



**TOGAF et intelligence artificielle dans le secteur de la santé : vers
une gouvernance numérique hospitalière au Maroc**

**TOGAF and Artificial Intelligence in Healthcare: Towards Digital
Hospital Governance in Morocco**

Karim EL BETIOUI

Docteur en sciences économiques et gestion

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales

Université Mohammed Premier Oujda, MAROC

karim.elbetioui@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1971-9564>



RESUME

La transformation numérique s'impose désormais comme un axe stratégique majeur pour les systèmes de santé. Les centres hospitaliers universitaires (CHU) marocains, situés au carrefour des missions de soins, d'enseignement et de recherche, font face à un double défi : améliorer la qualité des services tout en renforçant l'efficacité organisationnelle. Dans ce contexte, l'architecture d'entreprise, notamment le cadre TOGAF, offre une démarche structurée pour aligner la stratégie, l'organisation et la technologie, tandis que l'intelligence artificielle (IA) constitue un levier d'innovation et d'aide à la décision clinique et managériale. Cette étude adopte une approche qualitative, conceptuelle et exploratoire, fondée sur une analyse documentaire comparative de quatre expériences internationales (Royaume-Uni, Estonie, Canada, Singapour). Elle mobilise des sources académiques et institutionnelles récentes (2018–2025) afin d'identifier les conditions de réussite, les freins organisationnels et les enseignements transférables au contexte marocain. Les résultats montrent que la réussite de la transformation numérique hospitalière repose sur trois leviers essentiels : (1) la consolidation d'une architecture nationale interopérable fondée sur TOGAF, (2) la mise en place d'une gouvernance éthique et inclusive de l'IA et des systèmes d'information, et (3) le développement d'une culture d'innovation collaborative entre décideurs, praticiens et chercheurs. Ces résultats permettent de proposer un modèle conceptuel de gouvernance numérique hospitalière adapté aux CHU marocains, conciliant performance, transparence et équité sanitaire.

Mots-clés : *TOGAF, gouvernance hospitalière, intelligence artificielle, architecture d'entreprise, santé numérique, Maroc*

ABSTRACT

Digital transformation has become a strategic imperative for healthcare systems. Moroccan university hospitals (CHUs), positioned at the intersection of care, teaching, and research, face the dual challenge of improving service quality and enhancing organizational efficiency. In this context, enterprise architecture, particularly the TOGAF framework, provides a structured approach to align strategy, organization, and technology, while artificial intelligence (AI) serves as a catalyst for clinical and managerial innovation. This study adopts a qualitative, conceptual, and exploratory approach, based on a comparative documentary analysis of four international experiences (United Kingdom, Estonia, Canada, Singapore). Drawing on recent academic and institutional sources (2018–2025), it aims to identify the key success factors, organizational barriers, and transferable lessons for the Moroccan context.

The findings highlight three major transformation enablers: (1) the establishment of a national interoperable architecture inspired by TOGAF, (2) the implementation of ethical and inclusive governance for AI and information systems, and (3) the promotion of a collaborative innovation culture among decision-makers, healthcare professionals, and researchers. These results lead to a conceptual model for digital hospital governance tailored to Moroccan CHUs, combining efficiency, transparency, and social equity.

Key words: *TOGAF, hospital governance, artificial intelligence, enterprise architecture, digital health, Morocco*

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de la recherche :

Les systèmes de santé contemporains ne traversent plus de simples ajustements techniques, mais connaissent des mutations profondes qui redéfinissent leurs fondements organisationnels, managériaux et technologiques. Face à la croissance des besoins, à l'accélération des innovations médicales et à la montée des inégalités sociales de santé, les hôpitaux, et plus encore les centres hospitaliers universitaires (CHU), se trouvent placés au cœur d'une transformation systémique. Ces institutions, par leur rôle charnière entre soins, recherche et enseignement, deviennent de véritables espaces de recomposition des rationalités sanitaires : elles incarnent à la fois des lieux de production de savoirs, des plateformes de services aux citoyens et des laboratoires vivants d'innovation organisationnelle. Les logiques de gouvernance qui les structurent ne peuvent plus se contenter d'approches bureaucratiques classiques ; elles doivent désormais composer avec des environnements marqués par l'incertitude, la contrainte budgétaire et la pression croissante pour plus de transparence, de qualité et d'efficacité.

