

Intelligence artificielle et amélioration de l'offre de soins au Maroc : défis et perspectives

Amine RADAH ¹ et Mohamed ELHIA ²

¹ Laboratoire MAEGE, FSJES Ain Sebaa, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

² Laboratoire MAEGE, FSJES Ain Sebaa, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

Résumé

L'intelligence artificielle (IA) s'est imposée au cours de la dernière décennie comme un puissant levier d'innovation dans de nombreux secteurs, et plus particulièrement dans le domaine de la santé. L'essor de l'apprentissage automatique (machine learning), du deep learning et du traitement de données massives (big data) permettent aujourd'hui d'optimiser la prise en charge médicale sous différents volets. D'une part, l'IA contribue à améliorer le diagnostic, en rendant plus rapide et plus précise l'analyse d'images médicales. D'autre part, elle facilite la télémédecine, en offrant des solutions de suivi à distance et en désenclavant certaines zones rurales ou dépourvues de spécialistes. Elle favorise également le développement de la médecine prédictive, où l'analyse de données génomiques et cliniques sert à anticiper et à prévenir certaines pathologies.

Cet article analyse le rôle croissant de l'intelligence artificielle (IA) dans l'amélioration de l'offre de soins au Maroc, en mettant en avant les bénéfices potentiels et les défis liés à son intégration dans le système de santé. Après avoir rappelé les fondements historiques de l'IA et ses principales applications médicales (diagnostic assisté, télémédecine, médecine prédictive, etc.), l'article présente un état des lieux au Maroc, marqué à la fois par des initiatives prometteuses (projets pilotes, collaborations universités-startups) et par des obstacles persistants (infrastructures insuffisantes, pénurie de compétences spécialisées, manque d'un cadre réglementaire spécifique). Et par la fin, on propose des pistes de solution pour une adoption réussie de l'IA dans le système de santé marocain.

Introduction

Depuis plus d'une décennie, l'intelligence artificielle (IA) s'impose comme un moteur essentiel d'innovation dans de nombreux secteurs, dont celui de la santé (Manne & Kantheti, 2021). L'IA englobe un ensemble de techniques informatiques et algorithmiques (apprentissage automatique, deep learning, traitement du langage naturel, robotique, etc.) visant à simuler ou à reproduire certaines facultés cognitives humaines (Chouraik, 2024). Les avancées rapides en matière de puissance de calcul, de stockage et de disponibilité des données massives (big data) favorisent la prolifération d'usages, ouvrant la voie à des applications multiples (Lai, Brian, & Mamzer, 2020).

La transformation numérique mondiale s'accélère, soutenue par la généralisation de l'Internet et l'émergence de technologies disruptives (Internet of Things, 5G, blockchain). Dans ce contexte, l'IA fonctionne comme un catalyseur, permettant d'automatiser des tâches complexes, de générer des prédictions, d'analyser en temps réel de vastes volumes de données et de soutenir la prise de décision (Keates, 2022).

Dans le domaine de la santé, les promesses sont particulièrement attractives, l'intelligence artificielle permettra d'après l'Organisation Mondiale de la Santé une automatisation de tâches administratives et logistiques, l'analyse de données cliniques et génétiques pour une médecine plus précise, l'aide au diagnostic via des algorithmes de reconnaissance d'images et d'anomalies et une amélioration de la coordination des parcours de soins et de la qualité globale du service médical.

Les évolutions technologiques récentes (robotique chirurgicale, systèmes experts, bio-informatique) permettent de révolutionner les pratiques médicales et de proposer de nombreuses applications dédiées. À l'échelle internationale, plusieurs pays se démarquent par leurs investissements massifs en IA appliquée à la santé : la Chine, les États-Unis, Israël, le Canada, le Royaume-Uni (CESE, 2024) et en France, cette dernière a lancé un plan national sur l'intelligence artificielle (France IA) où elle a positionné la santé comme un secteur-clé pour l'adoption de ces technologies.

Le Maroc, à l'instar d'autres pays émergents, se confronte à des défis structurels dans son système de santé : inégalités régionales (zones enclavées ou dépourvues de spécialistes), insuffisance de certains équipements, pénurie de personnel, etc. (Conseil Economique Social et Environnemental [CESE], 2024). Dans ce contexte, les innovations numériques, et plus particulièrement l'IA, suscitent un vif intérêt.

Le déploiement de l'IA pourrait améliorer l'accès aux soins dans les zones rurales via la télémédecine et l'automatisation de diagnostics à distance dans un premier lieu, de réduire la pression sur les structures hospitalières urbaines en augmentant l'efficacité de la gestion des flux de patients dans un second lieu et de renforcer la détection précoce des maladies chroniques et la personnalisation des traitements dans un dernier lieu.

