, et plus encore, contribuent à hauteur de 29 % à l'innovation en matière d'IA, contre un quantum similaire pour la Chine, les États-Unis et l'Europe. Cependant, il est plausible que certains des articles et produits des régions de pointe en matière d'IA aient été élaborés par des personnes d'origine africaine. Il est un fait que les Africains de la diaspora sont très productifs en raison de l'environnement propice dans lequel ils opèrent dans ces économies développées. Par exemple, le Dr Stephen Odaibo, médecin de profession, est le PDG et fondateur de RETINA-AI, aux États-Unis. Son entreprise a développé et lancé la première application mobile d'IA pour les fournisseurs de soins oculaires. L'application, connue sous le nom de Fluid Intelligence, détecte les œdèmes de la macula et les fluides sous-rétiniens sur les scans rétiniens par tomographie à cohérence optique (OCT) avec une précision de plus de 90 %. Sur le continent africain, le Dr Jacques Ludik, fondateur et président de Cortex Logic en Afrique du Sud, est un investisseur pionnier et un expert en IA dans le domaine de l'analyse des données. Cette société fournit un moteur d'IA pour les entreprises afin de résoudre les problèmes stratégiques et opérationnels. De même, le Dr Tunde Adegbola est le fondateur de l'African Languages Technology Initiative au Nigeria. Il s'est associé à Microsoft pour localiser Microsoft Windows et Office en haoussa, en igbo et en yoruba, qui sont les trois langues nigérianes les plus parlées (Adekanmbi,

2018. Ainsi, pour faire progresser l'innovation en matière d'IA en Afrique, les entreprises et les chercheurs africains ont besoin d'être encouragés par le biais du mécénat local, des politiques/réglementations et du soutien financier, entre autres. C'est pourquoi des organisations telles que l'événement Demo Africa ont été créées pour présenter l'innovation dans le secteur des technologies sur le continent africain. Par exemple, en 2018, Demo Africa s'est attaché à présenter de nouveaux produits d'IA proposés par des start-up africaines (DEMO Africa, 2018).

Malheureusement, comme indiqué précédemment, la plupart des efforts éducatifs et commerciaux notables déployés en Afrique sont dirigés et principalement parrainés par des entreprises étrangères, telles que Google AI Laboratory au Ghana, Microsoft au Kenya, Zipline au Rwanda, et bien d'autres (Cisse, 2018 ; BBC News, 2019). Mais dans le même temps, l'Afrique doit être compétitive en étant capable de mener des recherches de pointe en matière d'IA et en bénéficiant du soutien nécessaire pour convertir les projets de recherche réussis en produits et services utilisés par les citoyens. La recherche sur l'intelligence artificielle est une approche socio-technique, transdisciplinaire et collaborative. Du côté de la recherche, cela signifie qu'il est impératif de disposer des ressources nécessaires pour avoir des chercheurs de pointe et de les mettre à disposition pour encadrer la prochaine génération. Ainsi, le soutien à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI) doit être important pour pouvoir :

- Développer, attirer et retenir les meilleurs talents
- Acquérir et développer les ressources techniques nécessaires telles que l'informatique, la collecte de données et la mise à jour des politiques
- Préparer et transférer les innovations sur le marché.

Alors que l'Organisation internationale du travail (OIT) se prépare à " l'avenir du travail ", elle reconnaît que les emplois et les travailleurs seront fortement impactés par la robotique et l'IA (OIT, 2020). Par conséquent, l'Afrique ne peut pas se permettre d'être à la traîne en matière d'IA ; il n'y a aucune excuse pour ne pas s'engager dans une RDI pertinente.

8.3 Recherche sur l'IA et indigénisation

La force de l'Afrique doit consister à s'inspirer de son contexte local pour innover et à utiliser cette innovation locale pour avoir une portée mondiale. L'orientation de la recherche devrait inclure :

- Recherche appliquée utilisant de manière adaptative les outils et techniques d'IA existants, afin de fournir des solutions africaines aux problèmes africains, en particulier dans les domaines de l'agriculture, de l'éducation, de la santé et du commerce. Les secteurs identifiés sont cruciaux pour notre survie en tant que peuple et pertinents pour la culture africaine
- sur le plan historique.
- Recherche fondamentale sur l'évolution des théories et métaphores axées sur les valeurs africaines qui permettent la contextualisation et l'indigénisation des paradigmes et principes fondamentaux régissant le domaine de l'IA.
- Un cadre méthodologique socio-technique pour la gestion sociale des technologies d'IA.

Les chercheurs africains doivent bénéficier d'une mobilité entre les pays pour permettre la collaboration et la coopération. Ainsi, cela peut améliorer la libre circulation des idées tout en encourageant une plus grande collaboration intra-africaine. Le partage des ressources est également important pour permettre aux chercheurs disposant de ressources d'avoir accès aux chercheurs qui sont encore en train de se constituer. En outre, le continent a besoin d'experts en la matière capables de rechercher de nouvelles solutions aux défis auxquels sont confrontés notre société, nos entreprises et nos gouvernements. Il est donc essentiel d'établir des réseaux de recherche, des chaires et des ressources pour les jeunes professeurs. En outre, les entreprises du secteur privé doivent investir dans la R&D afin de faire progresser l'innovation. Compte tenu des besoins de haute technologie en matière de compétences en IA, l'industrie doit collaborer avec les universités et les autres laboratoires de recherche qui émergent sur le continent. En outre, les entreprises doivent également prendre conscience de leur rôle dans la formation de la prochaine génération de chercheurs, de scientifiques et d'ingénieurs. Ils doivent soutenir davantage l'IA en orientant une part importante de la responsabilité sociale des entreprises (RSE) vers les établissements d'enseignement secondaire pour la promotion des sciences et de la technologie. Cela peut se faire en organisant des visites industrielles pour les élèves afin de stimuler leur intérêt pour les STI et en faisant don des ressources des laboratoires informatiques. Il peut également s'agir de parrainer des bourses d'études, des défis d'innovation et des concours de quiz.

Notamment, le monde de l'après-COVID-19 dépendra beaucoup du travail à distance, en dehors de l'adoption des technologies virtuelles et de l'IA. Le fait de ne pas participer à la création et à l'hébergement de services basés sur le web présenterait donc des risques importants pour la sécurité nationale. Plus que jamais, l'Afrique doit commencer à utiliser ses ressources naturelles pour la production locale de composants et de dispositifs mécatroniques. On assiste actuellement à une course entre de nombreux pays qui cherchent à produire rapidement des ventilateurs peu coûteux, efficaces et éventuellement "intelligents" pendant cette pandémie de coronavirus. Certains producteurs imposent même des restrictions à l'exportation de médicaments tels que la chloroquine. Cela démontre donc clairement que l'Afrique ne peut pas toujours compter sur les importations. Ainsi, le développement de la capacité nationale d'automatisation et de fabrication intelligente est désormais impératif.

