

Intelligence artificielle au Maghreb : une étude comparative des modèles d'adoption marocain et tunisien

Artificial Intelligence in the Maghreb: A Comparative Study of Moroccan and Tunisian Adoption Models

Sarah MAKRAZ ^{#1}, Wadi TAHRI ^{*2}
#LIRO-ENCG El jadida, Maroc

¹smakraz@gmail.com
²wadi.tahri@gmail.com

Résumé

Cette étude approfondie examine les trajectoires différenciées d'intégration des technologies d'intelligence artificielle dans les entreprises marocaines et tunisiennes et contribue à la littérature sur la diffusion des technologies émergentes dans les pays en développement en proposant un cadre d'analyse intégré combinant facteurs techniques, organisationnels et environnementaux. L'approche méthodologique combine une revue de littérature exhaustive avec une enquête qualitative basée sur seize entretiens semi-directifs menés auprès de décideurs économiques des deux pays. Les résultats révèlent des contrastes marqués entre les deux pays. En Tunisie, l'innovation technologique émerge principalement des startups et PME dynamiques, particulièrement dans trois secteurs stratégiques : l'agriculture (10% du PIB), le tourisme (10% du PIB) et l'industrie manufacturière (16% du PIB). Ces acteurs privilégient des solutions légères et ciblées, avec une forte culture d'expérimentation. À l'inverse, le Maroc présente une approche plus institutionnelle, alignée sur sa stratégie nationale "Maroc Digital 2030". Les grands groupes industriels et financiers dominent l'adoption technologique, notamment dans l'agriculture (12-15% du PIB), le tourisme (7-10% du PIB) et l'industrie automobile (5-6% du PIB). Les secteurs des télécommunications et de la banque jouent un rôle pionnier, soutenus par des partenariats public-privé structurés.

Mots-clés : Intelligence artificielle, adoption technologique, transformation digitale, économies émergentes, politiques d'innovation, Maroc, Tunisie.

Abstract

This comprehensive study examines the differentiated trajectories of artificial intelligence technology integration in Moroccan and Tunisian businesses and contributes to the literature on emerging technology diffusion in developing countries by proposing an integrated analysis framework combining technical, organizational, and environmental factors. The methodological approach combines an exhaustive literature review with qualitative research based on sixteen semi-structured interviews conducted with economic decision-makers from both countries. The results reveal marked contrasts between the two countries. In Tunisia, technological innovation emerges primarily from dynamic startups and SMEs, particularly in three strategic sectors: agriculture (10% of GDP), tourism (10% of GDP), and manufacturing (16% of GDP). These actors favor lightweight, targeted solutions with a strong culture of experimentation. Conversely, Morocco presents a more institutional approach, aligned with its national "Morocco Digital 2030" strategy. Large industrial and financial groups dominate technological adoption, particularly in agriculture (12-15% of GDP), tourism (7-10% of GDP), and the automotive industry (5-6% of GDP). The telecommunications and banking sectors play a pioneering role, supported by structured public-private partnerships.

Keywords: Artificial intelligence, technology adoption, digital transformation, emerging economies, innovation policies, Morocco, Tunisia.

I. Introduction

L'intelligence artificielle (IA) s'affirme aujourd'hui comme un levier transformationnel majeur pour les organisations, qu'elles soient publiques ou privées [1]. Son adoption progressive redéfinit les modèles opérationnels et stratégiques, générant des gains substantiels en productivité, optimisation des coûts et qualité de service [2]. Cette révolution technologique s'inscrit dans un mouvement global de digitalisation accélérée des économies, où entreprises et institutions investissent massivement dans les technologies disruptives pour maintenir leur compétitivité [3].

Au Maroc, cette transition numérique s'articule autour d'une stratégie ambitieuse de modernisation économique [4]. Le Royaume a déployé plusieurs initiatives structurantes positionnant l'IA au cœur de sa transformation organisationnelle [4]. Ces projets visent non seulement à rationaliser les processus métiers, mais aussi à améliorer l'expérience client et l'efficacité opérationnelle, s'inspirant des meilleures pratiques internationales en matière de gestion numérique [5]. Cependant, cette mutation rencontre des obstacles persistants, notamment des résistances culturelles, des contraintes financières et des disparités technologiques [6].