De premiers projets pilotes (ex. plateformes de suivi à distance pour diabétiques, diagnostic automatisé de tumeurs) témoignent déjà de l'impact positif de l'IA sur la qualité de la prise en charge (Chouraik, 2024).

Néanmoins, malgré cet engouement, plusieurs lacunes persistent dont on cite principalement un manque d'infrastructures numériques dans certaines régions, rendant difficile la télémédecine, l'absence d'un cadre réglementaire spécifique à l'IA et à la responsabilité médicale et une faible compétence en data science médicale et réticence d'une partie du corps médical.

Au regard de ces éléments, la problématique de notre article se formule ainsi : **Comment l'intelligence artificielle peut-elle contribuer à l'amélioration de l'offre de soins au Maroc, et quels défis majeurs entravent son intégration à grande échelle ?**

Pour répondre à cette problématique, l'article est structuré en cinq sections :

- **Section 1** : Revue de littérature, exposant l'évolution historique de l'IA, ses applications en santé, ainsi que les expériences internationales.
- **Section 2** : État des lieux au Maroc, décrivant les infrastructures, le rôle du secteur privé et les projets pilotes.
- **Section 3** : Analyse des défis de l'adoption de l'IA, classés en défis technologiques, humains, réglementaires et éthiques.
- **Section 4** : Perspectives d'intégration, proposant des solutions dans la formation, l'infrastructure, la réglementation et la sensibilisation.
- **Section 5** : Conclusion générale, synthétisant les principaux apports et ouvrant des pistes de recherche future.

1. Revue de littérature

Cette section propose un tour d’horizon des recherches existantes dans le domaine de l’intelligence artificielle appliquée à la santé. Elle aborde l’évolution historique de l’IA, ses principales applications médicales et les comparaisons internationales.

1.1. Évolution historique de l’IA

Les premières réflexions autour des machines “**intelligentes**” émergent dans les années 1940-1950 avec les travaux d’Alan Turing, qui propose le “Test de Turing” (Turing, 1950). Le terme “intelligence artificielle” est ensuite popularisé par John McCarthy lors de la conférence de Dartmouth (1956), considérée comme l’acte fondateur de l’IA moderne (Chouraïk, 2024).

Au cours des décennies suivantes, plusieurs progrès marquent des étapes-clés :

- **1950-1970** : Développement des premiers systèmes symboliques, algorithmes heuristiques et logiques formelles.
- **Années 1980** : Essor des systèmes experts (ex. MYCIN pour le diagnostic d’infections sanguines).
- **Années 1990-2000** : Arrivée des réseaux de neurones et des premiers succès publics (Deep Blue d’IBM, 1996).
- **Depuis 2010** : Explosion du deep learning grâce à l’amélioration des processeurs (GPU) et à la disponibilité de big data (Keates, 2022).

L’essor du machine learning et du deep learning a permis d’accroître considérablement la performance dans des tâches telles que la reconnaissance visuelle, le traitement du langage, voire la prise de décision en temps réel (Esteva et al., 2017). La robotique chirurgicale (p. ex. Da Vinci Surgical System) et la robotique de service (robots d’assistance aux personnes âgées) illustre l’impact de l’IA dans des domaines requérant précision et autonomie (Manne & Kantheti, 2021).

1.2. IA appliquée à la santé : concepts et enjeux

L’intelligence artificielle en santé prend deux différentes approches, faible et forte expliquée comme suit :

1. **IA “faible”** ou orientée tâche : l’algorithme se concentre sur une tâche précise (analyse d’images, prévision d’afflux hospitaliers).

2. **IA “forte”** : hypothétique, visant une forme d’autonomie décisionnelle proche de la cognition humaine (Keates, 2022).

La majorité des applications en santé relèvent de l’IA “faible”, déployée sous forme d’algorithmes d’apprentissage supervisé ou non supervisé, appliqués à des bases de données cliniques ou d’imagerie (Gulshan et al., 2016).

L’utilisation de l’intelligence artificielle en santé offre une panoplie de perspective afin d’améliorer la qualité des soins, de réduire les coûts et de remédier à certaines pénuries de ressources humaines. Parmi ces bénéfices on peut citer :

- **Diagnostic assisté** : amélioration de la précision et de la rapidité, avec des algorithmes capables de surpasser la performance humaine dans certaines tâches de classification (Lai et al., 2020).
- **Télémédecine** : suivi à distance, réduction des déserts médicaux, meilleure organisation des soins.
- **Médecine prédictive** : exploitation des données génomiques, biomarqueurs, historiques cliniques pour prévenir l’apparition de pathologies ou adapter la thérapeutique (Yousefi & Gagnon, 2024).
- **Optimisation des parcours de soins** : gestion des flux de patients, allocation de ressources, automatisation des tâches administratives.

