



L'IA en santé dans les pays à revenu faible et intermédiaire : Approche synthétique pour l'innovation inclusive

Kaoutar DERIOUCH¹, Zakaria CHTOUKI²

¹ Docteure en économie, FSJES Souissi, Université Mohamed V - Rabat

² Docteur en économie, FSJES Souissi, Université Mohamed V - Rabat

Résumé: Au cœur de l'innovation médicale, les avancées de l'intelligence artificielle (IA) dans le secteur des soins de santé suscitent l'émerveillement. Dans cet article, nous plongeons au cœur des bénéfices et défis que l'IA présente dans les pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI). Découvrez comment l'IA peut réduire les coûts, améliorer l'accès aux soins et prédire les maladies, tout en nous sensibilisant aux précautions nécessaires pour surmonter les biais algorithmiques et protéger les populations vulnérables. En guise de résultat, nous désignons cinq piliers pour une mise en œuvre de l'IA basée sur des principes, en harmonie avec les objectifs de développement durable (ODD), pour des solutions de soins de santé équitables et durables.

Mots-clés: Intelligence Artificielle (IA), Inégalités de santé, Ethique, Pays à Revenu Faible et Intermédiaire (PRFI), Innovation responsable, Objectifs de Développement Durable (ODD).

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.8264143>

Published in: Volume 2 Issue 4



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. Introduction

Ces derniers temps, des progrès considérables ont été réalisés dans le domaine des soins de santé à l'échelle mondiale. Cependant, la persistance de profondes inégalités en matière de santé, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI), demeure un véritable challenge. L'urgence de s'attaquer à ces disparités sanitaires souligne les profonds défis auxquels sont confrontés les systèmes de santé dans les PRFI, où l'accès à des soins de qualité est souvent limité et où les pénuries d'infrastructures et de personnel de santé exacerbent le fardeau des maladies, entraînant des taux de morbidité plus élevés que dans les pays développés (Deaton, 2003 ; Pickett & Wilkinson, 2015). Par conséquent, la lutte contre ces disparités en matière de santé est devenue un objectif primordial pour les décideurs politiques, les chercheurs et les défenseurs de la santé publique dans le monde entier.

En réponse à ces défis, le potentiel de transformation de l'intelligence artificielle (IA) pour remédier à ces inégalités et améliorer les services de santé revêt une importance significative (Alami & al., 2020). L'avènement de l'IA offre une opportunité de révolutionner la prestation des soins de santé et d'améliorer les inégalités en matière de santé dans les PRFI. Dans le contexte des soins de santé, l'IA implique l'application d'algorithmes avancés et de techniques d'apprentissage automatique pour analyser de vastes données sur la santé, faire des prédictions précises et fournir des informations précieuses pour soutenir la prise de décision clinique (Bohr & Memarzadeh, 2020). Son potentiel réside dans sa capacité à optimiser l'allocation des ressources, à améliorer la précision des diagnostics et à permettre des interventions opportunes. En exploitant les applications alimentées par l'IA, les PRFI peuvent surmonter les obstacles à l'accès aux soins de santé, en particulier dans les régions éloignées et mal desservies. En outre, l'IA peut contribuer à des solutions de santé rentables, permettant aux pays d'utiliser efficacement des ressources limitées tout en fournissant des soins personnalisés et efficaces.

Ce papier vise à explorer les avantages potentiels, les risques et les défis associés à la mise en œuvre de l'IA dans les systèmes de soins de santé des PRFI. L'accent est mis sur le développement d'une analyse pour guider les décideurs politiques, les chercheurs et les parties prenantes vers la promotion d'une innovation responsable et inclusive en matière de soins de santé basés sur l'IA dans ces pays. L'objectif est de présenter une approche adaptée au contexte, équitable et alignée sur les objectifs de développement durable des Nations unies, contribuant ainsi à un avenir où l'IA sert de catalyseur pour un changement positif, réduisant les inégalités en matière de santé dans le monde et faisant progresser l'accès aux soins de santé et les résultats pour tous. Tout au long de cet article, nous nous pencherons sur les différentes facettes de l'IA dans les PRFI, en examinant son potentiel de transformation de la prestation des soins de santé et les mesures requises pour garantir sa mise en œuvre responsable et durable. Cependant, ce travail vise à apporter une contribution significative au domaine des soins de santé pilotés par l'IA et à son impact potentiel sur l'équité en matière de santé à l'échelle mondiale.

2. Intelligence artificielle dans le domaine de la santé

2.1 Histoire de l'intelligence artificielle et son implication en médecine

Durant les six dernières décennies, l'IA a connu une évolution significative dans le domaine médical, apportant des avancées majeures dans les pratiques de santé (Kaul & al., 2020). Dès 1950, Alan Turing développa le "Test de Turing", instaurant les bases pour examiner la capacité d'une machine à manifester une intelligence similaire à celle d'un être humain. Au cours des années 1950, l'émergence de l'apprentissage automatique permit aux ordinateurs d'apprendre à partir de données sans une programmation explicite, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour son application en médecine. En 1956, John McCarthy créa le terme "Intelligence Artificielle" lors de la conférence de Dartmouth, marquant la naissance du domaine.

L'IA commença à s'introduire dans le secteur industriel en 1961 avec le premier robot industriel, Unimate, rejoignant la chaîne de montage chez General Motors, et les chatbots tels que le programme « ELIZA », développés en 1964 par Joseph Weizenbaum, marquèrent les premiers pas vers le traitement du langage naturel en IA. En 1966, Shakey, un robot développé par le

Stanford Research Institute, devint l'un des premiers robots mobiles capables de raisonnement et de prise de décision, le surnommant le "Premier être électronique".