8.4 Ressource

Pour faire sentir sa présence sur la scène mondiale, l'Afrique doit investir massivement dans la R&D en matière d'IA. Les États membres africains devraient rechercher des partenaires à travers les territoires et les continents afin d'accroître les investissements et les ressources en matière de recherche. En outre, l'Afrique doit être en mesure de produire des licences, des masters et des doctorats dans le domaine des IST, avec des programmes alignés sur l'IA. Ainsi, pour que l'Afrique puisse réaliser ces ambitions, les institutions africaines devront partager leur mentorat et leurs ressources. Cela pourrait prendre la forme de programmes spécialisés accessibles dans différents pays. Par exemple, plusieurs programmes sont en train d'être formés pour une telle ambition, comme le Master africain en intelligence artificielle qui se trouve à Kigali, au Rwanda. Des programmes similaires sont également disponibles dans des pays comme l'Afrique du Sud et le Maroc. Compte tenu du succès et de l'efficacité de ces interventions, des programmes similaires pourraient être étendus et mis en place sur l'ensemble du continent africain.

Il est également nécessaire de développer non seulement une expertise en matière d'IA, mais aussi des ensembles de données indigènes. Cela devrait être réalisé afin de modéliser et de résoudre nos problèmes africains particuliers. Les données doivent donc être collectées, rassemblées, stockées en toute sécurité et utilisées dans l'intérêt de la terre africaine. Plusieurs aspects de l'IA sont davantage axés sur les logiciels et ont simplement besoin de notre intellect et de quelques ressources informatiques pour être lancés. En outre, l'accès à des systèmes à code source ouvert, à des forums de collaboration en ligne et à d'autres outils permet un développement rapide. Le continent pourrait donc jouer un rôle plus important et, par conséquent, bénéficier davantage de cette technologie.

8.5 Implication du gouvernement

Les gouvernements de tout le continent ont un rôle important à jouer dans la RDI, qui ne se limite pas aux ressources, aux politiques et au financement. Les gouvernements peuvent aussi largement se procurer des technologies d'IA afin de pouvoir fournir des services publics à leurs citoyens de manière beaucoup plus efficace. Il est donc impératif que la RDI fasse partie de la manière dont le gouvernement interagit avec l'IA. Cela peut se faire en offrant des opportunités aux entreprises et aux chercheurs locaux pour leur permettre de tester et de déployer des solutions d'IA qui soient excellentes, réfléchies et respectueuses du contexte local.

Dans le monde entier, de nombreux pays ont adopté diverses stratégies pour promouvoir la RDI dans l'IA par des stratégies et des politiques ciblées. Par exemple, le Canada offre un financement aux start-ups et encourage l'immigration d'experts. D'autre part, la Chine encourage l'adoption précoce et les économies d'échelle massives. Le Royaume-Uni encourage le partage des données et les partenariats avec des entreprises mondiales. En avril 2018, la Commission européenne a adopté la communication sur l'IA où elle vise à accroître la capacité technologique et industrielle de l'UE et l'adoption de l'IA par les secteurs public et privé. Il s'agit également de préparer les Européens aux changements socio-économiques qui suivront (Dutton, 2018). Ainsi, les pays africains devraient, entre autres, prendre les mesures suivantes :

- Avoir des objectifs et des investissements à court et à long terme dans la recherche sur l'IA
- Envisager et traiter les implications éthiques, juridiques et sociétales de l'IA
- Développer des ensembles de données et des environnements publics partagés pour la formation et les tests de l'IA
- Assurer la sûreté et la sécurité des systèmes IA.

Toutefois, l'Afrique doit d'abord s'attaquer aux éléments fondamentaux en améliorant la pénétration de l'internet, l'accessibilité des communautés à l'électricité et à l'énergie et la gouvernance des TIC.

8.6 Conclusion

La recherche, le développement et l'innovation ne sont pas le fruit du hasard. Elle est le résultat d'efforts bien articulés et poursuivis. Les gouvernements africains à tous les niveaux doivent être inspirés par l'UA pour investir délibérément dans la recherche et l'utilisation de l'IA. Les gouvernements de tout le continent ont un rôle important à jouer dans la RDI, qui ne se limite pas aux ressources, aux politiques et au financement. Les gouvernements peuvent aussi largement se procurer des technologies d'IA afin de pouvoir fournir des services publics à leurs citoyens de manière beaucoup plus efficace. L'Europe, l'Amérique du Nord ainsi que les pays asiatiques ont élaboré des plans de développement dans le même sens il y a des années. Il est nécessaire de renforcer les capacités de l'Afrique dans cette technologie émergente et de les orienter vers des domaines présentant un avantage concurrentiel national. L'Afrique doit donc intensifier ses efforts en matière d'investissements dans l'IA, que ce soit dans la recherche, les applications ou l'innovation. En outre, chaque nation africaine doit déterminer la branche de l'IA appropriée et crédible pour l'investissement et déterminer les ressources disponibles qu'elle possède à des fins d'investissement et les besoins qu'elle vise à satisfaire. Les efforts de coopération et de consultation doivent être accrus entre les décideurs politiques, l'industrie, les universités, les organisations non gouvernementales et le grand public en ce qui concerne les progrès de l'IA et les effets qui en résultent. Les données d'enquête obtenues par cette consultation peuvent ensuite être utilisées pour formuler des décisions basées sur l'analyse des risques.

La jeunesse et le développement des compétences sur le continent africain sont intimement liés. L'Afrique est le continent le plus jeune, ce qui offre la possibilité d'exploiter ce dividende démographique. Les pays africains doivent être en mesure de répondre aux besoins socio-économiques des jeunes pour assurer leur prospérité. L'IA est l'un des domaines où cela est tout à fait possible. Les jeunes n'attendent pas que l'industrie établie et les gouvernements les guident dans le développement de leurs compétences en intelligence artificielle, apprentissage automatique et science des données. Les jeunes se sont organisés eux-mêmes sur tout le continent et ont trouvé des moyens de s'enseigner et de s'enseigner mutuellement ces compétences.