Néanmoins, les algorithmes sont souvent des “boîtes noires”, dont le fonctionnement reste opaque pour les professionnels de santé, soulevant des enjeux d’explicabilité et de confiance (Callegarin & Callie, 2021). De plus, la qualité des données est cruciale : en cas de biais d’échantillonnage (ex. sous-représentation de certaines populations), les diagnostics ou les prédictions risquent d’être erronés ou discriminants (Lai et al., 2020).

1.3. Expériences internationales et approches de la médecine des 4P

Les initiatives en intelligence artificielle (IA) appliquée à la santé se déploient actuellement à des rythmes variés selon les régions du monde, créant plusieurs pôles d’excellence et d’innovation.

Les États-Unis maintiennent un leadership notable grâce à leurs investissements considérables en recherche et développement (R&D), soutenus par l’action conjointe de géants technologiques comme Google, Microsoft et IBM. Ces entreprises collaborent étroitement avec

des centres hospitaliers d'excellence et des universités renommées (Stanford, MIT, Harvard Medical School, etc.), favorisant ainsi l'émergence de solutions IA avancées. On y retrouve notamment des applications dédiées à l'imagerie médicale (analyse de radiographies et d'IRM), à la robotique chirurgicale (Da Vinci Surgical System) et à la santé connectée (portails patients, télésurveillance).

Forte d'une stratégie nationale visant à devenir le leader mondial de l'IA, la Chine investit massivement dans la robotique médicale, la reconnaissance vocale et visuelle, et le développement de plateformes massives de collecte de données (big data). Les hôpitaux universitaires et les centres de recherche y effectuent des essais cliniques de grande ampleur, notamment sur la reconnaissance d'images pour le diagnostic de cancers et de pathologies cardiaques (CESE, 2024). Cette expansion rapide est soutenue par une volonté politique affirmée, un écosystème de startups innovantes et la participation d'acteurs industriels majeurs (Baidu, Alibaba, Tencent).

À l'échelle européenne, le RGPD (Règlement général sur la protection des données) impose des règles particulièrement strictes pour l'usage des données personnelles dans les projets IA, impactant directement la manière de concevoir et déployer des algorithmes en milieu hospitalier (Keates, 2022). Plusieurs projets de recherche transnationaux (Horizon Europe, EIT Health) soutiennent l'émergence de plateformes numériques collaboratives et d'applications IA destinées à fluidifier les parcours de soins ou améliorer le diagnostic précoce.

Au-delà de ces initiatives nationales, la médecine se transforme progressivement pour intégrer la philosophie des 4P : personnalisée, préventive, prédictive et participative (Lai et al., 2020). Les outils d'IA, associés à la bio-informatique, permettent d'analyser les données génomiques ou cliniques de chaque patient, ouvrant la voie à des traitements véritablement personnalisés. En parallèle, le recours aux objets connectés (capteurs, montres, dispositifs d'auto-mesure) favorise l'avènement de la santé connectée, où le patient devient acteur de son propre suivi. Cette évolution facilite la prévention, le suivi des maladies chroniques et la communication en temps réel avec les équipes médicales (Manne & Kantheti, 2021; MedicalExpo Africa, 2023).

En somme, l'IA s'intègre de plus en plus dans les systèmes de santé à travers le monde, qu'il s'agisse de pays leaders comme les États-Unis et la Chine, ou de nations européennes mettant l'accent sur le cadre réglementaire et la coopération scientifique (France, Allemagne, etc.). Parallèlement, la médecine des 4P, soutenue par la bio-informatique et la santé connectée, favorise l'émergence de parcours de soins plus adaptés, plus anticipatifs et plus interactifs. Cette

dynamique se fait toutefois dans un cadre réglementaire et éthique toujours en construction, et qui varie sensiblement selon les contextes nationaux.

2. L'intelligence artificielle au Maroc : état des lieux

Dans cette partie, l'accent est mis sur le contexte marocain. Elle décrit les initiatives publiques et privées déjà en place, les projets pilotes autour de la télémédecine et du diagnostic automatisé.

2.1. Infrastructures numériques et initiatives publiques

2.1.1. Taux de pénétration Internet et couverture

Le Maroc se caractérise par un taux de pénétration Internet dépassant 80 %, mais avec de fortes disparités entre zones urbaines et rurales (CESE, 2024). Les régions enclavées souffrent d'une connectivité limitée, entravant la mise en place de projets de télémédecine ou d'échanges massifs de données de santé.