Au début des années 1970, Saul Amarel fonda une ressource de recherche en informatique biomédicale à l'université Rutgers, suscitant un intérêt croissant pour l'application de l'IA dans la recherche médicale. Le développement de MYCIN, un système expert pour le diagnostic des maladies infectieuses en 1972, fut un tournant majeur dans l'utilisation de l'IA pour prendre des décisions médicales complexes. SUMEX-AIM, le premier système d'information clinique informatisé, fut créé en 1973 pour soutenir la recherche médicale et l'analyse des données.

La fin des années 1970 et le début des années 1980 marquèrent une période de ralentissement dans la recherche en IA, connue sous le nom de "Premier hiver de l'IA". Toutefois, à partir de l'année 2000, l'émergence de l'apprentissage profond révolutionna l'IA en médecine, permettant des avancées significatives dans l'imagerie médicale et l'analyse des données.

L'IA a continué de se développer et de jouer un rôle crucial en médecine. Pendant la pandémie de la COVID-19 en 2020, elle a été d'une aide précieuse en aidant aux diagnostics, à la découverte de médicaments et à la prédiction de la propagation de la maladie. En 2021, elle est devenue un outil clé dans la découverte de médicaments, l'analyse d'images médicales et la médecine de précision, ouvrant la voie à de nouvelles perspectives pour améliorer les soins de santé. Ces dates clés illustrent la croissance de l'IA en médecine et témoignent de son impact significatif sur les pratiques cliniques, la recherche médicale et les soins aux patients. Les développements continus dans le domaine de l'IA promettent de façonner l'avenir des soins de santé en offrant des solutions innovantes pour répondre aux défis médicaux actuels et futurs.

Table 1. Evolution de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine médical

Date	Évènement	Description
1950	Alan Turing développe le "Test de Turing"	Une méthode pour déterminer si une machine fait preuve d'une intelligence similaire à celle d'un être humain.
1952	Apprentissage automatique	Des techniques émergentes qui permettent aux ordinateurs d'apprendre à partir de données et d'améliorer leurs performances sans programmation explicite.
1956	Création du terme "Intelligence Artificielle"	John McCarthy a formulé le terme "intelligence artificielle" lors de la conférence de Dartmouth, marquant ainsi la naissance de ce domaine.
1961	Unimate - Premier robot industriel	Le premier robot industriel, Unimate, rejoint la chaîne de montage chez General Motors, démontrant les débuts de l'automatisation dans les industries.
1964	Premier chatbot : Eliza	ELIZA, le premier chatbot, a été créé par Joseph Weizenbaum, simulant une conversation avec un être humain et démontrant le premier traitement du langage naturel dans l'IA.
1966	Shakey - Premier "Être électronique"	Shakey, développé par le Stanford Research Institute, devient l'un des premiers robots mobiles capables de raisonner et de prendre des décisions, lui valant le surnom de "Premier être électronique".
1971	Ressource de recherche sur l'informatique biomédicale	Saul Amarel a fondé une ressource de recherche en informatique biomédicale à l'université Rutgers, contribuant ainsi à l'intérêt croissant pour l'application des ordinateurs à la recherche médicale.
1972	Développement de MYCIN	MYCIN, un système expert précoce pour le diagnostic des maladies infectieuses, est en cours de développement, démontrant le potentiel de l'IA dans la prise de décision médicale.
1973	Création de SUMEX-AIM	SUMEX-AIM, le premier système d'information clinique informatisé, a été créé pour soutenir la recherche médicale et l'analyse des données.