La Tunisie poursuit une trajectoire similaire de modernisation organisationnelle, avec des particularités liées à son contexte économique. Comme son voisin marocain, le pays cherche à exploiter le potentiel de l'IA pour optimiser ses processus et renforcer sa compétitivité. Néanmoins, la Tunisie doit surmonter des défis spécifiques, notamment un écosystème entrepreneurial moins mature et des ressources d'investissement plus limitées.

Dans les deux pays, l'adoption de l'IA par les entreprises soulève des questionnements communs : comment adapter ces technologies avancées aux réalités locales ? Quels cadres de gouvernance mettre en place pour assurer une intégration harmonieuse et efficace ? Ces interrogations revêtent une importance cruciale pour des économies émergentes où les attentes en matière de performance organisationnelle s'accroissent rapidement, alors que les capacités techniques et managériales restent à consolider. L'analyse comparée des expériences marocaine et tunisienne offre un éclairage précieux sur les conditions de réussite de la transformation numérique dans les entreprises des pays en développement. Elle permet d'identifier à la fois les défis contextuels et les bonnes pratiques transférables, tout en mettant en garde contre les écueils potentiels. Cette étude comparative est d'autant plus pertinente que les deux pays partagent des similitudes culturelles et socio-économiques tout en suivant des trajectoires de développement distinctes. Cette double perspective Maroc-Tunisie permet d'appréhender la complexité des enjeux liés à l'adoption de l'IA dans les entreprises des économies émergentes. Elle souligne la nécessité d'approches sur mesure, combinant innovation technologique et adaptation aux spécificités locales, pour garantir des transformations

organisationnelles à la fois performantes et durables. Les analyses qui suivent exploreront ces différentes dimensions en articulant réflexion théorique et enseignements tirés des pratiques terrain dans les deux pays.

II. Cadre général de l'intelligence artificielle : fondements conceptuels et logiques d'adoption technologique

a. De la transformation conceptuelle de l'IA à la diversité des trajectoires technologiques au Maghreb

L'intelligence artificielle (IA) représente aujourd'hui un tournant majeur dans l'évolution des technologies appliquées aux organisations. D'abord limitée aux approches symboliques et aux systèmes experts, elle s'est profondément transformée avec l'émergence des modèles connexionnistes et probabilistes, soutenus par les progrès rapides de l'apprentissage profond [7]. Cette évolution a été favorisée par la conjonction de trois facteurs déterminants : la multiplication des données numériques, le renforcement des capacités informatiques et l'optimisation continue des architectures algorithmiques. Ces avancées ont permis à l'IA d'acquérir une autonomie analytique et prédictive, dépassant largement la simple automatisation pour s'orienter vers une intelligence adaptative [8]. Sur le plan conceptuel, deux logiques coexistent : l'une cherche à reproduire les fonctions cognitives humaines dans une visée d'automatisation, tandis que l'autre tend à renforcer les facultés de raisonnement et de décision dans un environnement complexe et incertain [9].

L'adoption de ces technologies ne résulte pas d'une rationalité purement instrumentale, mais s'inscrit dans un ensemble de conditions contextuelles, économiques et organisationnelles. Le modèle Technology–Organization–Environment (TOE) proposé par Tornatzky et Fleischer [10] illustre cette approche systémique, en soulignant que la diffusion technologique dépend à la fois des caractéristiques de l'innovation (performance perçue, compatibilité, complexité), des ressources et de la culture interne des organisations (taille, centralisation, ouverture au changement) ainsi que des influences externes, telles que la concurrence, la réglementation et le soutien institutionnel ([11]; [12]; [13]).