Tableau 1: Comparaison de la connectivité internet entre zones urbaines et rurales au Maroc (Source : Adapté de CESE, 2024)

Zone	Taux de pénétration Internet	Qualité de la bande passante (Mbps)	Nombre moyen de professionnels de santé / 10 000 hab.
Grandes villes	90 %	50–100	14
Zones semi-urbaines	70 %	20–40	8
Zones rurales	45 %	< 10	3

Ce tableau met en évidence l'écart ou la disparité existant entre les zones urbaines et rurales, non seulement au niveau de la connectivité internet, mais aussi en termes de pénurie de personnel médical. Dans les zones rurales, la faible bande passante (< 10 Mbps) coïncide avec un nombre limité de professionnels de santé (3 pour 10 000 habitants), ce qui constitue un obstacle pour l'adoption d'une IA dans la santé.

Toutefois, le gouvernement et les opérateurs télécoms manifestent un intérêt croissant pour étendre la bande passante et encourager le déploiement d'outils innovants, en particulier dans le cadre de conférences internationales où le Maroc est invité à partager son expérience.

2.1.2. Politiques publiques et stratégies e-santé

Le Ministère de la Santé et de la Protection Sociale porte une attention soutenue à la modernisation des hôpitaux et au déploiement d'outils numériques via la stratégie e-santé (Chouraïk, 2024). Des rapports institutionnels, comme ceux du CESE (2024), insistent sur la nécessité de bâtir un écosystème favorable à l'innovation en IA, soutenu par des incitations fiscales et des partenariats public-privé. Récemment, la participation du Maroc à une conférence internationale sur l'IA en santé et en recherche médicale (ESLSca, 2024) témoigne de l'engagement des autorités à se positionner sur la scène régionale et internationale pour promouvoir une médecine plus connectée et plus performante.

Par ailleurs, lors du eHealth Forum, les principaux intervenants ont souligné la nécessité de s'appuyer sur l'IA pour améliorer l'efficacité des services de santé et développer des solutions sur mesure, adaptées aux besoins locaux. Les défis majeurs identifiés concernent notamment la formation des professionnels, la mise à niveau des infrastructures et la sécurisation des données.

2.2. Le rôle du secteur privé et des startups

2.2.1. Émergence d'un écosystème IA

Le Maroc voit naître un écosystème entrepreneurial en IA, soutenu par des incubateurs et des programmes de financement dédiés (Benabbou & Nafzaoui, 2024). Plusieurs startups se spécialisent dans :

- **L'imagerie médicale** détection automatisée de tumeurs, analyse de rétinopathies pour le dépistage du diabète, etc.
- **L'analyse prédictive** plateformes de big data cliniques visant à anticiper la survenue de certaines complications
- **La télémédecine** applications mobiles permettant un suivi à distance (consultations, gestion de traitements), notamment pour les patients chroniques.

Ces jeunes entreprises bénéficient parfois de partenariats internationaux, comme l'ont montré les récentes conférences au Caire et à Rabat, où des représentants marocains ont présenté leurs solutions d'IA en santé (ESLSca, 2024). Cette dynamique confirme la volonté du pays de s'aligner sur les standards internationaux, en tirant profit des échanges de savoir-faire et de technologies.

2.2.2. Collaborations avec les universités et les CHU

Les hôpitaux et universités (facultés de médecine, écoles d'ingénieurs) unissent leurs forces avec ces startups pour conduire des projets pilotes (Institut Royal des Études Stratégiques, 2024). Dans le cadre des programmes Erasmus+ ou de la Banque mondiale, des financements sont alloués à la recherche appliquée, favorisant la création de pôles d'expertise. Cette approche vise à former des professionnels aptes à maîtriser les algorithmes d'IA et à les adapter au contexte clinique marocain (FNH, 2023b). Et de tester des solutions innovantes en conditions réelles, avec des retours d'expérience susceptibles de guider la généralisation de l'IA dans le système de santé.

2.3. Projets pilotes en télémédecine et diagnostic automatisé

2.3.1. Diagnostic et imagerie médicale

Plusieurs centres hospitaliers universitaires (CHU) — à Rabat, Casablanca et Fès — expérimentent des algorithmes de reconnaissance d'images afin de mieux dépister les cancers (sein, prostate) et les pathologies cardiaques (Chouraik, 2024). Des partenariats avec des startups locales et des laboratoires universitaires ont permis d'optimiser le temps de diagnostic et d'améliorer la détection précoce, comme l'illustre le tableau 2.