1970 - 1980 : Premier hiver de l'IA		
1975	Premier atelier AI en médecine et santé	Le premier atelier parrainé par l'institution nationale de la santé (NIH) est organisé pour promouvoir l'intégration de l'IA dans les applications médicales et de la santé.
1976	Mise en place de CASNET	CASNET, une avancée pionnière en systèmes experts médicaux, se révèle lors de la prestigieuse réunion de l'Académie d'Ophtalmologie, propulsant ainsi les applications de l'IA dans le domaine des soins de santé.
1980	Développement d'EMYCIN	EMYCIN, un système expert basé sur des règles pour le diagnostic et le traitement des infections bactériennes, met en évidence le potentiel de l'IA dans la prise de décision médicale.
1986	Sortie de DXPLAIN	DXPLAIN, un système d'aide à la décision, aide les médecins à diagnostiquer des cas médicaux complexes, devenant ainsi l'un des premiers exemples de l'IA dans les environnements cliniques.
1980 - début des années 2000 : Deuxième hiver de l'IA		
2000	Émergence de l'apprentissage profond	L'apprentissage profond, une sous-discipline de l'apprentissage automatique utilisant des réseaux neuronaux, prend de l'importance et révolutionne diverses applications de l'IA, dont la médecine.
2007	Développement de la technologie DeepQA d'IBM	IBM commence le développement de la technologie DeepQA, qui devient finalement Watson, un système de l'IA capable de répondre à des questions posées en langage naturel.
2010	CAD appliqué à l'endoscopie	Le diagnostic assisté par ordinateur (CAD) est appliqué à l'endoscopie, aidant les professionnels de la santé à détecter et diagnostiquer des affections gastro-intestinales.
2011	Intégration de SIRI dans les iPhones	L'assistant virtuel d'Apple, SIRI, est intégré dans les iPhones, introduisant les assistants vocaux basés sur l'IA sur le marché grand public.
2014	Sortie de l'assistant virtuel d'Amazon, Alexa	L'assistant virtuel d'Amazon, Alexa, est lancé, ouvrant la voie aux applications de l'IA commandées par la voix dans divers secteurs, y compris le domaine de la santé.
2015	Développement de Pharmabot	Pharmabot, un chatbot alimenté par l'IA, est créé pour aider à répondre aux questions et fournir des informations sur les médicaments.
2017	Première application DL basée sur le cloud approuvée par la FDA	Arterys présente la première application d'apprentissage profond basée sur le cloud approuvée par la Food and Drug Administration (FDA) dans le domaine de la santé, permettant une analyse avancée d'images médicales.
2017	Développement du chatbot Mandy	Le chatbot Mandy est développé pour automatiser l'accueil des patients, simplifiant les processus administratifs.
2018	Essais de l'IA en gastroentérologie	L'IA est utilisée dans des essais cliniques liés à la gastroentérologie pour améliorer la recherche et les soins aux patients.
2020	Usage de l'IA durant la pandémie COVID-19	L'IA a joué un rôle crucial pendant la pandémie de la COVID-19, en aidant aux diagnostics, à la découverte de médicaments et à la prédiction de la propagation de la maladie.
2021	Applications de l'IA dans le développement de vaccins	L'IA est utilisée pour accélérer les processus de développement de vaccins, contribuant à la création et à la distribution de vaccins pendant la pandémie.
2021	Analyse d'images médicales basée sur l'IA	Les technologies de l'IA continuent de progresser dans l'imagerie médicale, aidant au diagnostic précis de diverses maladies à partir d'images radiologiques.
2021	Découverte de médicaments pilotée par l'IA	L'IA est de plus en plus utilisée dans la découverte et la conception de médicaments, accélérant l'identification de composés thérapeutiques potentiels.
2021	Médecine de précision basée sur l'IA	L'IA est appliquée aux plans de traitement personnalisés, en tenant compte des caractéristiques individuelles des patients et des données génétiques pour des stratégies de soins de santé plus efficaces.

Source : Auteur (basée sur Kaul & al., 2020)

2.2 Potentiel de transformation de l'intelligence artificielle en médecine

L'intelligence artificielle (IA) est un outil prometteur en médecine, mais sa mise en œuvre soulève des questions. En examinant les défis éthiques, juridiques et réglementaires à l'implication de l'IA dans le domaine médicale, Miller et Brown (2018) affirment que l'IA offre des avantages potentiels tels que l'amélioration de la précision des diagnostics et la personnalisation des traitements. Toutefois, elle soulève des inquiétudes concernant la vie privée des patients, la responsabilité et la possibilité de remplacer les médecins humains. A contrario, Kirch et Petelle (2017) témoignent que ce remplacement peut apporter une solution à la pénurie de médecins et à l'impact des changements démographiques sur les soins de santé. Ils affirment que le fait d'ignorer l'évolution démographique de la main-d'œuvre médicale pourrait renforcer cette pénurie et réduire l'accès aux soins, mettant en évidence la nécessité de solutions innovantes, y compris la télémédecine alimentée par l'IA (Combi & al., 2016), pour combler le fossé et réduire les inégalités en matière de santé publique.

Dans le domaine de la découverte de médicaments, l'IA a montré un potentiel énorme. Bresnick (2017) rapporte que le marché de l'IA dans les soins de santé devrait connaître une croissance significative, ce qui témoigne de l'intérêt et des investissements croissants dans ce domaine. Lee (2019) se penche sur la concurrence entre la Chine et la Silicon Valley dans le développement et l'application des technologies de l'IA dans les soins de santé. Alors que des initiatives comme IBM Watson Analytics (Hoyt & al., 2016) ont visé à automatiser la visualisation, les statistiques descriptives et prédictives dans les soins de santé, des exemples du monde réel présentés par Marr (2018) et Kalis et al. (2018) démontrent la puissance de l'IA dans les soins de santé, y compris la médecine de précision (Love-Koh & al., 2018). En outre, l'IA a révolutionné la découverte de médicaments, où elle aide à l'identification des cibles, à la prédiction des propriétés moléculaires et à la génération de molécules de novo (Coley & al., 2017 ; Ekins & al., 2019 ; Zhang & al., 2017 ; Lavecchia, 2019 ; Zhang & al., 2018).

L'IA a non seulement eu un impact significatif sur la découverte de médicaments, mais elle a également des applications prometteuses en chirurgie. Hashimoto et al. (2018) et Petscharnig et Schöffmann (2018) soulignent le potentiel de l'IA pour améliorer les procédures chirurgicales grâce à une meilleure prise de décision et à la classification des plans vidéo laparoscopiques. En outre, l'IA a révolutionné l'imagerie médicale, amélioré l'analyse IRM (Lundervold & Lundervold, 2019), l'enseignement médical (Chien, Chen & Jeng, 2010 ; Frensdø & al., 2020) et la rééducation (Lee & al., 2020).

La puissance de l'IA s'étend aux interventions psychologiques, comme le montre l'étude de Baños et al. (2013), où la réalité virtuelle et l'IA ont été utilisées pour améliorer le bien-être psychologique de patients atteints d'un cancer avancé. Pour surveiller les conditions de santé, des dispositifs portables équipés de cette nouvelle technologie ont été mis au point (Dias & Cunha, 2018), et la gamification de la santé et du bien-être au moyen d'applications alimentées par l'IA a montré sa force (Johnson et al., 2016).