Jeunesse, compétences et développement des capacités

9.1 Dynamisme de la jeunesse

Les jeunes ont soif d'apprendre l'IA, non pas simplement pour le plaisir, mais pour être en mesure de repousser ses limites et de contribuer à l'avant-garde. Des exemples tels que le Deep Learning Indaba, Data Science Africa, Data Science Nigeria, Codefest Nigeria, Runmila AI Institute ont contribué à soutenir le développement de l'Afrique en matière d'IA et d'apprentissage automatique. Ces plateformes sont principalement composées de jeunes chercheurs et de jeunes de nombreux pays africains. Dans des endroits comme Nairobi, au Kenya, une communauté animée de jeunes passionnés d'IA et de science des données se réunit régulièrement le week-end pour apprendre et s'enseigner mutuellement. Ensuite, les jeunes réinvestissent leurs compétences dans leurs entreprises ou utilisent les compétences nouvellement acquises pour leurs études, et certains pour créer de nouvelles entreprises basées sur l'IA. Ce type d'apprentissage est agile, mais il exige en même temps que nous reconnaissons son importance pour susciter l'enthousiasme pour l'IA à tous les niveaux. Dans certaines universités, comme l'Université de Pretoria (Afrique du Sud) et l'Université de Lagos (Nigeria), des associations d'étudiants en IA ont vu le jour. Ces développements montrent que le développement des compétences est alimenté par l'énergie du bas vers le haut.

9.2 Développement des compétences à partir de la base

Les compétences en IA doivent être développées sur tout le continent africain. Cela signifie que les Africains doivent cesser d'être de simples consommateurs de technologies d'IA pour devenir des créateurs et des utilisateurs avertis. Sur ce dernier point, les pays africains doivent faire en sorte que leurs sociétés comprennent comment les technologies fonctionnent en général et quels effets elles ont sur la société. Sans cela, nous ne pourrions pas, en tant qu'Africains, interagir avec ces technologies de l'IA selon nos propres termes, en fonction de nos valeurs africaines.

Les pays africains doivent commencer l'éducation à l'IA et le développement des compétences beaucoup plus tôt dans la vie des enfants. Lorsque les enfants sont à l'école, l'informatique (y compris l'IA) devrait leur être enseignée de manière à ce qu'ils puissent comprendre son omniprésence dans leur vie et devenir des utilisateurs et des développeurs plus intelligents. Ce défi ne concerne pas seulement l'IA, mais il y a aussi une pénurie de compétences numériques, mathématiques et de données à travers le continent africain. Les pays africains doivent donc réintroduire ces compétences dans les systèmes d'éducation formelle, ainsi que chez les personnes qui ont déjà un emploi. Comme ces compétences continuent de se développer, il est nécessaire de mettre en place des programmes formels en informatique, en IA, en science des données et en éthique de l'IA. Il s'agira de programmes de premier cycle jusqu'à la formation doctorale. En outre, les jeunes doivent être informés des possibilités de recherche qui s'offrent à eux dans les domaines liés à l'IA. En outre, il ne s'agit pas simplement pour les jeunes de servir de support à des technologies extérieures, mais d'être capables de façonner la technologie de l'IA pour l'adapter au contexte africain. Ces compétences prépareront la jeunesse africaine à la prochaine génération de travail et réduiront certains des effets sociaux auxquels les Africains pourraient être confrontés à mesure que les perturbations de l'IA progressent.

9.3 Des résultats au delà des diplômes

Le vivier de compétences devrait déboucher sur des résultats et des produits multiples. Certains participants se retrouveront dans l'industrie, en tant qu'entrepreneurs, et dans le gouvernement, en tant que décideurs et responsables de la mise en œuvre. Certains participants devraient aboutir dans les centres d'excellence des programmes alignés sur l'IA sur le continent africain. Il a été mentionné plus tôt que les programmes de maîtrise en IA/DS dans différents pays pourraient être le point de départ de centres d'excellence, qui pourraient ensuite faire entrer une partie de ces cohortes dans des programmes de doctorat. En outre, les pays africains devraient mettre en place des ressources solides susceptibles d'aider les diplômés à se lancer dans des carrières dans tous les secteurs de l'économie

du continent, afin d'éviter la fuite des cerveaux. En outre, les gouvernements africains devraient utiliser les bons réseaux de mentorat et créer des opportunités. Cela devrait être fait afin d'apprendre et d'utiliser des compétences avancées pour relever certains des défis locaux de nos sociétés et être récompensé pour de telles opportunités.

La capacité de l'Afrique est infinie étant donné la jeunesse de sa population. Toutefois, le renforcement des capacités des Africains doit être considéré comme un objectif à long terme. Pour cette raison, la réflexion à court terme ne contribuera pas à la croissance socio-économique du continent africain en ce qui concerne la technologie de l'IA. Les gouvernements africains doivent envisager une approche progressive du développement des compétences, afin de mettre en place une nouvelle capacité informatique capable de s'adapter aux changements à venir. En outre, les pays africains devront choisir les opportunités spécifiques de l'IA sur lesquelles ils se concentreront. Après une croissance et une formation mesurées dans ces domaines de l'IA, ces pays africains seront en mesure d'offrir des services et des produits liés à ces domaines à d'autres pays dans un esprit de coopération.

9.4 Représentation et inclusion

Il faut davantage d'Africains pour jouer un rôle important dans l'espace IA/ML. Ceci est particulièrement important dans la mesure où, alors que les gouvernements et les entreprises africaines développent des compétences, les personnes intéressées doivent être encouragées à avoir suffisamment de curiosité pour apprendre avec persévérance, même si elles sont confrontées à des défis et à des échecs jusqu'à ce qu'elles obtiennent des résultats et des produits tangibles. De cette manière, ces innovateurs peuvent accroître la représentation des Africains dans la construction et l'élaboration des technologies de l'IA. Cela permettra

9.5 Développement des capacités de l'IA sur le continent africain

Le continent africain ne peut pas se permettre de s'abstenir de la course à l'adoption de l'IA afin de créer un avantage concurrentiel dans son développement socio-économique et d'accélérer le progrès pour la sécurité et le bien-être national. De nombreux pays développés et en développement préparent de nouvelles générations de professionnels dotés de compétences techniques qui maîtriseront les différentes méthodes de l'IA. Cette main-d'œuvre sera également consciente des défis éthiques et symboliques que représente l'IA. Le traitement massif des données générées par les appareils connectés crée de nouveaux métiers tels que les data scientists, les programmeurs d'IA, etc. Cela permettra de réaliser des progrès considérables, notamment grâce à la collecte massive de données conduisant à l'analyse des données. Ces progrès permettront d'accroître les capacités de calcul et les progrès des algorithmes. Si l'apprentissage profond semble prépondérant, les autres sous-domaines tels que la robotique, la vision par ordinateur, le raisonnement automatisé, la perception par la machine, la réalité augmentée et la représentation des connaissances progresseront également avec le temps et rattraperont leur retard.