Dans ce contexte mouvant, les technologies numériques, et plus particulièrement l'intelligence artificielle (IA), apparaissent à la fois comme des leviers prometteurs et comme des sources de tension. L'IA peut soutenir le diagnostic, optimiser les parcours de soins, anticiper les crises épidémiologiques ou encore améliorer la gestion des ressources hospitalières. Mais son déploiement ne se réduit pas à une question de performance technique : il renvoie à des choix de gouvernance, à des finalités collectives et à des cadres institutionnels capables d'en canaliser l'usage. De même, l'architecture d'entreprise – et notamment le cadre TOGAF – ne doit pas être appréhendée uniquement comme un outil d'ingénierie des systèmes d'information, mais comme un instrument de cohérence organisationnelle permettant d'articuler stratégie nationale de santé, processus hospitaliers et infrastructures numériques.

C'est dans l'articulation de ces deux dynamiques – l'IA comme moteur d'intelligence opérationnelle et TOGAF comme cadre de structuration organisationnelle – que se joue la possibilité d'une véritable modernisation des CHU marocains. Il ne s'agit pas seulement d'adopter des solutions technologiques importées, mais de penser une gouvernance numérique hospitalière enracinée dans les réalités sociales et institutionnelles locales. La comparaison avec des expériences internationales devient alors un outil heuristique essentiel. L'analyse du Royaume-Uni, de l'Estonie, du Canada et de Singapour permet de mettre en lumière des trajectoires contrastées : certaines plus technocentrées et descendantes, d'autres plus participatives et contextualisées. Ce contraste ne se réduit pas à une opposition technique, il reflète deux manières de concevoir la transformation numérique de la santé : l'une centrée sur l'efficacité et l'infrastructure, l'autre sur la souveraineté des données, l'appropriation collective et la justice sanitaire.

En examinant ces expériences, notre ambition est de contribuer à une réflexion critique sur les conditions d'émergence d'un modèle marocain de gouvernance hospitalière numérique, capable de mobiliser l'IA et les cadres d'architecture non pas comme des fins en soi, mais comme des instruments de cohérence, d'inclusion et de durabilité. Autrement dit, il s'agit moins de questionner la puissance de calcul que de repenser la manière dont les hôpitaux se comprennent eux-mêmes, anticipent leurs vulnérabilités et orientent leurs trajectoires dans un monde traversé par des crises sanitaires, sociales et environnementales récurrentes.



1.2. Démarche méthodologique de la recherche

La présente recherche s'inscrit dans une démarche qualitative, conceptuelle et exploratoire, visant à interroger les conditions d'émergence d'une gouvernance hospitalière numérique au Maroc à partir de l'articulation entre architecture d'entreprise (TOGAF) et intelligence artificielle (IA).

Elle repose sur une analyse documentaire approfondie combinant une lecture critique de la littérature scientifique et l'examen de rapports institutionnels nationaux et internationaux. Cette approche documentaire est fondée sur le principe de triangulation des sources, garantissant à la fois la richesse empirique et la fiabilité analytique des résultats. Les corpus mobilisés comprennent :

- (1) dépouillement de publications académiques récentes (articles indexés Scopus et Web of Science entre 2018 et 2025) ;
- (2) analyse de rapports institutionnels (OMS, NHS, Canada Health Infoway, Synapse Singapore, The Open Group) ;
- (3) mise en correspondance thématique autour des axes TOGAF, IA et gouvernance hospitalière.

Sur le plan méthodologique, l'étude adopte une approche comparative à visée heuristique, structurée autour de quatre études de cas internationales : le Royaume-Uni, l'Estonie, le Canada et Singapour. Ces pays ont été sélectionnés selon trois critères principaux : (1) l'existence d'une stratégie nationale de santé numérique cohérente ; (2) le degré d'intégration des architectures d'entreprise dans les hôpitaux ; et (3) la maturité des dispositifs d'intelligence artificielle appliqués à la gestion clinique et organisationnelle.

La comparaison a été conduite selon une grille d'analyse thématique dérivée du cadre TOGAF, articulée autour de quatre dimensions : la structuration organisationnelle, la gouvernance des données, les applications de l'IA en milieu hospitalier et les mécanismes institutionnels de pilotage. Chaque cas a d'abord fait l'objet d'une analyse interne (intra-cas), puis d'une mise en correspondance inter-cas (cross-case analysis) afin d'identifier les régularités, divergences et enseignements transférables.