En informatique médicale, l'IA a trouvé une large utilisation dans le traitement du langage naturel (Rangasamy, Nadenichek, & Rayasam, 2018), la modélisation prédictive à partir des dossiers de santé électroniques (Pham & al., 2017), la surveillance à distance des patients

(Rojahn & al., 2016), et l'amélioration des dossiers de santé électroniques (Davenport & al., 2018). Les progrès et les défis de l'IA en médecine ont été résumés par Wang, Casalino et Khullar (2019), qui discutent de la promesse des modèles de mémoire dynamique profonde comme DeepCare (Pham & al., 2016) en médecine prédictive. En outre, le rôle de l'IA s'étend aux applications robotiques dans les soins de santé, telles que la chirurgie assistée par robot (Konstantinova & al., 2014 ; Naidu, Naish, & Patel, 2017 ; Madani & Mojra, 2017 ; Simha, 2017), le diagnostic des tumeurs du sein (Hashimoto & al., 2018) et l'optimisation des boissons rituelles védiques (Simha, 2017 ; David, 2017).

Avec le vieillissement de la population mondiale (Roberts & al., 2018), les technologies d'assistance reliées à une IA sont cruciales pour améliorer les soins de santé des personnes âgées. Anderson et Wiener (2015) étudient l'impact des technologies d'assistance sur les soins à domicile, tandis que Barnay et Juin (2016) étudient l'impact des soins à domicile sur la santé mentale des personnes âgées, ainsi qu'une assistance à la vie ambiante pour les personnes âgées atteintes de démence (Demir & al., 2017). L'étude de Nef et al. (2015) affirme que les activités d'assistance pilotées par l'IA dans les maisons intelligentes permettent de renforcer la qualité de vie des personnes âgées en maintenant plus d'autonomie. En outre, des robots humanoïdes dotés de l'IA ont été développés pour aider les personnes âgées et les personnes atteintes de démence (Onofrio & al., 2019 ; Koumakis et al., 2019 ; Vitanza et al., 2019). Ces robots peuvent recueillir des données sur la santé et contribuer à améliorer les soins prodigués aux personnes âgées (Garcia-Alonso & Fonseca, 2018 ; Joseph & al., 2018).

3. Avantages et limites de l'inclusion de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine santé au niveau des pays à revenus faibles et intermédiaires (PRFI)

3.1 Avantages potentiels de l'application de l'IA en pratique médicale dans les PRFI

L'intelligence artificielle (IA) s'est imposée comme une force de transformation dans le domaine des soins de santé, promettant de révolutionner les systèmes de soins de santé dans le monde entier. En particulier, ses avantages potentiels dans les pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI) ont suscité une grande attention, car elle offre une occasion unique de relever les défis de longue date auxquels ces nations sont confrontées en matière de soins de santé. Cette section examine la multitude de privilèges que présentent les applications de santé basées sur l'IA dans les PRFI, en mettant en lumière la manière dont cette technologie de pointe peut conduire à des améliorations remarquables de l'accès aux soins de santé, de leur fourniture et de leurs résultats. En exploitant la puissance de l'IA, les PRFI ont la possibilité de surmonter les contraintes de ressources, de combler les fossés géographiques, d'améliorer la communication en matière de soins de santé, de faciliter la détection précoce des maladies et d'améliorer la santé maternelle et infantile.

- **Réduction des coûts et sélection des plans de traitement** : L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans les soins de santé annonce une ère de transformation, présentant des opportunités significatives de réduction des coûts et de sélection optimisée des plans de traitement dans les PRFI (Huynh & al., 2020 ; Manne & al., 2021). Grâce à l'utilisation d'algorithmes sophistiqués et à des analyses de données approfondies, l'IA propose des recommandations fondées sur des données probantes, conduisant à des modalités de traitement rentables et personnalisées, adaptées aux besoins

uniques de chaque patient (Khan & al., 2021). Cette approche pionnière de la prestation de soins de santé améliore non seulement la qualité des soins aux patients, mais rationalise également les processus de soins de santé, optimisant ainsi l'utilisation des ressources et réduisant les charges financières qui pèsent sur les systèmes de soins de santé déjà limités en ressources dans les PRFI.