Mais il reste difficile de prévoir toutes les avancées technologiques qui seront réalisées grâce à l'IA. Mais il est urgent que les États membres africains s'engagent dans des programmes de formation pour les institutions publiques et privées en lançant des licences et en développant des études solides de premier cycle et de troisième cycle (masters et doctorats) qui peuvent s'adapter à l'émergence et au déploiement rapides des technologies de l'IA. Une étude bibliométrique descriptive de l'IA portant sur les articles scientifiques relatifs aux tendances de la recherche dans les pays africains et couvrant la période allant jusqu'en 2020, indique une faible participation des pays africains à la recherche, au développement et à l'industrialisation de l'IA. Cette cartographie est basée sur les bases de données du Web of Science et concerne exclusivement les publications de revues de haut niveau.

Le continent est divisé en trois catégories, comme le montre la figure 10. Comme on le voit, il existe des disparités importantes au sein des pays africains. Par exemple, il n'y a que cinq (5) pays africains qui ont plus de 1500 publications. Parmi ces pays, seul un (1) pays compte 127 publications. Le reste des autres pays ne possède aucune publication sur les technologies basées sur l'IA. Il a également été observé que certaines universités dans certains pays africains ont des programmes de formation compétitifs avec des normes élevées, comparativement. En outre, le manque d'emplois, de possibilités de recherche et de développement, ainsi que de financement dans les entreprises nationales favorise la fuite des cerveaux du continent africain. La disparité et la situation restent critiques et lourdes de conséquences.

dans le contexte africain. Ce rapport sur l'avenir de l'IA en Afrique est donc de la plus haute importance et urgent. Par conséquent, la communauté universitaire, les décideurs politiques et les sociétés scientifiques ont un rôle important à jouer dans l'examen des possibilités et des défis que présente l'IA.

9.6 Qualifications, requalification et employabilité

Dans le cadre de la quatrième révolution industrielle, l'IA est devenue interdisciplinaire en ce sens qu'elle s'intègre dans diverses facettes des défis socio-économiques de l'Afrique, notamment la santé, la finance, l'agriculture et la fabrication. Ainsi, les universités africaines doivent s'assurer que les qualifications actuellement proposées, plus particulièrement les diplômes en informatique, peuvent suffisamment doter les diplômés africains des compétences nécessaires pour relever les défis posés par la quatrième révolution industrielle, qui intègre l'IA. Par conséquent, il convient de procéder à un examen des programmes d'études universitaires, en collaboration avec les secteurs industriels et les secteurs concernés, afin de déterminer si les programmes d'études comprennent les éléments constitutifs pertinents qui peuvent équiper suffisamment les diplômés pour leurs carrières particulières dans la quatrième révolution industrielle.

Il existe également un déficit de compétences au sein de la main-d'œuvre actuelle, qu'il faudra combler afin de fournir aux gens les compétences nécessaires pour faire face aux nouveaux défis qui se présentent dans le cadre de l'évolution de leur emploi en raison de l'IA. Les pays africains doivent identifier ces secteurs affectés de la main-d'œuvre. Cela dépendra de l'infrastructure de ce pays particulier et peut nécessiter la mise en place de mécanismes, tels que des cours de courte durée et une certification, afin de fournir le soutien nécessaire à l'amélioration des compétences de ses citoyens et de sa main-d'œuvre.

L'une des préoccupations croissantes suscitées par le rôle progressif de l'IA est la perte d'emplois. Dans plusieurs secteurs, l'IA complètera les emplois, en contribuant à réduire la charge de travail et la fatigue des travailleurs. Toutefois, il y aura également une évolution des compétences qui fera que certains emplois deviendront superflus, mais que de nouveaux emplois apparaîtront. Le transfert de compétences doit être géré pour réduire le chômage résultant de cette évolution. En outre, une planification doit être effectuée avec l'industrie et les différents secteurs. Pour ce faire, il faut d'abord identifier ce que sera le changement de compétences et quelles parties de la main-d'œuvre seront touchées par cette évolution. Après avoir identifié ces lacunes, les institutions publiques et privées peuvent être amenées à fournir une formation opportune. Cette formation permettra à la main-d'œuvre d'acquérir les compétences nécessaires pour occuper les nouveaux emplois créés par l'IA et le 4IR.

9.7 Conclusion

L'Afrique doit se concentrer sur la jeunesse et le développement des compétences, car ils sont intimement liés. L'Afrique ayant une population jeune, les pays africains ont la possibilité d'exploiter ce dividende démographique. Cela améliorera les chances des pays africains de pouvoir répondre aux besoins socio-économiques de leurs citoyens et de présenter une voie vers la prospérité. L'IA rend donc cette ambition réalisable. Les pays africains devraient s'appuyer sur l'enthousiasme et l'exploit que les jeunes s'imposent déjà pour développer l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et la science des données. Les jeunes qui s'organisent de manière autonome sur tout le continent pour trouver des moyens de pratiquer et d'acquérir des compétences basées sur l'IA font preuve d'un grand enthousiasme. En outre, les Africains devraient être des créateurs et des utilisateurs avertis de l'IA et éviter d'être de simples consommateurs de technologies d'IA. Les pays africains doivent commencer l'éducation à l'IA et le développement des compétences beaucoup plus tôt dans la vie des enfants. Lorsque les enfants sont à l'école, l'informatique (y compris l'IA) devrait leur être enseignée de manière à ce qu'ils puissent comprendre son omniprésence dans leur vie et devenir des utilisateurs et des développeurs plus intelligents. Ce défi ne concerne pas seulement l'IA, mais il y a aussi une pénurie de compétences numériques, mathématiques et de données à travers le continent africain. Les pays africains doivent donc réintroduire ces compétences dans les systèmes d'éducation formelle, ainsi que chez les personnes qui ont déjà un emploi.