L'objectif n'est donc pas de produire une étude empirique à visée statistique, mais de construire un modèle conceptuel contextualisé, susceptible d'éclairer la trajectoire numérique des CHU marocains. En ce sens, la recherche relève d'une démarche abductive, où l'observation des pratiques internationales nourrit la reformulation théorique du concept de gouvernance hospitalière. Elle mobilise à la fois les logiques inductives (issues de l'observation des cas) et déductives (issues du cadre théorique TOGAF-IA), afin d'aboutir à une synthèse interprétative ouverte sur les spécificités institutionnelles et culturelles du Maroc.

Ce positionnement méthodologique permet de concilier rigueur scientifique et flexibilité analytique : rigueur, par l'usage d'un cadre de référence structuré ; flexibilité, par la reconnaissance des contextes différenciés et des marges d'adaptation locales. Ainsi, la recherche se situe à l'intersection d'une analyse documentaire approfondie et d'une exploration conceptuelle comparée, contribuant à éclairer les conditions de transférabilité des modèles internationaux vers une gouvernance numérique hospitalière marocaine durable, inclusive et éthique.

1.3. Sujet de la recherche :

La question que soulève cette recherche s'inscrit dans un horizon marqué par l'incertitude et l'exigence d'innovation. Les CHU marocains, héritiers d'une tradition hospitalo-universitaire structurée mais souvent fragmentée, se trouvent aujourd'hui confrontés à un double impératif : d'une part, répondre aux besoins croissants d'une population en forte transition démographique et épidémiologique ; d'autre part, intégrer les



potentialités offertes par les technologies numériques sans céder à la logique de dépendance ou de simple imitation des modèles étrangers. En d'autres termes, la modernisation ne se limite ni aux infrastructures informatiques ni à l'intégration de solutions d'IA dans les pratiques médicales : elle implique une reconfiguration en profondeur de l'organisation hospitalière, de ses mécanismes de gouvernance et de ses liens avec l'environnement social, économique et institutionnel.

La question centrale de cette recherche peut être formulée ainsi : comment l'articulation entre cadres d'architecture numérique – en particulier TOGAF – et intelligence artificielle peut-elle contribuer à transformer les CHU marocains en organisations plus intégrées, plus résilientes et plus équitables ? Cette interrogation dépasse la simple dimension technique. Elle engage un débat sur la manière dont les technologies sont mobilisées, encadrées et orientées par des choix stratégiques, éthiques et politiques. L'IA, en tant qu'outil d'analyse et de prédiction, ne produit de la valeur que si elle est intégrée dans une architecture cohérente, capable d'aligner les processus cliniques, les ressources humaines, les données médicales et les infrastructures numériques. De la même manière, TOGAF, sans une réflexion sur ses finalités et ses conditions d'appropriation, risque de rester un cadre méthodologique abstrait, déconnecté des réalités de terrain.

Ainsi, ce travail s'efforce d'éviter deux écueils fréquents : celui d'un technocentrisme qui ferait de l'innovation numérique une fin en soi, et celui d'un conservatisme qui considérerait les CHU comme des institutions immuables, rétives à toute transformation. Notre hypothèse est qu'il existe une voie intermédiaire : un modèle marocain de gouvernance hospitalière numérique qui s'inspire des expériences internationales tout en respectant les spécificités locales, qu'elles soient institutionnelles, culturelles ou sociales. C'est à travers une analyse comparative de quatre cas emblématiques – Royaume-Uni, Estonie, Canada et Singapour – que nous chercherons à identifier les conditions de réussite, les obstacles rencontrés et les leçons transférables, afin d'élaborer des pistes de modélisation adaptées au contexte marocain.

1.4. Structure :

Afin de répondre à la problématique posée, l'article adopte une structuration en quatre grandes sections, correspondant chacune à un niveau d'analyse complémentaire. La première partie, dédiée aux fondements théoriques, pose les jalons conceptuels et analytiques nécessaires pour comprendre le rôle des architectures numériques et de l'intelligence artificielle (IA) dans la transformation des systèmes hospitaliers. Elle expose notamment la pertinence du cadre TOGAF comme outil d'alignement stratégique entre processus, données, applications et infrastructures, en soulignant ses apports et ses limites dans le domaine de la santé (The Open Group, 2018).

La deuxième partie constitue le cœur empirique de la recherche. Elle repose sur une analyse documentaire comparative de quatre expériences internationales : le National Health Service (Royaume-Uni), le système estonien de e-Health, Canada Health Infoway et le modèle singapourien IHiS. Chaque cas est examiné à travers trois dimensions : la structuration organisationnelle, l'usage des technologies d'IA et la gouvernance des données. L'objectif est de faire émerger des enseignements généraux tout en identifiant des spécificités contextuelles liées à l'histoire, aux institutions et aux priorités stratégiques de chaque pays (Greenhalgh et al., 2017).