- **Améliorer l'accès aux soins dans les zones reculées :** L'un des défis majeurs auxquels sont confrontés les PRFI est la disparité de l'accès aux soins de santé, en particulier dans les régions éloignées et mal desservies. Cependant, les applications de santé basées sur l'IA, et plus particulièrement les technologies de santé mobile (mHealth), sont extrêmement prometteuses pour surmonter les barrières géographiques et améliorer l'accès aux soins (McCool & al., 2022). Grâce à des solutions innovantes telles que la télémédecine et les consultations à distance, l'éducation à la santé et les services de suivi, les initiatives de mHealth alimentées par l'IA permettent aux prestataires de soins de santé d'atteindre les populations vulnérables dans les zones difficiles d'accès. Cette approche transformationnelle permet non seulement de combler le fossé entre les prestataires de soins de santé et les patients, mais aussi de favoriser un accès équitable à des services de santé de qualité, même dans les régions les plus isolées des pays à faible revenu.
- **Améliorer la communication et l'accessibilité aux services relatives aux pathologies de nature stigmatisante :** La stigmatisation sociétale attachée à certains états de santé, tels que les troubles mentaux et certaines maladies infectieuses, constitue souvent un obstacle important à la recherche de soins de santé opportuns et appropriés. Cependant, les plateformes alimentées par l'IA offrent une nouvelle voie pour améliorer la communication et l'accès aux services de santé pour ces pathologies de nature stigmatisante (López & al., 2022). En garantissant l'anonymat et la confidentialité, les canaux de santé virtuels alimentés par l'IA permettent aux patients de demander de l'aide sans craindre la discrimination sociale. Cette approche permet aux individus d'accéder discrètement à des services de santé capitaux, ce qui favorise de meilleurs résultats en matière de santé mentale et un meilleur contrôle des maladies infectieuses dans les PRFI.
- **Prédiction des maladies et interventions :** Les capacités prédictives de l'IA offrent un potentiel énorme pour prévoir les schémas de maladies et de reconnaissance des individus à haut risque, ouvrant ainsi de nouvelles frontières pour des interventions ciblées dans les PRFI. En exploitant les modèles de prédiction des risques basés sur l'IA, les systèmes de santé peuvent identifier de manière proactive les personnes présentant un risque accru de développer des problèmes de santé spécifiques, tels que les problèmes de santé maternelle et infantile, et mettre en œuvre des interventions opportunes pour prévenir les effets néfastes sur la santé (Khan & al., 2022 ; Oke, 2022). Cette approche prédictive est particulièrement décisive dans le domaine de la santé maternelle et infantile, où une intervention précoce peut avoir un impact significatif sur les trajectoires de santé à long terme, en favorisant l'amélioration des résultats de santé pour les mères et les enfants dans les PRFI.
- **Répondre aux problèmes de santé maternelle et infantile :** La précision diagnostique et les capacités de détection précoce de l'IA sont extrêmement prometteuses pour résoudre les problèmes de santé maternelle et infantile dans les PRFI. En cardiologie pédiatrique, les algorithmes de l'IA font preuve d'une efficacité louable dans le diagnostic des pathologies cardiaques, permettant une intervention précoce et une amélioration significative des résultats sanitaires à long terme (Sethi & al., 2022). En outre, les applications alimentées par l'IA pour le dépistage de la rétinopathie du prématuré ont fait preuve d'un succès remarquable dans la détection précoce, permettant des interventions opportunes et prévenant une déficience visuelle irréversible chez les nourrissons vulnérables (Campbell & al., 2021). Grâce à ces applications révolutionnaires, les PRFI ont la possibilité de renforcer les soins

de santé maternelle et infantile, d'améliorer le bien-être général et de réduire potentiellement les disparités en matière de santé dans ces populations vulnérables.

Cette exploration des avantages potentiels de l'IA sert de fondements contextuels pour mieux comprendre le rôle de l'innovation responsable et inclusive dans la promotion de solutions de soins de santé durables et équitables pour les PRFI. Au fur et à mesure que nous approfondissons les avantages multiples que l'IA apporte aux soins de santé dans les PRFI, il devient évident que l'adoption de cette frontière technologique est indispensable à la création d'un avenir meilleur et plus sain pour tous. Alors que l'IA continue d'évoluer et de démontrer son potentiel de transformation dans les soins de santé, il est essentiel de comprendre et d'exploiter ses avantages dans les PRFI pour faire progresser les innovations éthiques et durables en matière de soins de santé. En tirant parti des avantages potentiels des applications de santé basées sur l'IA tout en abordant les risques et les défis associés, les PRFI peuvent tracer la voie vers des systèmes de soins de santé plus inclusifs et équitables, en s'alignant sur l'objectif mondial d'atteindre une couverture sanitaire universelle.

3.2 Risques et défis de l'application de l'IA en pratique médicale dans les PRFI

L'intelligence artificielle (IA) offre d'immenses possibilités de transformer les soins de santé dans les pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI). Toutefois, son intégration dans ces systèmes de soins de santé s'accompagne de son propre lot de mises en garde et de complexités. Pour exploiter pleinement le potentiel de l'IA de manière responsable, il en demeure essentiel de reconnaître les risques et les défis liés à sa mise en œuvre dans les contextes des PRFI.

- **Absence d'évaluations sensibles aux spécificités des PRFI :** Le manque d'évaluations locales solides constitue un défi important pour la mise en œuvre des technologies de l'IA dans les PRFI. De nombreux algorithmes de l'IA sont développés et testés à l'aide de données provenant de pays à revenu élevé, qui peuvent ne pas refléter la situation spécifique des soins de santé et les diverses populations de patients dans les PRFI. Par conséquent, la transposition d'algorithmes de l'IA sans évaluation locale adéquate peut entraîner des biais et des inexactitudes dans les processus de prise de décision, ce qui peut compromettre les soins aux patients (Ciecierski-Holmes & al., 2022).
- **Biais dans les algorithmes de l'IA formés à partir de données provenant de pays à hauts revenus :** Une autre préoccupation est la perpétuation potentielle des biais présents dans les algorithmes de l'IA basés sur des données des pays à revenu élevé. Ces biais peuvent entraîner des disparités dans la prestation des soins de santé dans les PRFI, affectant les populations vulnérables de manière disproportionnée. Il est impératif de traiter et d'atténuer les biais algorithmiques pour garantir que les technologies de l'IA favorisent des résultats sanitaires équitables et inclusifs (Rajkomar & al., 2018).
- **Modèles de gouvernance et préoccupations en matière de gestion des données :** La mise en œuvre éthique de l'IA nécessite des modèles de gouvernance efficaces et des systèmes de gestion des données robustes. La protection de la confidentialité des données des patients, la sécurité des données et le respect des principes éthiques dans l'utilisation des données sont des considérations primordiales. Les PRFI ont besoin de réglementations et de lignes directrices appropriées pour guider l'adoption de l'IA tout en garantissant la transparence et la responsabilité dans le traitement des données de santé sensibles (Alami & al., 2020).
- **Fragmentation des systèmes de santé due aux interventions verticales de l'IA :** La mise en œuvre isolée d'interventions de l'IA peut potentiellement fragmenter les systèmes de soins de santé dans

les PRFI. Les solutions d'une IA de type verticale, si elles ne sont pas correctement intégrées aux infrastructures de soins de santé existantes, peuvent conduire à des services désordonnés et entraver la prise en charge globale des patients. Une approche intégrée qui harmonise les technologies de l'IA avec l'écosystème plus large des soins de santé est essentielle pour promouvoir la cohérence et la synergie (Ciecierski-Holmes & al., 2022).