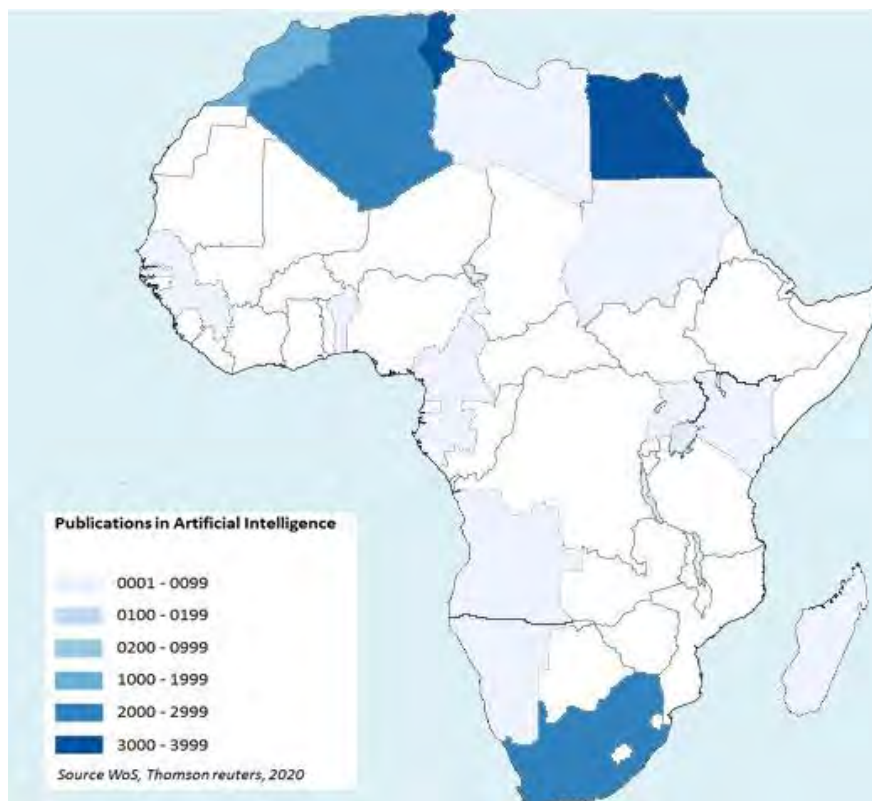


Figure 10. Publications en intelligence artificielle

Le gouvernement de tout État membre africain joue un rôle clé dans l'élaboration des politiques, des règles et des réglementations relatives à l'IA. Par le biais de l'agenda national et de la définition de la vision, le gouvernement donne le ton de la trajectoire de développement du pays. Pour cette raison, la formulation et la mise en œuvre de la politique s'en inspirent. Outre la définition et la mise en œuvre d'une politique, la mise en place de l'infrastructure nationale requise pour soutenir et faciliter le développement de l'IA nécessite l'aval et le leadership de chaque État membre africain. En jouant ce rôle de leader, les gouvernements nationaux ont l'obligation de veiller à ce que les politiques et les pratiques en matière d'IA soient co-crées avec d'autres acteurs tels que le secteur privé, le monde universitaire et la société civile. Ainsi, chaque pays doit formuler une stratégie nationale claire et cohérente pour l'IA. Cette stratégie nationale devrait constituer des indicateurs appropriés qui peuvent être utilisés pour suivre les progrès et évaluer de manière itérative le succès et l'impact des interventions politiques. En fonction de leur niveau actuel de préparation à l'IA et de la disponibilité des ressources, la stratégie devrait inclure les éléments suivants :

- Mise en place d'une infrastructure nationale d'IA.
- Sensibilisation, éducation et recherche en matière d'IA
- Développer des outils, des normes et des plateformes d'IA
- Concevoir des interventions politiques et réglementaires pour l'IA
- Affecter des ressources spécifiques aux initiatives nationales en matière d'IA

Recommandations pour adoption et implémentation de l'IA

10.1 Infrastructure nationale d'IA

Une stratégie en matière d'IA devrait définir une vision claire et partagée pour chaque pays africain. Une infrastructure nationale d'IA peut être établie pour soutenir, coordonner et conduire cette vision. Il pourrait s'agir de forums, de sociétés, de réseaux et d'instituts d'IA. L'une des approches consiste à créer un institut national de l'IA pour faciliter le développement des compétences et des politiques en matière d'IA afin de coordonner un écosystème national d'innovation en IA. Un exemple d'un tel institut est le Centre for AI Research (CAIR) en Afrique du Sud. Le CAIR est un réseau de recherche national qui mène des recherches fondamentales, dirigées et appliquées sur divers aspects de l'IA, notamment l'IA pour le développement et l'innovation et l'IA pour la cybersécurité.

10.2 Sensibilisation, éducation et recherche en matière d'IA

Il faut s'efforcer d'améliorer la connaissance de l'IA et la sensibilisation de la population africaine. Par exemple, il y a souvent confusion entre les termes IA, apprentissage automatique et science des données. L'IA est un vaste domaine qui comprend l'apprentissage automatique et une grande partie de la science des données et de l'analytique (voir le chapitre 4). Un exemple d'une telle initiative sera d'enseigner les bases du codage à tous les apprenants dès l'école primaire. Il faut donc veiller à ce que ces initiatives de formation, de sensibilisation et d'éducation soient axées sur les communautés démographiques qui sont généralement sous-représentées dans le développement technologique. Ces communautés démographiques sous-représentées comprennent les femmes et les personnes handicapées, afin de répondre aux préoccupations éthiques concernant les préjugés souvent associés à l'IA.

Dans les universités, l'IA est généralement enseignée aux étudiants de premier cycle qui préparent une licence en informatique, et parfois en génie informatique. Ces départements doivent donc être renforcés afin de pouvoir suivre les progrès rapides de la recherche dans ce domaine. En tant que gardiens de l'IA, les départements d'informatique maintiendront une expertise avancée dans ce domaine. Ils doivent rapidement mettre à jour les programmes d'études afin que les diplômés en informatique et en génie informatique produits par ces départements aient une connaissance approfondie de la technologie de l'IA lorsqu'ils entrent dans le secteur des technologies de l'information (TI). Ces diplômés joueront un rôle clé dans le développement de la technologie de l'IA, en l'adaptant au contexte local et en développant des cours de base sur l'IA qui pourront être proposés aux étudiants de toutes les disciplines autres que l'informatique.

10.3 Développer des outils, des normes et des plateformes d'IA

Les outils de développement de l'IA et les plateformes expérimentales permettent aux développeurs de prototyper et de déployer rapidement des solutions d'IA. Il existe de nombreuses plates-formes de développement de l'IA, tant commerciales qu'à code source ouvert. Par exemple, il y a Tensor Flow et PyTorch qui se concentrent sur l'apprentissage profond et l'éditeur Protégé qui se concentre sur l'ingénierie ontologique et le développement de systèmes basés sur la connaissance. Étant donné qu'il existe de solides plateformes à code source ouvert disponibles gratuitement, la création d'une petite entreprise d'IA est peu coûteuse. Toutefois, il peut être difficile de s'y retrouver dans la pléthore d'outils disponibles et de se perfectionner. Dans le cadre de la stratégie nationale en matière d'IA, une série d'outils de développement standard doit être identifiée et maintenue. Une expertise peut alors être établie autour de ces outils.

Des cours d'IA personnalisés dans le pays peuvent être développés autour de ces outils. Cela peut donc faciliter la formation à l'IA à grande échelle et améliorer l'accès du public à l'IA.