La troisième partie propose une discussion critique des résultats. Elle met en évidence les convergences et divergences observées entre les cas étudiés et interroge leur transférabilité au Maroc. Il s'agit d'éviter à la



fois la tentation de l'uniformisation et le risque d'un particularisme excessif, en proposant des scénarios intermédiaires adaptés aux CHU marocains. Enfin, la quatrième partie conclut en formulant des pistes de modélisation et des recommandations pratiques. Elle insiste notamment sur la nécessité d'articuler innovation technologique et gouvernance responsable, dans une perspective de durabilité et de justice sanitaire (World Health Organization [WHO], 2021).

2. FONDEMENTS THEORIQUES

2.1. Cadre conceptuel de la recherche

L'examen des architectures numériques appliquées au secteur de la santé requiert de clarifier trois dimensions essentielles : le management hospitalier, l'architecture d'entreprise et l'intelligence artificielle. Ces trois pôles constituent le socle conceptuel sur lequel repose cette étude.

Premièrement, le management hospitalier est envisagé comme un processus de coordination et d'optimisation des ressources, visant à garantir la qualité et l'équité des soins dans un contexte marqué par la rareté des moyens. Les CHU, en raison de leur double vocation médicale et académique, doivent concilier des logiques parfois contradictoires : efficacité organisationnelle, formation des futurs professionnels et recherche scientifique. Cette complexité rend nécessaire l'adoption de cadres de gouvernance souples et intégrés. La littérature en sciences de gestion a montré que la performance hospitalière ne se réduit pas à des indicateurs financiers ou techniques, mais repose aussi sur la qualité relationnelle, la confiance institutionnelle et la capacité d'adaptation face aux crises (Mintzberg, 2017).

Deuxièmement, l'architecture d'entreprise, et plus particulièrement le référentiel TOGAF, apporte un langage commun et une méthodologie rigoureuse pour structurer l'action. Il s'agit d'un cadre qui permet d'aligner stratégie, organisation et technologies à travers quatre domaines : business, data, application et technology. Dans le secteur de la santé, l'intérêt de TOGAF réside dans sa capacité à dépasser les cloisonnements traditionnels entre services médicaux, départements administratifs et systèmes d'information. En ce sens, l'architecture d'entreprise ne se limite pas à un outil technique, mais constitue un instrument de gouvernance organisationnelle, capable de soutenir des projets complexes comme l'intégration du dossier médical électronique ou la gestion coordonnée des parcours de soins (Sessions, 2007).

L'intelligence artificielle représente donc, une dimension incontournable du cadre conceptuel. L'IA en santé peut être comprise comme un ensemble de méthodes algorithmiques visant à reproduire ou à compléter certaines fonctions cognitives humaines : diagnostic, détection de signaux faibles, prédiction d'évolutions cliniques, ou encore optimisation de la répartition des ressources. Cependant, son déploiement soulève des enjeux cruciaux liés à l'éthique, à la confidentialité et à la gouvernance des données médicales. Plusieurs travaux insistent sur le fait que la valeur de l'IA ne réside pas uniquement dans sa puissance de calcul, mais dans sa capacité à être intégrée dans des environnements institutionnels robustes et transparents (Topol, 2019). Ainsi, la combinaison de TOGAF et de l'IA offre une perspective intéressante : le premier assure la cohérence structurelle et organisationnelle, tandis que la seconde renforce la dimension prédictive et décisionnelle.

Ce triptyque – management hospitalier, architecture d'entreprise et IA – permet de construire un cadre conceptuel qui dépasse les visions technocentrées. L'objectif n'est pas seulement de moderniser les infrastructures ou d'introduire de nouveaux logiciels, mais de redéfinir la manière dont les hôpitaux se



conçoivent comme organisations apprenantes et adaptatives, capables d’anticiper les crises et de produire de la valeur collective.