▪ **Conséquences négatives pour les populations vulnérables :** La mise en œuvre de l'IA dans les PRFI peut involontairement entraîner des conséquences négatives pour les populations vulnérables. La désinformation, la déresponsabilisation ou l'exclusion des interventions de santé basées sur l'IA sont des risques qui doivent être examinés avec soin. Il est essentiel d'adapter les technologies de l'IA aux besoins spécifiques et aux défis auxquels sont confrontés les groupes marginalisés afin de garantir que ces technologies servent d'outils inclusifs pour l'amélioration des services sanitaires (Alami et al., 2020). La prise en compte de ces risques sera essentielle pour libérer son plein potentiel dans les PRFI et permettre aux systèmes de santé de fournir des services plus efficaces, efficaces et équitables à leurs populations. Alors que les PRFI continuent d'explorer les applications sanitaires basées sur l'IA, une approche guidée par l'éthique et adaptée au contexte sera essentielle pour permettre cette généralisation globalisée.

4. Éléments constitutifs d'une mise en œuvre responsable et inclusive de l'IA

Afin de mettre au point une IA équitable et durable dans les PRFI, cet article identifie cinq éléments fondamentaux qui sont essentiels à l'intégration responsable de l'IA dans les systèmes de soins de santé. Ces éléments servent de principes directeurs pour garantir que les technologies de l'IA sont exploitées au profit de tous, en particulier dans les contextes où les ressources en matière de soins de santé peuvent être limitées ou inégalement réparties.

⇒ **Formation et maintien de l'expertise locale, spécifique et ciblée :** La pierre angulaire d'une mise en œuvre responsable de l'IA réside dans le développement et le maintien de l'expertise locale en matière de développement et d'application des technologies de l'IA. Les PRFI doivent investir dans des initiatives de renforcement des capacités afin de cultiver un vivier de professionnels de l'IA qualifiés à l'intérieur de leurs frontières. En responsabilisant les experts locaux et en favorisant l'échange de connaissances, ces pays peuvent conserver leur autonomie et leur résilience dans le déploiement de solutions basées sur l'IA adaptées à leurs défis et contextes uniques en matière de soins de santé. En outre, l'expertise locale garantit que les technologies de l'IA sont adaptées de manière appropriée pour répondre aux besoins des diverses populations de patients et des systèmes de santé.

⇒ **Système de suivi solide :** La transparence, la responsabilité et l'amélioration continue sont essentielles à la mise en œuvre de l'IA. Un système de suivi solide est indispensable pour évaluer avec précision l'impact des interventions de cette intelligence artificielle. Les PRFI doivent mettre au point des mécanismes de suivi et d'évaluation adaptés à leurs indicateurs de santé spécifiques et à leur contexte. Ces systèmes permettent d'évaluer l'efficacité de l'IA à relever les défis en matière de soins de santé et facilitent la prise de décision fondée sur des données afin d'optimiser les interventions de l'IA au fil du temps (López & al., 2022).

⇒ **Approche systémique de la mise en œuvre :** La nature complexe et interconnectée des écosystèmes de soins de santé des PRFI nécessite une approche systémique de la mise en œuvre de l'IA. Il est essentiel de comprendre les interdépendances complexes au sein des systèmes de soins de santé pour intégrer les solutions de l'IA de manière cohérente dans l'infrastructure et les flux de travail existants. En adoptant une vision holistique, les technologies de l'IA peuvent être déployées de manière stratégique pour compléter et améliorer les services de soins de santé existants, en promouvant une

prestation de soins de santé synergique et en maximisant l'impact global des interventions de l'IA (Ciecierski-Holmes & al., 2022).

⇒ **Leadership local responsable incluant toutes les parties prenantes :** Les modèles de gouvernance inclusifs et éthiques constituent le fondement d'une mise en œuvre responsable de l'IA. Pour garantir que les technologies de l'IA donnent la priorité au bien-être de toutes les parties prenantes, les PRFI doivent encourager la participation active de divers groupes. Les décideurs politiques, les prestataires de soins de santé, les communautés locales et les développeurs de l'IA devraient collaborer pour orienter ses innovations de sorte qu'elles correspondent aux besoins et aux valeurs de la population en matière de soins de santé. Les processus décisionnels inclusifs améliorent la pertinence et l'efficacité des interventions de l'IA tout en protégeant contre les préjugés potentiels ou les conséquences involontaires (Alami & al., 2020).

⇒ **Alignement sur les objectifs de développement durable :** L'harmonisation du développement de l'IA avec les objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies est un principe directeur essentiel. En alignant les applications de l'IA sur des ODD spécifiques, les PRFI peuvent contribuer à l'agenda mondial plus large visant à trouver des solutions durables et inclusives en matière de soins de santé. Les technologies de l'IA peuvent jouer un rôle essentiel dans la promotion de la couverture sanitaire universelle, la réduction des disparités en matière de santé et l'amélioration de la résilience des systèmes de santé, accélérant ainsi les progrès vers la réalisation des ODD (López & al., 2022).