10.4 Affecter des ressources spécifiques aux initiatives nationales en matière d'IA

Pour que le développement de l'IA s'épanouisse, les gouvernements africains doivent investir des ressources dans la recherche et le développement. Ils devraient également encourager le développement industriel basé sur l'IA par le biais d'incitations pour le secteur privé. Ces incitations devraient mettre l'accent sur la nécessité de soutenir le développement de l'infrastructure technologique nationale. Elles doivent créer un environnement propice et renforcer les capacités afin d'encourager la main-d'œuvre qualifiée et mettre en place d'autres initiatives essentielles au fonctionnement et à l'épanouissement de l'industrie à l'avenir. Les gouvernements doivent également soutenir les petites et moyennes entreprises (PME) et les entrepreneurs qui se lancent dans l'IA. Cette approche équilibrée est nécessaire afin d'encourager l'innovation et l'investissement dans l'IA tout en protégeant les citoyens et les consommateurs. Comme pour les autres technologies, les gouvernements nationaux ont un rôle central à jouer en tant qu'adopteurs et utilisateurs de l'IA elle-même. Cela nécessite l'intégration de l'IA dans le fonctionnement des gouvernements nationaux ainsi que dans la prestation de services. En outre, les gouvernements nationaux ont accès à des quantités massives de données et à des données ouvertes soigneusement structurées. Ainsi, les initiatives de gouvernement ouvert peuvent contribuer à démontrer l'utilisation bénéfique de l'IA.

10.5 Création d'un institut de l'UA chargé de coordonner et de soutenir la stratégie, les ressources et les initiatives nationales en matière d'IA

L'UA devrait créer un Institut africain pour l'IA, qui pourrait faciliter le développement et les connexions entre les instituts nationaux d'IA dans toute l'Afrique. Cet institut peut établir des lignes directrices et des principes pour le développement de l'IA en Afrique. Elle peut également coordonner les forums, les sociétés et les réseaux régionaux et continentaux de l'IA. Le nouveau président de l'Union africaine, le président Cyril Ramaphosa, a proposé la création d'un deuxième Forum africain sur l'IA. Ce forum servira de plateforme pour discuter de la forme et de la structure d'un tel institut. Cet institut pourrait jouer un rôle central de soutien par le biais d'initiatives telles que :

- Établir un réseau d'IA entre les universités africaines.
- Établir un référentiel d'outils clés et faciliter l'accès à l'expertise et à la formation à ces outils.
- Établir les meilleures pratiques et donner des conseils sur les cadres politiques et réglementaires

10.6 Conclusion

Chaque État membre africain doit formuler une stratégie nationale claire et cohérente en matière d'IA. Cette stratégie nationale devrait constituer des indicateurs appropriés qui peuvent être utilisés pour suivre les progrès et évaluer de manière itérative le succès et l'impact des interventions politiques. En fonction de leur niveau actuel de préparation à l'IA et de la disponibilité des ressources, la stratégie devrait inclure l'établissement d'une infrastructure nationale d'IA, la promotion de la sensibilisation, de l'éducation et de la recherche en matière d'IA, ainsi que le développement d'outils, de normes et de plateformes d'IA. En outre, les pays africains devraient concevoir des interventions politiques et réglementaires en matière d'IA et allouer des ressources spécifiques aux initiatives nationales dans ce domaine. En outre, l'UA doit créer un institut pour l'IA afin de coordonner et de soutenir la stratégie, les ressources et les initiatives nationales en matière d'IA. Il faut donc veiller à ce que ces initiatives de formation, de sensibilisation et d'éducation soient axées sur les communautés démographiques qui sont généralement sous-représentées dans le développement technologique. Ces communautés démographiques sous-représentées comprennent les femmes et les personnes handicapées, afin de répondre aux préoccupations éthiques concernant les préjugés souvent associés à l'IA. Pour que le développement de l'IA s'épanouisse, les gouvernements africains doivent investir des ressources dans la recherche et le développement.

² <https://www.itweb.co.za/content/LPwQ5MlyVpZqNgkj>

Ils devraient également encourager le développement industriel basé sur l'IA par le biais d'incitations pour le secteur privé. Ces incitations devraient mettre l'accent sur la nécessité de soutenir le développement de l'infrastructure technologique nationale. Elles doivent créer un environnement propice et renforcer les capacités afin d'encourager la main-d'œuvre qualifiée et mettre en place d'autres initiatives essentielles au fonctionnement et à l'épanouissement de l'industrie à l'avenir. Les gouvernements doivent également soutenir les petites et moyennes entreprises (PME) et les entrepreneurs qui se lancent dans l'IA. Cette approche équilibrée est nécessaire afin d'encourager l'innovation et l'investissement dans l'IA tout en protégeant les citoyens et les consommateurs.

Bibliographie

1. AASR, 2017. Africa Agriculture Status Report 2017, the Business of Smallholder Agriculture in Sub-Saharan Africa, Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA), (Issue 6). Nairobi, Kenya: Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA).
2. AASR, 2018. Africa Agriculture Status Report 2017, Catalysing Government Capacity to Drive Agricultural Transformation (Issue 6). Nairobi, Kenya: Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA).
3. Abney, K., 2013. Autonomous Robots and the Future of Just War Theory. In: A. Fritz, ed. Routledge Handbook of Ethics and War: Just War Theory in the 21st Century. S.I.: Taylor and Francis: 338 - 351.
4. Akogo, Darlington (Jan 2020) Precision Evaluation. UN ITU & WHO Focus Group on AI for Health.
5. Anderson, M., and Anderson, S. L. (2007). Machine Ethics: Creating an Ethical Intelligent Agent. AI Magazine, 28 (4), 15. doi:10.1609/aimag.v28i4.2065
6. Arkin, R. (2009). Governing Lethal Behaviour in Autonomous Robots. Florida: Chapman and Hall/CRC
7. Press. AI for Africa: An Opportunity for Growth, Development, and Democratisation, Microsoft White
8. Paper on AI. AI for Africa: An Opportunity for Growth, Development, and Democratisation, Microsoft
9. White Paper on AI
10. Ashraffian, H. (2015). AI and Robot Responsibilities: Innovating Beyond Rights. Science and Engineering Ethics, Vol.21 (2): 317-326
11. Australia 2030: Prosperity through Innovation - A plan for Australia to thrive in the global innovation race. November 2017
12. Barocas, S, M. Hardt & A. Narayanan (2018). Fairness and Machine Learning: Limitations and Opportunities. <https://fairmlbook.org>.
13. Barocas, S. & A.D Selbst (2016). Big Data's Disparate Impact. California Law Review, 104: 671-732
14. Baum, Seth, A Survey of Artificial General Intelligence Projects for Ethics, Risk, and Policy (November 12, 2017). Global Catastrophic Risk Institute Working Paper 17-1"
15. BBC News, Drones deliver blood and medical supplies in Rwanda. <https://www.bbc.com/news/av/technology-43886039/drones-deliver-blood-and-medical-supplies-in-rwanda> [Accessed March 6, 2019]
16. Benkler, Y., 2011. Network Theory| Networks of Power, Degrees of Freedom. International Journal of Communication, 5 (39), 721–755
17. Borenstein J. & Y. Pearson. (2010.) Robot Caregivers: Harbingers of Expanded Freedom for All? Ethics Inf Technol 12(3): 277– 288.
18. Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). The Ethics of AI. Cambridge University Press Cambridge. Retrieved from <http://www.nickbostrom.com/ethics/artificial-intelligence.pdf>.
19. Boucher P. (2019) European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA): Panel for the Future of Science and Technology, PE 634.420 – March 2019
20. Breazeal, C. (2004). Social Interactions in HRI: The Robot View. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 34(2): 181-186.
21. Brundage, M. (2014). Limitations and Risks of Machine Ethics. Journal of Experimental and Theoretical AI, 26(3), 355–372.