Tableau 2: Résultats préliminaires de l'IA appliquée à l'imagerie médicale (Source : Adapté de Chouraik, 2024)

Hôpital (CHU)	Spécialité concernée	Gain en temps de diagnostic (%)	Amélioration de la détection précoce (%)
Rabat	Cardiologie	+18 %	+5 %
Casablanca	Oncologie	+12 %	+10 %
Fès	Neurologie	+8 %	+7 %

Ces chiffres montrent une hausse de la précision et une diminution du temps nécessaire pour poser un diagnostic, élément crucial dans la lutte contre certaines maladies lourdes.

2.3.2. Télémédecine dans la lutte contre les déserts médicaux

La télémédecine, adossée à des algorithmes d'IA, se déploie pour suivre à distance des patients atteints de diabète, d'hypertension ou de maladies cardiovasculaires (Ouajjid, Belhiah, & Zaoui Seghroucheni, 2023). Certaines initiatives, soutenues par des ONG ou des fondations,

organisent des consultations à distance dans des zones rurales enclavées, permettant de réduire les inégalités d'accès aux soins.

3. Les défis de l'adoption de l'IA dans le domaine de la santé au Maroc

L'adoption de l'intelligence artificielle (IA) au sein du système de santé marocain se heurte à plusieurs obstacles, tant sur le plan technologique et infrastructurel que sur le plan humain, organisationnel, réglementaire et éthique. Si les avantages potentiels sont reconnus par les principaux acteurs (gouvernement, secteur privé, universités, etc), la mise en œuvre pratique nécessite une concertation approfondie et un déploiement méthodique, en accord avec les réalités du terrain.

3.1. Défis technologiques et infrastructurels

Le déploiement à grande échelle de l'IA nécessite des capacités de stockage (data centers sécurisés) et une interopérabilité entre les systèmes d'information hospitaliers (CESE, 2024). Les établissements de santé publics sont souvent sous-équipés, avec des serveurs vieillissants et des logiciels hétérogènes. Une mutualisation de l'infrastructure numérique à l'échelle régionale ou nationale pourrait faciliter la constitution de bases de données volumineuses et mieux structurées, essentielles pour "entraîner" des algorithmes d'IA (Chouraïk, 2024).

En addition, la pertinence des algorithmes dépend de la qualité des données (Laï et al., 2020). L'absence de standardisation dans la collecte (formats différents, manque de métadonnées) entrave la création de jeux de données homogènes (Keates, 2022). Dans certaines zones rurales, les dossiers patients sont peu numérisés, ce qui complique la transition vers la e-santé (MedicalExpo Africa, 2023).

3.2. Défis humains et organisationnels

En plus des enjeux techniques, la dimension humaine est cruciale pour assurer l'adhésion et l'utilisation optimale des outils IA. La formation des médecins et professionnels de santé en IA demeure insuffisante (Benabbou & Nafzaoui, 2024). Les cursus universitaires classiques ne prévoient que rarement des modules avancés en data science ou en informatique médicale (Institut Royal des Études Stratégiques, 2024). Côté ingénieurs, peu sont formés aux spécificités de la santé (sécurité des données médicales, validation clinique, etc.). Cette pénurie de compétences ralentit la mise en route de projets IA, tant au niveau de la conception que de l'exploitation quotidienne (FNH, 2023b).

En parallèle, le personnel soignant peut percevoir l'IA comme une menace, craignant une perte d'autonomie ou un remplacement partiel par des algorithmes (L'Économiste Campus, 2024). Par ailleurs, l'usage d'IA "boîte noire" remet en cause la responsabilité du médecin en cas de diagnostic erroné. Sans accompagnement ni sensibilisation, l'adoption de ces outils demeure limitée (Callegarin & Callie, 2021).

3.3. Défis réglementaires et éthiques

La loi 09-08 portant sur la protection des données personnelles ne prend pas en compte toutes les spécificités liées à l'IA et la télémédecine (Jaldi, 2022). D'après l'article d'Insafe NOUR intitulé « *Le cadre juridique de la télémédecine et l'Intelligence Artificielle au Maroc* » (NOUR, 2024), il est urgent de clarifier la responsabilité en cas d'erreur imputable à un algorithme, de définir les obligations de traçabilité et d'audit, et de renforcer la sécurité des données de santé.

Le débat juridique porte également sur la possibilité de collecter et de traiter des données biomédicales massives (big data) dans un contexte où les patients exigent légitimement la préservation de leur vie privée. Les progrès technologiques doivent donc s'accompagner d'un encadrement légal protégeant les droits des usagers, tout en offrant une certaine flexibilité pour l'innovation (Callegarin & Callie, 2021).

Dans un autre côté, qui est responsable si un algorithme se trompe et compromet la santé d'un patient ? Le concepteur, le médecin qui l'a utilisé, l'établissement qui l'a déployé ? (Keates, 2022). Cette question demeure peu abordée dans le droit marocain. L'absence d'une "garantie humaine" formalisée, à l'image de la loi de bioéthique française, expose les parties prenantes à une incertitude juridique (Callegarin & Callie, 2021).