2.1.1. Présentation de TOGAF et du modèle ADM

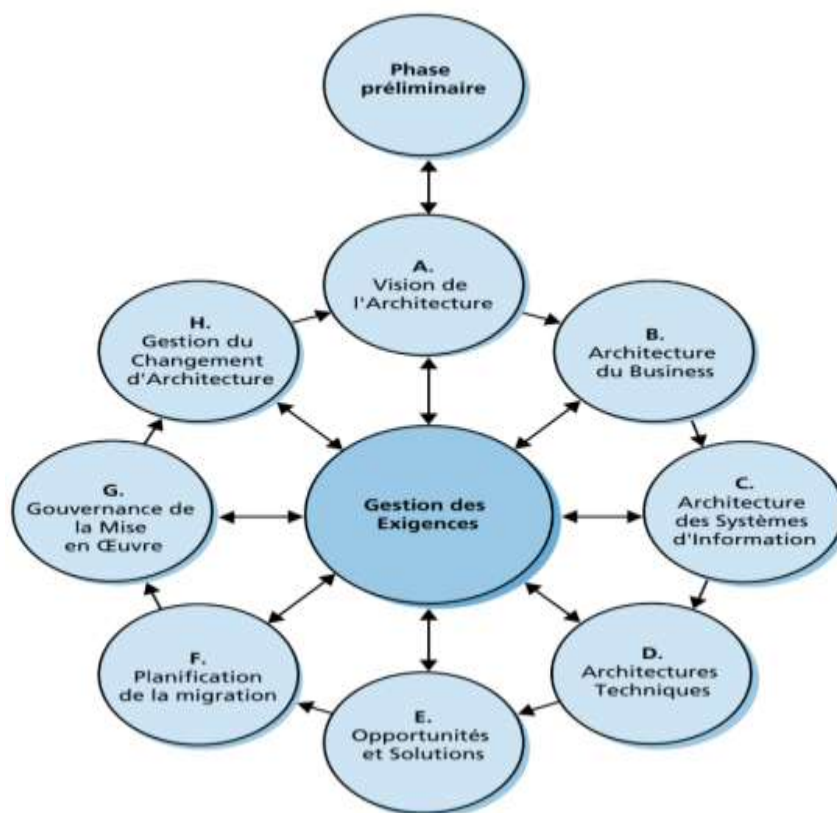
TOGAF (The Open Group Architecture Framework) est aujourd’hui reconnu comme l’un des cadres de référence les plus complets et les plus utilisés pour concevoir, piloter et maintenir l’architecture d’entreprise. Il repose sur une méthodologie intégrée et itérative qui vise à aligner la stratégie de l’organisation, ses processus métiers, ses flux d’information, ses applications et ses infrastructures technologiques dans une perspective de cohérence, de performance et de gouvernance durable.

Plus qu’un simple outil technique, TOGAF propose une véritable vision systémique du fonctionnement organisationnel, permettant de relier la planification stratégique aux opérations quotidiennes tout en assurant la traçabilité des décisions. Contrairement à une approche strictement technocentrée, il place la transformation organisationnelle au cœur de sa démarche et s’attache à garantir que chaque composante architecturale réponde aux besoins réels des parties prenantes, internes comme externes.

Ce cadre intègre également la gestion du changement et la gouvernance des exigences, afin d’assurer la pérennité des systèmes dans des environnements marqués par la complexité et la volatilité. TOGAF se distingue ainsi par sa capacité à accompagner les organisations dans l’adaptation continue de leurs modèles opérationnels face aux mutations économiques, réglementaires et technologiques. En ce sens, il constitue un instrument stratégique de pilotage favorisant à la fois l’agilité, la résilience et la création de valeur dans les organisations contemporaines.

Le noyau méthodologique de TOGAF est l’ADM (Architecture Development Method), qui propose un cycle structuré en plusieurs phases interconnectées, chacune adressant une dimension spécifique de l’architecture. L’ADM ne se limite pas à une séquence linéaire : il s’agit d’un processus itératif, cumulatif et adaptatif, capable d’incorporer en permanence de nouvelles exigences et de réviser les choix antérieurs. Cette souplesse méthodologique en fait un outil particulièrement pertinent pour des secteurs complexes tels que la santé, où les environnements évoluent rapidement et où les exigences organisationnelles, technologiques et réglementaires doivent être articulées avec rigueur et cohérence. TOGAF permet ainsi non seulement de planifier les transformations numériques, mais aussi de créer un langage commun entre décideurs, ingénieurs et praticiens, condition indispensable pour assurer une gouvernance efficace des systèmes hospitaliers (Josey, 2019).

Figure 1 : Le cycle ADM de TOGAF : phases principales et gestion des exigences.