En accordant une attention particulière aux spécificités locaux des PRFI, à la collaboration et à l'alignement sur les objectifs mondiaux, l'IA a le potentiel de révolutionner les soins de santé dans ces pays, ce qui se traduira forcément par de meilleurs résultats en matière de développement de la santé et un bien-être accru pour tous les strates de la société.

5. Conclusion

La recherche d'une intégration éthique et durable de l'IA dans les systèmes de soins de santé des PRFI est un effort essentiel pour parvenir à l'égalité des soins de santé (Ciecierski-Holmes & al., 2022). L'IA recèle un potentiel de transformation, capable d'atténuer les disparités en matière de santé, d'améliorer l'accessibilité aux soins et d'optimiser les résultats en matière de santé. Toutefois, sa mise en œuvre responsable nécessite un examen rigoureux des risques et des défis. Ce papier aborde ces complexités et fournit une base solide pour l'innovation inclusive dans ce domaine.

Favoriser l'expertise locale en matière de développement et d'application des technologies de l'IA par des initiatives de renforcement des capacités et des investissements est essentiel pour maintenir l'autonomie et la résilience dans le déploiement de solutions basées sur l'IA dans les PRFI (Ciecierski-Holmes & al., 2022). La mise en œuvre de systèmes de suivi robustes adaptés aux contextes des PRFI garantit la transparence, la responsabilité et l'amélioration continue. Ceci demeure essentielle pour évaluer avec précision l'impact des interventions de cette IA (López & al., 2022).

Par le biais de notre analyse, nous considérons qu'une approche fondée sur les systèmes reconnaît les nuances contextuelles des PRFI et encourage l'intégration des solutions de l'IA de manière cohérente avec les systèmes de soins de santé existants, ce qui permet de fournir des soins de santé en synergie (Ciecierski-Holmes & al., 2022). Les modèles de gouvernance

inclusifs, qui favorisent la participation active des décideurs politiques, des prestataires de soins de santé, des communautés et des développeurs de l'IA, mettent en place les bases d'une institutionnalisation responsable de l'IA (Alami & al., 2020).

D'autant plus, l'alignement du développement de l'IA sur les objectifs de développement durable renforce le potentiel de mise en œuvre de solutions de soins de santé durables et inclusives dans les PRFI (López & al., 2022). Cet alignement garantit que les interventions en matière de l'IA contribuent efficacement à l'agenda mondial du développement durable.

En somme, l'adoption d'un engagement inébranlable en faveur de pratiques éthiques et durables est primordiale au fur et à mesure de l'évolution de l'IA médicale (Kaul & al., 2020). La mise en œuvre responsable et inclusive de l'IA promet un avenir où les solutions de soins de santé fondées sur l'IA deviendront une lueur d'espoir et de progrès, entraînant des changements positifs pour tous les individus, indépendamment de leur situation géographique ou de leur statut socio-économique.

Bibliographie

- [1] Alami, H., Rivard, L., Lehoux, P., Hoffman, S. J., Cadeddu, S. B. M., Savoldelli, M., ... & Fortin, J. P. (2020). Artificial intelligence in health care: laying the Foundation for Responsible, sustainable, and inclusive innovation in low-and middle-income countries. *Globalization and Health*, 16, 1-6.
- [2] Anderson, W. L., & Wiener, J. M. (2015). The impact of assistive technologies on formal and informal home care. *The Gerontologist*, 55(3), 422-433.
- [3] Baños, R. M., et al. (2013). A positive psychological intervention using virtual reality for patients with advanced cancer in a hospital setting: a pilot study to assess feasibility. *Supportive Care in Cancer*, 21, 263-270.
- [4] Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In *Artificial Intelligence in healthcare* (pp. 25-60). Academic Press.
- [5] Bresnick, J. (2017). Artificial intelligence in healthcare market to see 40% CAGR surge.
- [6] Chtouki, Z., & Deriouch, K. (2020). Intelligence économique au regard de l'éthique: Synthèse de débats théorique. *ملفات الأبحاث في الاقتصاد والتسيير*, 9(1), 193-207.
- [7] Campbell, J. P., Singh, P., Redd, T. K., Brown, J. M., Shah, P. K., Subramanian, P., ... & Kalpathy-Cramer, J. (2021). Applications of artificial intelligence for retinopathy of prematurity screening. *Pediatrics*, 147(3).
- [8] Chtouki, Z., & Raouf, R. (2021). The impact of political stability on economic performance in Africa: Evidence from 40 African countries. *International Journal of Economics and Management Research*, 1(4), 35-58.
- [9] Chtouki, Z., & Raouf, R. (2023). Evaluation of the Socioeconomic Impact of Income Inequality in Morocco Using a CGE Model. *Statistika: Statistics & Economy Journal*, 103(1).
- [10] Ciecierski-Holmes, T., Singh, R., Axt, M., Brenner, S., & Barteit, S. (2022). Artificial intelligence for strengthening healthcare systems in low-and middle-income countries: a systematic scoping review. *npj Digital Medicine*, 5(1), 162.
- [11] D'Onofrio, G., et al. (2019). MARIO Project: validation and evidence of service robots for older people with dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 68(4), 1587-1601.
- [12] Deaton, A. (2003). Health, inequality, and economic development. *Journal of economic literature*, 41(1), 113-158.
- [13] Deriouch, K. (2020). Human capital and economic growth: The case of ECOWAS countries. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 30(1), 274-280.