Tableau 3: Principaux défis de l'IA en santé au Maroc (Synthèse des données CESE [2024], Chouraïk [2024], FNH [2023b], Keates [2022])

Catégorie	Défis	Conséquences potentielles
Technologiques	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de data centers - Interopérabilité limitée - Données de qualité inégale 	<ul style="list-style-type: none"> - Fragmentation des données, adoption limitée

		<ul style="list-style-type: none"> - Risques de doublons et d'erreurs de saisie - Biais d'entraînement algorithmiques
<i>Humains</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pénurie de compétences IA en médecine - Réticence du personnel soignant 	<ul style="list-style-type: none"> - Sous-utilisation de l'IA, frein à l'innovation - Non-acceptation des solutions d'IA, retard dans la modernisation des soins
<i>Organisationnels</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Absence d'une stratégie globale - Manque de collaboration intersectorielle 	<ul style="list-style-type: none"> - Projets pilotes non coordonnés, faible mutualisation - Perte de temps et de ressources dans la duplication des efforts
<i>Réglementaires</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Flou sur la responsabilité - Cadre légal incomplet (loi 09-08) 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de litiges, incertitude pour les investisseurs - Protection insuffisante des données, insécurité juridique
<i>Éthiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Biais algorithmiques - Confidentialité insuffisante - Transparence limitée 	<ul style="list-style-type: none"> - Discrimination, manque de confiance de la part des patients - Doute quant à la fiabilité et l'équité des diagnostics automatisés

En somme, les défis de l'adoption de l'IA en santé au Maroc se déclinent sur plusieurs volets : technologique, humain, organisationnel, réglementaire et éthique. Pour tirer pleinement avantage des progrès de l'IA et soutenir l'émergence d'une médecine plus prédictive, préventive et personnalisée, une stratégie globale impliquant tous les acteurs (pouvoirs publics, professionnels de santé, ingénieurs, patients, investisseurs) doit être mise en place.

4. Perspectives d'intégration et approches de solutions

Les défis identifiés dans l'adoption de l'intelligence artificielle (IA) au sein du système de santé marocain soulignent la nécessité d'une démarche globale pour tirer pleinement parti des opportunités qu'elle offre. Cette section propose des pistes d'action visant à consolider

l'écosystème de l'IA, depuis la formation et la recherche appliquée, jusqu'à la mise en place d'infrastructures et de réglementations adéquates, tout en impliquant l'ensemble des parties prenantes.

4.1. Accélérer la formation et la recherche

Pour combler le gap de compétences, il convient d'intégrer des modules d'IA et de data science dans les formations médicales et paramédicales (Benabbou & Nafzaoui, 2024). Des partenariats entre écoles d'ingénieurs et facultés de médecine pourraient favoriser l'émergence de profils hybrides, à l'aise avec la fois l'environnement clinique et les algorithmes (Institut Royal des Études Stratégiques, 2024).

La création de masters spécialisés (ex. "IA et santé", "Informatique médicale") et de cursus doctoraux interdisciplinaire dynamiserait la recherche appliquée, suscitant l'intérêt des startups et industries pharmaceutiques. Par ailleurs, le gouvernement marocain pourrait soutenir la recherche-développement en IA médicale via des appels à projets, des incitations fiscales, ou encore la mise en place de laboratoires d'excellence (CESE, 2024). L'implication des universités et des centres hospitaliers (CHU) est cruciale pour garantir des tests cliniques rigoureux, et valider la fiabilité des outils IA (FNH, 2023b).

4.2. Développer l'infrastructure numérique

La création d'un réseau national ou régional de data centers, éventuellement en partenariat public-privé, constituerait un socle fiable pour le stockage sécurisé de données médicales. Cette mutualisation réduirait les coûts pour les établissements publics et faciliterait l'accès à des ressources de calcul adaptées au machine learning. En outre, des standards d'interopérabilité (formats de dossiers médicaux électroniques, protocoles de transfert) seraient nécessaires pour aligner les hôpitaux et les cliniques privées (Keates, 2022).

En addition, des investissements ciblés pour améliorer la bande passante dans les zones enclavées permettraient de développer la télémédecine et d'offrir un meilleur accès aux outils IA (CESE, 2024). Cette démarche s'inscrit dans une vision de réduction des inégalités territoriales, et suppose un appui des opérateurs télécoms pour déployer des technologies (4G/5G, satellites, etc.).