Source : adapté de Josey, A. (2019). *The TOGAF Standard, Version 9.2: A Pocket Guide*, Van Haren Publishing, p. 28.

La figure ci-dessus illustre les huit phases du cycle ADM, organisées autour du noyau central de la gestion des exigences. Chaque phase a une fonction précise : la phase préliminaire prépare l'organisation à l'exercice d'architecture ; la phase A définit la vision stratégique ; les phases B, C et D concernent respectivement l'architecture du business, des systèmes d'information et des technologies ; la phase E identifie les opportunités et solutions ; la phase F planifie la migration ; la phase G assure la gouvernance de la mise en œuvre ; enfin, la phase H gère le changement d'architecture. L'élément transversal de gestion des exigences garantit que l'ensemble du processus reste aligné avec les besoins réels et actualisés de l'organisation.

Ce modèle met en évidence deux principes fondamentaux. Premièrement, la transformation architecturale ne peut être envisagée comme un processus ponctuel, mais comme un cycle continu, évolutif et itératif. Deuxièmement, la gouvernance des exigences constitue le pivot qui assure la pertinence et la durabilité de l'architecture. Ces caractéristiques expliquent pourquoi TOGAF est de plus en plus mobilisé dans des environnements complexes comme les hôpitaux universitaires, où la coordination entre acteurs, systèmes et données est déterminante.

Il convient toutefois de noter que la version 10 du standard TOGAF, publiée en 2022, introduit une approche plus modulaire et flexible. Elle permet d'adapter les principes de l'ADM à des contextes organisationnels variés, en intégrant notamment des pratiques agiles et des architectures orientées données. Cette évolution

confirme la capacité de TOGAF à accompagner les organisations dans des environnements numériques en mutation rapide, tels que ceux des systèmes de santé (The Open Group, 2022).

Pour mieux comprendre la logique de l'Architecture Development Method (ADM), il est essentiel de présenter de manière synthétique les différentes phases qui composent ce cycle. Chaque phase correspond à un domaine fonctionnel précis et contribue à la cohérence globale de l'architecture d'entreprise. Le tableau ci-dessous propose une description des étapes clés, en soulignant leur finalité respective et leur articulation autour du noyau central de la gestion des exigences.

Tableau 1 : Les phases principales de l'ADM de TOGAF et leurs fonctions

Phase	Fonction principale
Phase préliminaire	Préparer l'organisation : définir la capacité d'architecture, personnaliser le cadre, établir les principes d'architecture.
Phase A. Vision de l'Architecture	Définir la vision stratégique, clarifier les objectifs, obtenir l'adhésion des parties prenantes.
Phase B. Architecture du Business	Modéliser les processus métier, les capacités, la structure organisationnelle.
Phase C. Architecture des Systèmes d'Information	Définir l'architecture des applications et des données nécessaires pour soutenir les processus métier.
Phase D. Architectures Techniques	Spécifier l'infrastructure, les technologies, les normes, les plateformes.
Phase E. Opportunités et Solutions	Identification des initiatives, des coûts, des scénarios de migration.
Phase F. Planification de la migration	Élaborer le plan de transition, les jalons, la feuille de route.
Phase G. Gouvernance de la mise en œuvre	Surveiller la mise en œuvre, assurer la conformité et le respect des principes.
Phase H. Gestion du changement d'architecture	Réagir aux évolutions, ajuster l'architecture face aux nouvelles exigences ou disruptions.
Gestion des Exigences (au centre)	Élément transversal : collecte, suivi, mise à jour des exigences qui alimentent le cycle et assurent la pertinence permanente de l'architecture.

Source : élaboré par l'auteur, adapté de Josey, A. (2019). *The TOGAF Standard, Version 9.2: A Pocket Guide*. Van Haren Publishing, p. 28.

Ce tableau illustre la logique progressive de l'ADM : on passe d'une phase de préparation à une vision stratégique, puis à la déclinaison des architectures métier, informationnelles et techniques, avant d'aborder



les étapes liées aux solutions, à la migration et à la gouvernance. L'originalité de TOGAF réside toutefois dans le rôle central accordé à la gestion des exigences, qui assure la cohérence et l'adaptabilité de l'ensemble du processus. En plaçant les besoins organisationnels et stratégiques au centre du cycle, TOGAF garantit que chaque décision technique ou organisationnelle soit justifiée par une exigence clairement identifiée et validée. Cette caractéristique en fait un cadre particulièrement pertinent pour des environnements hospitaliers complexes, où les priorités peuvent évoluer rapidement sous l'effet de crises sanitaires, de contraintes budgétaires ou de nouvelles réglementations.