22. Brundage, M., et al. (2018). The Malicious AI Report. <https://maliciousaireport.com>.
23. Bryson, J. J. (2010). Robots Should Be Slaves. Close Engagements with Artificial Companions, in Benjamins, J. (ed.) Key Social, Psychological, Ethical and Design Issues: 63-74.
24. Clayton Besaw & John Filitz, 2019. AI & Global Governance: AI in Africa is a Double-Edged Sword, United Nations University, and Centre for Policy Research, January 16,
25. Crawford, K. (2017). The Trouble with Bias. NIPS Keynote. <https://www.facebook.com/nipsfoundation/videos/1553500344741199/>.
26. DEMO Africa 2018, 7th Edition concludes – announcing the top five winning start-ups. <https://demo-africa.com/2018/10/20/webshop-puurteak/> [Accessed March 28, 2019]
27. Deng, B. Y. B. (2015). The robot's dilemma. *Nature*, 523(7558), 24. Duffy, B.R. (2003). Anthropomorphism and the Social Robot. *Robot Auton Syst* 42(3-4):170 -190.
28. Edward Wenk, 1997. New Principles for Engineers; in Rob Kling (1997) pp 932-944.
29. Elsevier AI Resource Center, 2018. <https://www.elsevier.com/connect/resource-center/artificial-intelligence> [Accessed March 28, 2019]
30. FarmDrive, nd. Alternative Credit Scoring for Smallholder Farmers. Retrieve from <https://farmdrive.co.ke/>
31. Ferrein, T. Meyer, A Brief Overview of Artificial Intelligence in South Africa, *AI Mag.* (2012). doi:10.1609/aimag.v33i1.2357.
32. Floridi, L. (2015). Singularitarians, AItheists, and Why the Problem with AI is H.A.L. (Humanity At Large), not HAL. *APA Newsletter for Philosophy and Computing*, Spring 2015.
33. Floridi, L., & Sanders, J. W. (2004). On the morality of artificial agents. *Minds and machines*, 14 (3), 349–379.
34. Gelernter, D. (1994) *The Muse in the Machine: Computerizing the Poetry of Human Thought*. The Free Press, New York, USA.
35. Gerdes, A. (2018). Lethal Autonomous Weapons and responsibility gaps. *Philosophy Study*, 8(5): 231-239.
36. Goertzel B. Human-level artificial general intelligence and the possibility of a technological singularity: A reaction to Ray Kurzweil's *The Singularity Is Near*, and McDermott's critique of Kurzweil, Volume 171, Issue 18, December 2007, Pages 1161-1173
37. Goralski, M.A. and Tan, T.K., 2020. AI and sustainable development. *The International Journal of Management Education*, 18(1), p.100330.
38. Grace K., Salvatier J., Dafoe A., Zhang B., Evans O. (2018). "Viewpoint: When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts". *Journal of Artificial Intelligence Research*. 62, 729–754.
39. GSMA Ecosystem Accelerator, Africa Tech hubs landscape 2018.
40. Hajian, S. (2013). Simultaneous Discrimination, Prevention and Privacy Protection in Data Publishing and Mining. PhD Thesis, Universitat Rovira I Virgili. Available at: <https://arxiv.org/abs/1306.6805>.
41. Hamblin, J. (2014) *Health: But What Would the End of Humanity Mean for Me?* The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/health/archive/2014/05/but-what-does-the-end-of-humanity-mean-for-me/361931/> (Retrieved 01st June 2020).
42. ILO - Major trends in the future of work. 2020. <https://www.ilo.org/global/topics/future-of-work/trends/lang--en/index.htm> [Accessed April 11, 2020]
43. Jaworska, A. & Tannenbaum, J. (2018). The Grounds of Moral Status, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/grounds-moral-status/>>.
44. Kamiran F, Calders T., and M. Pechenizkiy. (2012). Techniques for Discrimination-free Predictive Models. In: Custers B., Calders T., Schermer B., et al. (Eds.). *Discrimination and Privacy in the Information Society*. Berlin: Springer: 223–240.