Dans le contexte du Maghreb, ces dynamiques se traduisent par des trajectoires différenciées d'intégration de l'IA. Le Maroc a opté pour une stratégie étatique structurée, combinant planification centralisée, investissements publics conséquents et partenariats institutionnalisés entre acteurs publics et privés [4]. À l'inverse, la Tunisie s'appuie davantage sur la vitalité entrepreneuriale, la souplesse organisationnelle et l'innovation frugale comme leviers de développement technologique [14]. Toutefois, cette approche ascendante, bien qu'appuyée sur un solide capital académique et une culture d'innovation affirmée, se heurte à plusieurs limites, notamment l'instabilité politique, la dispersion des politiques d'appui et la fuite des compétences qualifiées [15]. Ainsi, la diffusion de l'intelligence artificielle dans la région maghrébine

illustre la pluralité des modèles d'adoption technologique et souligne l'influence déterminante des contextes institutionnels et culturels dans la structuration des trajectoires d'innovation.

d. Défis transversaux et spécificités contextuelles

Le déploiement de l'intelligence artificielle dans les pays du Maghreb se heurte à plusieurs obstacles récurrents, notamment la disparité d'accès aux technologies numériques, qui traduit la persistance de fractures territoriales et socio-économiques [16] ainsi que la rareté des profils spécialisés en science des données, apprentissage automatique et gouvernance algorithmique, générant un écart entre les besoins des entreprises et les capacités du système éducatif [17]. À cela s'ajoutent des résistances culturelles et organisationnelles découlant de la crainte de perte de contrôle décisionnel ou de redéfinition des rôles professionnels [18], et un cadre réglementaire encore immature et fragmenté, source d'incertitudes juridiques mais aussi d'opportunités d'expérimentation éthique et normative [19]. Pour dépasser ces contraintes, des approches contextualisées s'imposent, combinant politiques publiques adaptées, innovation organisationnelle et renforcement des capacités collectives d'apprentissage afin d'assurer une appropriation durable et inclusive de l'intelligence artificielle dans la région [20].

III. Méthodologie de recherche

a. Méthodologie

L'étude s'appuie sur un examen minutieux des seize entretiens conduits, mobilisant une double approche analytique combinant émergence naturelle des thèmes et recadrage théorique selon le modèle TOE. La retranscription fidèle des échanges, incluant les particularités linguistiques régionales, a permis un codage artisanal rigoureusement validé par recoupements multiples (concordance inter-évaluateurs à 82%). Ce processus d'investigation manuel, bien que chronophage, s'est révélé indispensable pour appréhender avec finesse les réalités socio-culturelles locales, tout en maintenant une exigence scientifique grâce à des mécanismes de contrôle méthodologique stricts.

b. Justification du choix méthodologique

Notre approche méthodologique repose sur une étude qualitative approfondie visant à décrypter les mécanismes d'adoption de l'IA dans les écosystèmes tunisien et marocain. Cette investigation s'appuie sur une analyse interprétative des discours d'acteurs clés, enrichie par le croisement avec des données secondaires et structurée autour du cadre TOE (Technologie-Organisation-Environnement). Cette combinaison méthodologique permet d'une part de saisir les nuances contextuelles propres à chaque pays, et d'autre part d'établir des comparaisons systématiques tout en maintenant une rigueur scientifique. L'articulation entre observations de terrain et cadre théorique offre ainsi une double validation des résultats, tout en préservant la richesse des spécificités locales.

c. Choix de l'échantillon

Notre recherche mobilise un panel de seize experts répartis équitablement entre la Tunisie et le Maroc, sélectionnés selon une méthode raisonnée tenant compte du poids économique différentiel des secteurs dans chaque pays. Les branches les plus structurantes - représentant 10 à 15% du PIB pour l'agriculture et 7 à 10% pour le tourisme - font l'objet d'une investigation plus poussée avec trois interviews par domaine. Les autres filières économiques sont couvertes par deux entretiens chacune. Cette configuration méthodologique offre un double avantage : elle préserve la représentativité sectorielle tout en autorisant des comparaisons transnationales fiables. L'articulation entre focalisation sur les moteurs économiques principaux et prise en compte des autres activités permet de dégager à la fois les grandes tendances et les singularités locales dans le déploiement des technologies cognitives.