4.3. Établir un cadre réglementaire et éthique solide

Le Maroc s'attache à mettre à jour son cadre légal pour mieux encadrer la télémédecine et l'usage d'algorithmes décisionnels (CESE, 2024). Selon NOUR (2024), la création d'une loi-

cadre sur l'IA en santé représenterait un pas décisif pour garantir la sécurité juridique des professionnels et des patients. À ce jour, il n'existe pas de comité national d'éthique chargé d'évaluer les dispositifs innovants, alors même que de nombreuses conférences internationales, organisées au Maroc ou à l'étranger, encouragent le pays à aligner sa réglementation sur les standards internationaux.

La mise en place des comités d'éthique pluridisciplinaires (médecins, juristes, ingénieurs, représentants de patients) permettrait d'évaluer l'impact des nouveaux dispositifs IA, notamment en matière de biais algorithmiques et de protection des données (Laï et al., 2020). Ces comités pourraient également recommander des ajustements légaux et veiller au respect des droits fondamentaux.

En outre, la participation du Maroc à des événements comme la Conférence internationale de l'IA en santé et en recherche médicale ou la conférence de l'OMS au Caire souligne la volonté des décideurs publics de s'inspirer des bonnes pratiques mondiales et de consolider leur approche légale et réglementaire, afin de tirer pleinement parti du potentiel de l'IA tout en protégeant les droits fondamentaux des citoyens.

4.4. Favoriser l'acceptation sociale et l'innovation partagée

Pour soutenir efficacement l'adoption de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine de la santé, il est indispensable de créer un écosystème de confiance et de coopération entre l'ensemble des acteurs concernés : médecins, infirmiers, ingénieurs, décideurs politiques, patients, ainsi que le secteur privé et associatif. Des formations continues et des ateliers de démonstration peuvent aider à expliquer le fonctionnement des algorithmes et souligner leur rôle de soutien, plutôt que de substitution, dans le diagnostic et la prise de décision (L'Économiste Campus, 2024). Cette communication transparente vise à lever les craintes liées à la confidentialité des données et à la « déshumanisation » des soins.

Par ailleurs, le Maroc gagnerait à développer des partenariats avec des centres d'excellence internationaux (États-Unis, Europe, Asie) afin de bénéficier à la fois d'un transfert de savoir-faire et de financements ciblés. L'implication dans des consortiums de recherche (p. ex. Horizon Europe) ou des plateformes africaines d'IA favoriseraient la création locale d'applications adaptées aux besoins nationaux. Enfin, la coopération public-privé constitue un levier important pour dynamiser l'innovation : les hôpitaux et instituts publics peuvent identifier les priorités sanitaires, tandis que les entreprises et startups apportent agilité et expertise technologique.

5. Conclusion générale

Cet article a mis en évidence le potentiel majeur de l'intelligence artificielle pour l'amélioration de l'offre de soins au Maroc, tant pour la détection précoce des pathologies et le développement de la télémédecine que pour la médecine personnalisée et l'optimisation des parcours de soins. Les projets pilotes et les initiatives entrepreneuriales montrent déjà des résultats prometteurs, notamment dans les hôpitaux de Rabat, Casablanca et Fès.

Toutefois, la généralisation de l'IA à l'ensemble du système de santé reste entravée par plusieurs défis : le manque d'infrastructures numériques, la pénurie de compétences spécialisées, l'absence de cadre réglementaire clair et les questions éthiques liées à la confidentialité et aux biais algorithmiques.

En insistant sur la diversité des applications de l'IA (diagnostic assisté, télémédecine, robotique médicale) et sur les obstacles à leur déploiement, cette étude contribue à mieux cerner les leviers d'action pour un déploiement réussi au Maroc. Parmi ces leviers figurent :

- Le renforcement de la formation universitaire et continue.
- La création d'infrastructures mutualisées (data centers).
- L'élaboration d'une loi-cadre sur l'IA en santé et la mise en place de comités d'éthique.
- La dynamisation de la coopération internationale et de l'innovation collaborative

Cette recherche, essentiellement bibliographique et exploratoire, ne s'appuie pas sur une enquête de terrain exhaustive ou sur une étude clinique. De futures investigations pourraient inclure des analyses empiriques fondées sur des données recueillies directement dans les établissements de santé marocains ou sur des entretiens qualitatifs avec les professionnels et les patients, afin d'évaluer la perception et l'acceptabilité des technologies d'IA. Par ailleurs, des comparaisons internationales plus approfondies, portant sur des pays à structure socio-économique comparable, offriraient un éclairage supplémentaire.

À l'avenir, l'essor de la biotechnologie, du cloud computing et de la médecine de précision devrait continuer à stimuler la recherche en IA. L'émergence d'applications "low-cost" ou frugales, destinées aux pays en développement, pourrait également être un axe à explorer pour répondre aux besoins spécifiques de régions sous-équipées.