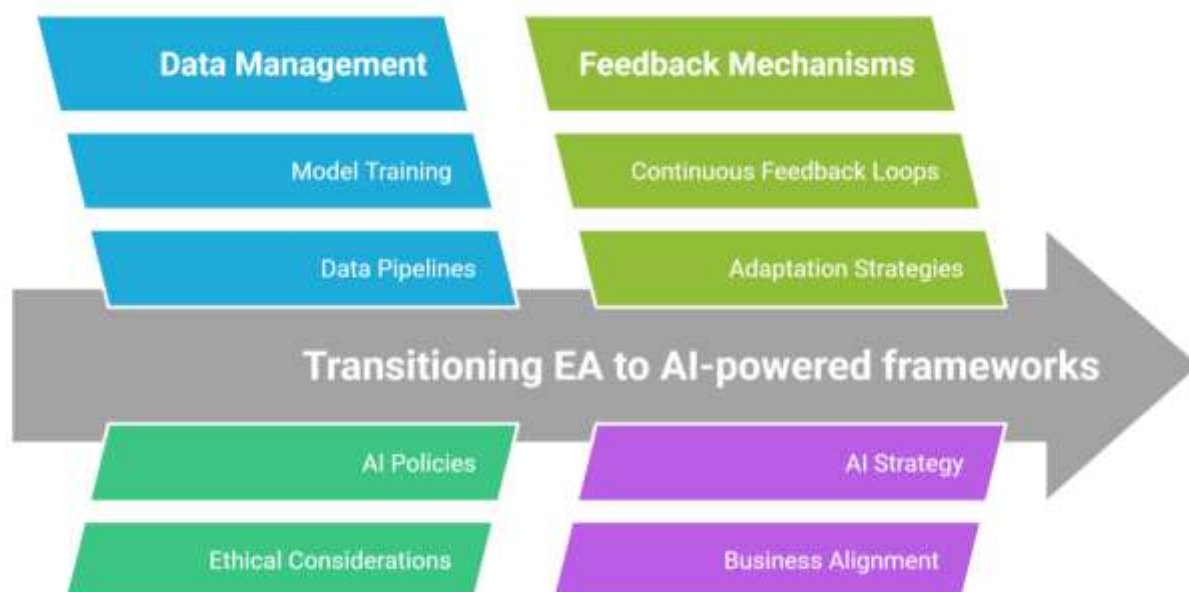
2.1.2. Architectures d'entreprise classiques (EA) vers des cadres renforcés par l'intelligence artificielle (AI-powered frameworks)

La transformation numérique dans le secteur de la santé ne peut se réduire à l'introduction ponctuelle de solutions technologiques ou à la simple digitalisation de processus existants. Elle suppose une refonte profonde de la manière dont les organisations conçoivent, pilotent et adaptent leurs architectures dans la durée. Dans un environnement hospitalier, où les exigences de qualité, de rapidité et de sécurité sont particulièrement élevées, cette transformation doit répondre à un triple défi : garantir la fiabilité et la traçabilité des données médicales, assurer une gouvernance éthique et responsable des systèmes, et renforcer la capacité d'adaptation des institutions face à l'incertitude et à l'évolution constante des besoins sanitaires. Dans ce contexte, l'architecture d'entreprise (EA), lorsqu'elle est articulée à l'intelligence artificielle (IA), fournit un cadre puissant et intégré pour relever ces défis et pour accompagner la transition vers une gouvernance numérique plus robuste.

Les travaux récents montrent que l'IA peut jouer un rôle structurant dans l'évolution des cadres d'architecture, en permettant de dépasser les logiques purement techniques pour introduire des mécanismes d'auto-apprentissage, d'optimisation en continu et de réactivité accrue (Dwivedi et al., 2021). L'IA ne se limite pas à des outils de diagnostic ou de prédiction isolés ; elle agit comme un véritable catalyseur organisationnel qui transforme la gouvernance, la planification stratégique et les modalités de prise de décision. Dans ce sens, les hôpitaux ne peuvent plus être appréhendés comme de simples institutions administratives ou médicales, mais comme des systèmes socio-techniques complexes où les architectures classiques doivent être réinventées. Cette réinvention passe par l'intégration de dimensions nouvelles : qualité et intégrité des pipelines de données, formation et mise à jour continue des modèles algorithmiques, existence de boucles de rétroaction pour corriger et améliorer les processus, ainsi que dispositifs d'adaptation organisationnelle permettant de gérer l'imprévu.