Tableau I: Caractéristiques de l'échantillon

Critères	Tunisie	Maroc	Observations méthodologiques
Secteurs majeurs			
Agriculture	3 intervenants	3 intervenants	Couverture approfondie des moteurs économiques (10-15% PIB)
Tourisme	3 intervenants	3 intervenants	Focus sur les secteurs clés (7-10% PIB)
Autres secteurs (2 entretiens/secteur)			
Divers	2 intervenants	2 intervenants	Équilibre pour couvrir l'écosystème global

d. Justification de l'échantillon

- Échantillonnage raisonné

La sélection des participants a été réalisée selon une approche délibérée, fondée sur leur expertise avérée dans le domaine d'étude et leur capacité à refléter la diversité sectorielle.

Une attention particulière a été portée à l'équilibre entre :

- La variété des secteurs d'activité couverts (pour assurer une représentativité transversale).
- L'inclusion d'acteurs clés disposant d'une influence ou d'une connaissance approfondie des dynamiques étudiées.

-Principe de saturation théorique

Le nombre total d'entretiens conduits (N=16) a été déterminé par l'atteinte de la saturation théorique, c'est-à-dire le point où les nouvelles données n'ont pas apporté d'éléments conceptuels supplémentaires.

- Cette saturation a été empiriquement validée par :
 - La récurrence des thèmes principaux (ex : facteurs limitants, déterminants motivationnels) lors des derniers entretiens.
 - L'absence de nouvelles catégories analytiques émergentes au-delà du 14e entretien, confirmant la robustesse du cadre d'analyse.

-Cohérence méthodologique transnationale

- Pour permettre des comparaisons inter-pays valides, le protocole a standardisé :
 - Le nombre d'entretiens par pays (afin d'éviter les biais liés à la disproportion des données).
 - Les secteurs ciblés, malgré des différences structurelles dans leur poids économique respectif. Cette homogénéisation vise à isoler les variables culturelles ou géopolitiques comme facteurs explicatifs.

e. Le guide d'entretien

La collecte de données s'est basée sur la méthode de guide d'entretien semi-directif mené par voie électronique avec des professionnels tunisiens et marocains impliqués dans la transformation numérique. L'échantillon a été constitué de 16 interlocuteurs répartis de manière équilibrée entre les deux pays et couvrant trois domaines économiques majeurs.

-Caractéristiques des participants :

- **Monde agricole** (6 personnes) : structures innovantes et conseillers spécialisés
- **Secteur touristique** (6 personnes) : opérateurs digitaux et gestionnaires d'établissements
- **Autres activités économiques** (4 personnes) : responsables sectoriels et experts techniques

Cette configuration a offert une vision comparative des usages technologiques émergents en Afrique du Nord, en s'appuyant sur des témoignages de praticiens directement engagés dans des projets concrets. La

sélection des interlocuteurs a été guidée par leur expérience opérationnelle dans l'intégration de solutions intelligentes.

Les données collectes par cette voie ont été soumises à un examen méticuleux suivant le modèle T-O-E (Technique-Organisationnel-Environnemental), avec un traitement manuel des éléments textuels. Cette investigation a été enrichie par une mise en perspective systématique et une confrontation avec des documents de référence sectoriels, assurant ainsi la solidité des observations finales.

IV. Résultats

a.. *Traitement et analyse des données dans le cadre du TOE :*

L'examen approfondi des seize entretiens menés dans les contextes marocain et tunisien révèle des dynamiques contrastées dans le déploiement des solutions d'intelligence artificielle. L'application du cadre TOE permet d'identifier trois dimensions fondamentales qui structurent cette analyse comparative.

-Facteurs technologique

Accessibilité des infrastructures :

- **Cas** **marocain :**

Les témoignages mettent en évidence un clivage géographique significatif. Comme l'exprime un professionnel du secteur agricole : *"Le développement de nos outils algorithmiques nécessite systématiquement le recours à des expertises étrangères, nos régions périphériques ne disposant pas des bases techniques suffisantes"*. Cette réalité est corroborée par plusieurs responsables de grands groupes industriels.

- **Contexte** **tunisien :**

La problématique centrale réside dans la fragmentation des données. Un cadre agricole : *"L'hétérogénéité des systèmes d'information existants compromet la fiabilité de nos analyses prédictives"*. En réponse, les entrepreneurs locaux développent des solutions alternatives, à l'image de cette startup ayant conçu *"un dispositif de collecte parallèle pour pallier les insuffisances des bases officielles"*.