45. Koninkrijk België et al, 2018. European Commission Declaration on Cooperation on AI.
46. Kurzweil, R., 2000. The age of spiritual machines: When computers exceed human intelligence. Penguin Putnam Inc., New York.
47. Kurzweil, Singularity (2005) p. 260.
48. Kurzweil, Ray (2005), “Long Live AI”, Forbes: Kurzweil describes strong AI as “machine intelligence with the full range of human intelligence.
49. Lazar, S. (2017). War, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/war/>.
50. Levy, D. (2009). The Ethical Treatment of Artificially Conscious Robots. International Journal of Social Robotics, 1(3): 209-216.
51. Lin, P., K. Abney and G.A. Bekey (eds.) (2012). Robot Ethics. The Ethical and Social Implications of Robotics. Cambridge, MA: MIT Press.
52. Lumbreras, S. (2017). The Limits of Machine Ethics. Religions, 8(6), 100. doi:10.3390/rel805010.0.
53. Matthew L. Smith, Sujaya Neupane. “AI and human development: Towards a research agenda.” IDRC white paper, April 2018. Doc: <https://www.idrc.ca/en/stories/artificial-intelligence-and-human-development>
54. McDermott, (2008). Why Ethics is a High Hurdle for AI. North American Conference on Computers and Philosophy (NA-CAP). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.144.5151&rep=rep1&type=pdf>.
55. Mme Narjis HILALE, 2018. AI in Africa: issues, challenges and opportunities International University of Geneva, Switzerland
56. Moon, Y. & Nass, C. (2000). Machines and mindlessness: social responses to computers. Journal of Social Issues, Volume 56: 81-103.
57. Moor, J. (1985). What is Computer Ethics? Metaphilosophy 16(4): 266-275.
58. Moor, J.H. (2006). The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics. IEEE Intelligent Systems, 21(4), 18–21.
59. Moustapha Cisse (2018), Look to Africa to advance AI. Available at <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07104-7> [Accessed March 6, 2019]
60. Muller, V. & Simpson, T., (2016). Autonomous Robots Are Probably Good News. In: E. Di Nucci & F. S. de Sio, eds. Drones and Responsibility: Legal, Philosophical and Socio-Technical Perspectives on the Use of Remotely Controlled Weapons. London: Ashgate, pp. 1-16.
61. Nils J. Nilsson. The Quest for AI: A History of Ideas and Achievements. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2010.
62. Ojo SO, 2007, Lecture Note Series on Social and Professional Issues of IT; Department of Computer Science, University of Botswana.
63. Ojo SO, 2007, Social and Professional Issues of IT; Lecture Note Series, Department of Computer Science, University of Botswana.
64. Ojo, S.O. & Muchie, M, 2018. Africa Running the Marathon Race from Raw to Digital; Presentation at Science Forum South Africa 2018.
65. Olubayo Adekanmbi, 2018. AI Simplified: 99 Use Cases and Expert Thoughts for Starters. Published by Data Science Nigeria, Lagos
66. One Acre Fund, Bridging the Microfinance Gap for Smallholder Farmers. Retrieved from <https://oneacrefund.org/blog/>

69. Purdy, M. and Daugherty, P., 2016. Why AI is the future of growth. Remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of AI Technologies in the Near Term, pp.1-72.
70. Rigby, M. (2019). Ethical Dimensions of Using AI in Health Care. *AMA Journal of Ethics*. <https://journalofethics.ama-assn.org/article/ethical-dimensions-using-artificial-intelligence-health-care/2019-02>.
71. Rissland, E.L. (1988). AI and Legal Reasoning. A discussion of the Field and Gardner's Book. *AI Magazine*, Vol. 9(3): 45-55.
72. Rissland, E.L. (1990). AI and Law: Stepping Stones to a Model of Legal Reasoning. *Yale Law Journal*, Vol.99 (8): 1957-1981.
73. Robertson, J. (2014). Human Rights vs. Robot Rights: Forecasts from Japan. *Critical Asian Studies*, Vol. 46(4): 571- 598, DOI: 10.1080/14672715.2014.960707.
74. Royakkers L.M.M., Van Est Q.C., Daemen F. (2012). *Overall Robots. Automatisering van de Liefde tot de Dood*. Boom Lemma, The Hague.
75. Royakkers, L. and R. van Est. (2015). A Literature Review of New Robotics. *Automation from Love to War*. *International Journal of Social Robotics* (7): 549-570.
76. Sandberg, Anders; Boström, Nick (2008), *Whole Brain Emulation: A Roadmap* (PDF), Technical Report #20083, Future of Humanity Institute, Oxford University (Retrieved 31 May 2020)
77. Sharkey A. & N. Sharkey. (2012). Granny and the Robots: Ethical Issues in Robot Care for the Elderly. *Ethics Inf Technol* 14: 27-40.
78. Siau, K., M. Lacity & V. Sauter (2018). AI and The Future of Work. Conférence: Treizième conférence annuelle de la Midwest Association for Information Systems (MWAIS 2018)
79. Smith, B. and Shum, H., 2018. The future computed: AI and its role in society. Microsoft Corporation: Redmond, WA.
80. Sparrow, R. & L. Sparrow. (2006). In the Hands of Machines? The Future of Aged Care. *Mind Mach* 16(2): 141-16.
81. Sparrow, R. (2002). The March of the Robot Dogs. *Ethics Inf Technol* 4(4): 305-318.
82. Sparrow, R. (2007). Killer robots. *J Appl Philos* 24(1): 62-77.
83. Srinath Perera, 2018. How to judge New Techs like Blockchain, AI, and Serverless with ETAC? A Methodology- a Visual Technology Assessment Canvas.
84. Srinath Perera, 2018. How to judge New Techs like Blockchain, AI, and Serverless with ETAC? A Methodology- a Visual Technology Assessment Canvas.
85. Sullins, J., (2006). When is a Robot a Moral Agent?. *International Review of Information Ethics*, 6(12), pp. 24-29.
86. The European Ethical Charter on the Use of AI in Judicial Systems and their Environment. (2018). <https://rm.coe.int/ethical-charter-en-for-publication-4-december-2018/16808f699c>.
87. Tim Dutton, 2018. An Overview of National AI Strategies, Politics + AI's Medium, July 28. Retrieved from <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>
88. Tim Dutton, 2018. An Overview of National AI Strategies. <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd> [Accessed April 11, 2020]
89. Torrance, S. (2012). Artificial Agents and the Expanding ethical Circle. *AI and Society* 28(4).
90. Turkle, S. (2004 2nd ed.). *The second self: Computers and the Human Spirit*. New York: Simon and Schuster.
91. Turkle, S. (2011). *Alone together. Why we expect more from Technology and less from Each Other*. Basic Books, New York.
92. UK-HoL, 2018. AI in the UK: ready, willing and able?; Report of UK House of Lords Select Committee on AI, Report of Session 2017-19.

93. Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S.D., Tegmark, M. and Nerini, F.F., 2020. The role of AI in achieving Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11(1), pp.1-10.
94. W. William, A. Ware, A.H. Basaza-Ejiri, J.Obungoloch, A pap-smear analysis tool (PAT) for detection of cervical cancer from pap-smear images, *Biomed. Eng. Online*. (2019). doi: 10.1186/s12938-019-0634-5.
95. Wallach, W. and C. Allen. (2009). *Moral Machines: Teaching Robots Right from Wrong*. New York: OUP.
96. Walser, M. (2015). *Just and Unjust Wars: A Moral Argument with Historical Illustrations*. 5th Edition Ed. New York: Basic Books.
97. Wang, W. & Siau, S. (2018). Ethical and Moral Issues with AI. *Conférence: Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2018)*. https://www.researchgate.net/publication/325934375_Ethical_and_Moral_Issues_with_AI.
98. World Bank, 2008. *World Development Report: Agriculture for Development*
99. World Bank, 2016. *World Development Report: Digital Dividends 2016*.

Notes

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

AUDA-NEPAD

230 15th Road Midrand

South Africa

Téléphone +27-0-11-2563600

E-mail: info@nepad.org www.nepad.org



AUDA-NEPAD
AFRICAN UNION DEVELOPMENT AGENCY