Sur ce, l'intelligence artificielle offre une opportunité unique de transformer en profondeur le système de santé marocain, en rendant les soins plus accessibles, plus qualitatifs et plus

personnalisés. Toutefois, pour concrétiser pleinement ce potentiel, il est indispensable de mettre en place une stratégie globale intégrant les dimensions techniques, organisationnelles, réglementaires et éthiques. C'est à ce prix que le Maroc pourra assurer une médecine des 4P (personnalisée, préventive, prédictive, participative) et contribuer à l'émergence d'un modèle de santé connecté, en phase avec les avancées mondiales tout en répondant aux spécificités du contexte local.

Références

1. **Benabbou, Z., & Nafzaoui, M. A.** (2024). *Artificial Intelligence in Morocco: Current Situation and Recommendations*. *Revue Internationale du Chercheur*, 5(2), 1-18.
2. **Callegarin, D., & Callie, P.** (2021). *Enjeux du déploiement de l'intelligence artificielle en santé*.
3. **Chouraik, C.** (2024). Sustainable AI in Morocco: A systematic review of opportunities, challenges and policy directions. *EHEI Journal of Science and Technology*, 4(1), 11-26.
4. **Conseil Economique Social et Environnemental (CESE).** (2024). *Quels usages et quelles perspectives de développement de l'intelligence artificielle au Maroc ?*
5. **Doctopro.** (2023). *L'impact de l'intelligence artificielle sur la santé publique au Maroc*. [En ligne]. <https://www.doctopro.ma/>
6. **Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S.** (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118.
7. **FNH.** (2023a). *Intelligence artificielle : actualités*. [En ligne]. <https://fnh.ma/article/opinions-libres/intelligence%20artificielle-actualites>
8. **FNH.** (2023b). *Santé numérique & IA*. [En ligne]. <https://fnh.ma/>
9. **Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., ... & Dean, J.** (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA*, 316(22), 2402-2410.

10. **Institut Royal des Études Stratégiques.** (2024). *Des travaux de la journée de réflexion prospective sur le thème « Intelligence artificielle de confiance : levier de changement en faveur d'un développement accéléré du Maroc ».*
11. **Jaldi, A. S.** (2022). *L'intelligence artificielle au Maroc : entre encadrement réglementaire et stratégie économique.* Policy Brief.
12. **Keates, P.** (2022). L'intelligence artificielle dans les soins de santé : avantages, inconvénients et exemples. *Medium.* [En ligne]. <https://medium.com/@peter.keates/>
13. **Laï, M.-C., Brian, M., & Mamzer, M.-F.** (2020). Perceptions of artificial intelligence in healthcare: Findings from a qualitative survey study among actors in France. *BMC Medical Ethics*, 21(14).
14. **L'Économiste Campus.** (2024). *Ce que l'IA pourrait apporter à la réforme de la santé au Maroc.* [En ligne]. <https://campus.leconomiste.com/>
15. **Manne, R., & Kantheti, S. C.** (2021). *Application of Artificial Intelligence in Healthcare: Chances and Challenges.*
16. **MedicalExpo Africa.** (2023). *L'intelligence artificielle et l'amélioration des diagnostics.* [En ligne]. <https://medicalexpo.africa/>
17. **Ministère de la Santé et de la Protection Sociale.** (2023). [Actualités]. <https://www.sante.gov.ma/>
18. **Nour, I.** (2024). *Le cadre juridique de la télémédecine et l'Intelligence Artificielle au Maroc.* Village Justice. <https://www.village-justice.com/articles/cadre-juridique-telemedecine-intelligence-artificielle-maroc,49815.html>
19. **Ouaijid, A., Belhiah, M., & Zaoui Seghroucheni, Y.** (2023). *Revolutionizing Telemedicine: The Impact of AI and AR in Moroccan Healthcare.*
20. **Santé.gov.ma.** (2023). [Actualités – Ministère de la Santé et de la Protection Sociale]. <https://www.sante.gov.ma/>
21. **Sahni, N., Stein, G., Zimmel, R., & Cutler, D. M.** (2023). *The Potential Impact of Artificial Intelligence on Healthcare Spending.*

22. **TelQuel.** (2023). Santé : Guide de l’OMS pour l’utilisation de l’IA. [En ligne]. https://telquel.ma/instant-t/2023/10/19/sante-guide-de-loms-pour-lutilisation-de-lia_1836614/
23. **Turing, A. M.** (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.
24. **Yousefi, F., & Gagnon, M.-P.** (2024). L’intelligence artificielle (IA) pour la promotion de la santé et la réduction de la maladie : Synthèse des connaissances. *Obvia*. <https://doi.org/10.61737/PJLD3032>