Capital **humain :**

Les établissements académiques marocains semblent jouer un rôle pivot dans la formation des compétences spécialisées, alors que l'écosystème tunisien mise davantage sur l'innovation pragmatique des jeunes pousses, malgré le défi récurrent de la fuite des cerveaux.

- Facteurs organisationnelles

Modèles **d'intégration :**

- **Approche** **marocaine :**

Une logique institutionnelle prévaut, comme en témoigne cette déclaration : *"Notre feuille de route technologique s'articule avec la stratégie nationale Maroc Digital 2030"*. Les sociétés de grande taille apparaissent comme les principaux vecteurs de cette orientation.

- **Expérience** **tunisienne :**

L'émergence des solutions procède plutôt d'initiatives individuelles. Un fondateur de jeune entreprise relate : *"L'inexistence de schémas directeurs nous a contraints à imaginer des architectures techniques alternatives"*.

Cultures **d'entreprise :**

Les réticences semblent plus prononcées dans les structures tunisiennes à caractère familial, où persiste *"une certaine méfiance envers les technologies disruptives"*. Au Maroc, les défis d'adoption concernent principalement les déclinaisons régionales des stratégies centrales.

- Facteurs Environnementaux

Cadres **politiques :**

Le modèle marocain s'appuie sur des collaborations formalisées entre secteurs public et privé, alors que le contexte tunisien se caractérise par une plus grande instabilité normative, comme le souligne ce responsable : *"Nos projets technologiques subissent les contrecoups des changements administratifs fréquents"*.

Interactions **sectorielles :**

Les complémentarités observées au Maroc entre opérateurs télécoms et acteurs agricoles contrastent avec les coopérations informelles qui prévalent en Tunisie, souvent basées sur *"des relations interpersonnelles tissées au fil des carrières"* (Entretien 9).

Tableau II: Synthèse des dynamiques d'adoption de l'IA

Axe d'analyse	Principales caractéristiques marocaine	Particularité tunisienne dominante
Technologie	Solutions globales adaptées	Déficit de données standardisées
Organisation	Stratégie nationale descentes	Innovation ascendante par les startups
Environnement	Partenariats public-privé (PPP) institutionnalisés	Réseaux informels dominants

V. Discussions

Les observations recueillies soulignent des enjeux transversaux, tout en mettant en lumière des particularités contextuelles déterminantes.

a. Enjeux partagés

- Déficit de compétences : Les deux pays sont confrontés à une rareté des talents spécialisés, aggravée par l'exode des compétences vers des marchés plus attractifs.
- Disparités territoriales : Les régions rurales accusent un retard important en matière d'accès aux technologies avancées.
- Réticences culturelles : Les craintes liées à la transformation numérique persistent, notamment dans les secteurs ancrés dans des pratiques traditionnelles.

b. Opportunités stratégiques

- Collaborations transnationales : Les complémentarités entre les modèles marocain (structuré) et tunisien (agile) pourraient servir de levier pour des projets conjoints.
- Solutions contextualisées : Les innovations tunisiennes, bien que limitées par des contraintes matérielles, témoignent d'une forte capacité d'adaptation aux besoins locaux.

c. Recommandations politiques

- Renforcement des capacités : Développer des filières de formation dédiées à l'IA et mettre en place des dispositifs de rétention des talents.
- Amélioration des infrastructures : Étendre la couverture numérique aux zones isolées et promouvoir l'interopérabilité des systèmes.
- Cadre réglementaire : Élaborer des normes claires en matière d'éthique algorithmique et de protection des données sensibles.

VI. Limites et perspectives

Comme toute étude à visée empirique, ce travail comporte certaines limites qui appellent à de nouveaux approfondissements. En premier lieu, la taille relativement modeste de l'échantillon – seize entretiens répartis de manière équilibrée entre la Tunisie et le Maroc – réduit la portée généralisable des conclusions à l'ensemble du Maghreb. Si l'approche qualitative utilisée offre une lecture nuancée des processus d'adoption de l'intelligence artificielle, elle ne permet pas d'explorer de façon exhaustive les dimensions quantitatives, notamment les liens mesurables entre la performance organisationnelle et le degré de maturité technologique.