- [14] Demir, E., et al. (2017). Smart home assistant for ambient assisted living of elderly people with dementia. *Procedia Computer Science*, 113, 609-614.
- [15] Dias, D., & Cunha, J. P. S. (2018). Wearable health devices—vital sign monitoring, systems and technologies. *Sensors*, 18(8), 2414.
- [16] Ghanouane, K. (2020). Transformation Digitale: les nouvelles compétences à l'épreuve des Big data. *Journal Of Social Science and Organization Management*, 1(1).
- [17] Hashimoto, D. A., et al. (2018). Artificial intelligence in surgery: promises and perils. *Annals of Surgery*, 268(1), 70-76.
- [18] Huynh, E., Hosny, A., Guthrie, C., Bitterman, D. S., Petit, S. F., Haas-Kogan, D. A., ... & Mak, R. H. (2020). Artificial intelligence in radiation oncology. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 17(12), 771-781.
- [19] Johnson, D., et al. (2016). Gamification for health and wellbeing: a systematic review of the literature. *Internet Interventions*, 6, 89-106.
- [20] Joseph, A., et al. (2018). A review on humanoid robotics in healthcare. *MATEC Web of Conferences*.
- [21] Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*, 92(4), 807-812.
- [22] Kazi, A. M., Ahsan, N., Mughis, W., Jamal, S., Allana, R., Raza, M., ... & Qazi, S. A. (2021). Usability and acceptability of a mobile app for behavior change and to improve immunization coverage among children in Pakistan: A mixed-methods study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9527.
- [23] Khan, M., Khurshid, M., Vatsa, M., Singh, R., Duggal, M., & Singh, K. (2022). On AI Approaches for Promoting Maternal and Neonatal Health in Low Resource Settings: A Review. *Frontiers in Public Health*, 10, 880034.
- [24] Khan, M., Mehran, M. T., Haq, Z. U., Ullah, Z., Naqvi, S. R., Ihsan, M., & Abbass, H. (2021). Applications of artificial intelligence in COVID-19 pandemic: A comprehensive review. *Expert systems with applications*, 185, 115695.
- [25] Kirch, D. G., & Petelle, K. (2017). Addressing the physician shortage: the peril of ignoring demography. *JAMA*, 317(19), 1947-1948.
- [26] Koumakis, L., et al. (2019). Dementia care frameworks and assistive technologies for their implementation: a review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 12, 4-18.
- [27] Lee, K. F. (2019). *AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order* (1st ed.). Houghton Mifflin Harcourt.
- [28] López, D. M., Rico-Olarte, C., Blobel, B., & Hullin, C. (2022). Challenges and solutions for transforming health ecosystems in low-and middle-income countries through artificial intelligence. *Frontiers in Medicine*, 9, 958097.
- [29] Lundervold, A. S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. *Zeitschrift für Medizinische Physik*, 29(2), 102-127.
- [30] Manne, R., & Kantheti, S. C. (2021). Application of artificial intelligence in healthcare: chances and challenges. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 40(6), 78-89.
- [31] Marr, B. (2018). How is AI used in healthcare—5 powerful real-world examples that show the latest advances. *Forbes*.
- [32] McCool, J., Dobson, R., Whittaker, R., & Paton, C. (2022). Mobile health (mHealth) in low-and middle-income countries. *Annual Review of Public Health*, 43, 525-539.
- [33] Miller, D. D., & Brown, E. W. (2018). Artificial intelligence in medical practice: the question to the answer? *The American Journal of Medicine*, 131(2), 129-133.
- [34] Mirbabaie, M., Stieglitz, S., & Frick, N. R. (2021). Artificial intelligence in disease diagnostics: A critical review and classification on the current state of research guiding future direction. *Health and Technology*, 11(4), 693-731.

- [35] Naik, N., Hameed, B. M., Sooriyaperakasam, N., Vinayahalingam, S., Patil, V., Smriti, K., ... & Somani, B. K. (2022). Transforming healthcare through a digital revolution: A review of digital healthcare technologies and solutions. *Frontiers in digital health*, 4, 919985.
- [36] Nef, T., et al. (2015). Evaluation of three state-of-the-art classifiers for recognition of activities of daily living from smart home ambient data. *Sensors*, 15(5), 11725-11740.
- [37] Oke, I. (2022). The Pursuit of Generalizability and Equity Through Artificial Intelligence-Based Risk Prediction Models. *JAMA ophthalmology*, 140(8), 798-799.
- [38] Pham, T., Tran, T., Phung, D., & Venkatesh, S. (2016). DeepCare: a deep dynamic memory model for predictive medicine.
- [39] Rajkomar, A., Oren, E., Chen, K., Dai, A. M., Hajaj, N., Hardt, M., ... & Dean, J. (2018). Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *NPJ digital medicine*, 1(1), 18.
- [40] Rangasamy, R. K., Nadenichek, R., & Rayasam, M. (2018). Natural language processing in healthcare.
- [41] Raouf, R., & Hafid, H. (2014). Relocation and inequalities between skilled and unskilled in Northern Countries: simulation using a CGE model. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 4(4), 758-772.
- [42] Sebastian, A. M., & Peter, D. (2022). Artificial intelligence in cancer research: trends, challenges and future directions. *Life*, 12(12), 1991.
- [43] Sethi, Y., Patel, N., Kaka, N., Desai, A., Kaiwan, O., Sheth, M., ... & Emran, T. B. (2022). Artificial Intelligence in Pediatric Cardiology: A Scoping Review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(23), 7072.
- [44] Vitanza, A., et al. (2019). Assistive robots for the elderly: innovative tools to gather health relevant data. In: *Data Science for Healthcare: Methodologies and Applications*. Springer.