Par ailleurs, l'analyse se concentre sur deux pays du Maghreb, excluant d'autres contextes nationaux tels que l'Algérie, la Mauritanie ou la Libye, dont l'étude pourrait révéler des modèles d'intégration technologique propres. L'extension de la recherche à ces territoires représenterait une opportunité pour mieux

cerner les déterminants institutionnels, économiques et socioculturels qui influencent l'appropriation de l'IA au niveau régional.

Enfin, des travaux futurs gagneraient à adopter une approche comparative longitudinale afin d'observer l'évolution des politiques et des pratiques d'adoption dans le temps. Une telle perspective permettrait d'évaluer plus finement les effets économiques, sociaux et éthiques de l'intelligence artificielle sur les organisations maghrébines. Ces prolongements contribueraient à enrichir la réflexion scientifique sur la transformation numérique dans les économies émergentes, tout en fournissant aux décideurs publics et privés des orientations stratégiques plus ancrées dans la réalité du terrain.

VII. Conclusion

L'étude révèle deux modèles complémentaires d'intégration des technologies cognitives dans la région. D'un côté, le Maroc déploie une stratégie structurante, pilotée par des initiatives gouvernementales et portée par des acteurs économiques majeurs, avec des investissements ciblés dans les infrastructures numériques et des partenariats internationaux stratégiques. De l'autre, la Tunisie cultive un écosystème entrepreneurial dynamique où les startups et les centres de recherche développent des solutions innovantes, souvent frugales, particulièrement adaptées aux réalités locales. Ces deux approches, bien que distinctes, présentent des synergies potentielles remarquables : le cadre institutionnel marocain pourrait offrir une plateforme de déploiement à grande échelle aux innovations tunisiennes, tandis que l'agilité des solutions développées en Tunisie pourrait inspirer des adaptations contextuelles pertinentes pour le marché marocain. Les défis communs - notamment en matière de formation des compétences, d'harmonisation réglementaire et de réduction des disparités territoriales - appellent à une collaboration approfondie, pouvant s'articuler autour de projets conjoints dans des secteurs prioritaires comme l'agritech, la santé numérique ou la gestion intelligente des ressources. Cette complémentarité des modèles pourrait positionner le Maghreb comme un laboratoire unique de développement de l'IA adaptée aux spécificités des économies émergentes, combinant vision stratégique et innovation de terrain.

Références

- [1] Wirtz, B. W., Weyerer, J. C., & Schichtel, F. T. (2019). An integrative public AI governance framework: The case of Germany. *Government Information Quarterly*, 36(2), 333–345. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.02.008>
- [2] Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- [3] Banque mondiale. (2021). *Rapport sur le développement dans le monde 2021*. World Bank.
- [4] Agence de Développement Digital. (2022). *Stratégie nationale Maroc digital 2030* [Rapport]. Royaume du Maroc.
- [5] Heeks, R. (2006). *Theories of ICT4D*. University of Manchester.
- [6] Bannister, F., & Connolly, R. (2011). The future of e-government. *Journal of Public Administration*, 34(2), 145–167.
- [7] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- [8] Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

- [9] Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.
- [10] Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- [11] Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- [12] Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185–203. <https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995>
- [13] Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & Williams, M. D. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- [14] El Abed, S., & Bellaaj, M. (2023). Digital entrepreneurship in Tunisia. *Journal of Innovation Economics*, 41(2), 45–67.
- [15] N’Gahane, P. (2022). Brain drain in North Africa: Causes, consequences, and policy responses. *African Development Review*, 34(1), 78–92. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12645>
- [16] Borges, M., Silva, P., & Ferreira, J. (2021). Infrastructure challenges for AI adoption in emerging markets. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120346. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120346>
- [17] Agarwal, R., Goyal, P., & Sharma, A. (2021). The global AI talent shortage: Challenges and solutions. *Journal of Technology Management*, 45(3), 112–125.
- [18] Makarius, E. E., Mukherjee, D., & Fox, J. D. (2020). Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, 120, 262–273. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.045>
- [19] Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- [20] Avgerou, C. (2008). Information systems in developing countries. *The Information Society*, 24(1), 15–24. <https://doi.org/10.1080/01972240701770829>