Cette évolution illustre le passage progressif d'une architecture d'entreprise traditionnelle, centrée sur la standardisation et la rationalisation, vers des cadres renforcés par l'intelligence artificielle (AI-powered frameworks), plus dynamiques, plus flexibles et mieux alignés avec les besoins évolutifs du secteur de la santé. Ces cadres hybrides ne cherchent pas seulement à optimiser les processus existants, mais à transformer en profondeur la manière dont les organisations hospitalières conçoivent leur stratégie numérique, gouvernent leurs données et mobilisent les innovations technologiques. La figure suivante illustre cette dynamique de transition, en mettant en lumière les principales composantes qui permettent de passer d'une architecture d'entreprise classique à un modèle enrichi et consolidé par l'IA.

Figure 2 : Transition des architectures d'entreprise vers des cadres renforcés par l'intelligence artificielle



Source : *The Open Group (2022) et adapté à partir de schémas de transition EA-IA.*

Cette figure illustre quatre dimensions essentielles qui structurent la transition vers des architectures « augmentées » par l'intelligence artificielle.

La gestion des données (Data Management) constitue la fondation du processus. Sans données fiables, structurées et interopérables, aucune stratégie d'IA ne peut produire des résultats robustes. La littérature sur les systèmes hospitaliers insiste sur le rôle clé de la gouvernance des données dans l'amélioration de la qualité des soins et dans la réduction des erreurs médicales (Reddy & Aggarwal, 2020). Dans le cas marocain, la fragmentation actuelle des dossiers médicaux plaide pour une architecture de données unifiée, condition sine qua non à l'intégration de l'IA.

Les mécanismes de rétroaction (Feedback Mechanisms), tels que les boucles continues et les stratégies d'adaptation, assurent l'apprentissage organisationnel et l'agilité. Dans le secteur de la santé, cela se traduit par la capacité à ajuster en temps réel les protocoles cliniques ou les plans de gestion des ressources en fonction des signaux fournis par l'IA. Ces mécanismes contribuent à renforcer la résilience des institutions hospitalières face aux crises sanitaires ou aux variations de la demande (Greenhalgh et al., 2017).

Les politiques et considérations éthiques (AI Policies, Ethical Considerations) rappellent que l'IA ne peut être déployée sans un cadre normatif solide. Les débats autour de l'opacité algorithmique, de la confidentialité des données médicales et des biais dans les modèles prédictifs sont particulièrement vifs (Floridi & Chiriatti, 2020). L'adoption d'architectures intégrant explicitement des garde-fous éthiques est donc indispensable pour garantir l'acceptabilité sociale et la conformité aux réglementations internationales.

L'alignement stratégique (AI Strategy, Business Alignment) souligne enfin que la finalité d'une telle transformation n'est pas technologique, mais organisationnelle. L'IA doit s'inscrire dans une stratégie globale de santé, capable d'améliorer la performance hospitalière, de soutenir la recherche clinique et



d'accroître la satisfaction des patients. C'est précisément cette articulation entre innovation technologique et objectifs institutionnels qui détermine la réussite ou l'échec des projets de transformation numérique dans les hôpitaux (WHO, 2021).

Ainsi, la transition vers des cadres d'architecture renforcés par l'IA ne peut réussir que si ces quatre dimensions sont abordées simultanément. Dans le contexte marocain, cela implique d'investir dans l'infrastructure de données, de développer une culture de l'adaptation et de la rétroaction, de mettre en place une gouvernance éthique robuste et d'intégrer les projets d'IA dans la stratégie nationale de santé. Ce modèle rejoint les recommandations internationales qui soulignent la nécessité de considérer la transformation numérique comme un processus sociotechnique global, et non comme une simple modernisation technique (The Open Group, 2022; Topol, 2019).

2.2. Ancrage théorique de la recherche

L'ancrage théorique de cette recherche se situe à l'intersection de trois champs disciplinaires : la gouvernance des organisations hospitalières, les cadres d'architecture d'entreprise et les approches contemporaines de l'intelligence artificielle en santé. Ces traditions intellectuelles ne se développent pas en parallèle, mais s'articulent dans un dialogue fécond qui permet de comprendre comment les centres hospitaliers universitaires (CHU) peuvent intégrer les technologies numériques dans des logiques de gouvernance cohérentes et durables.

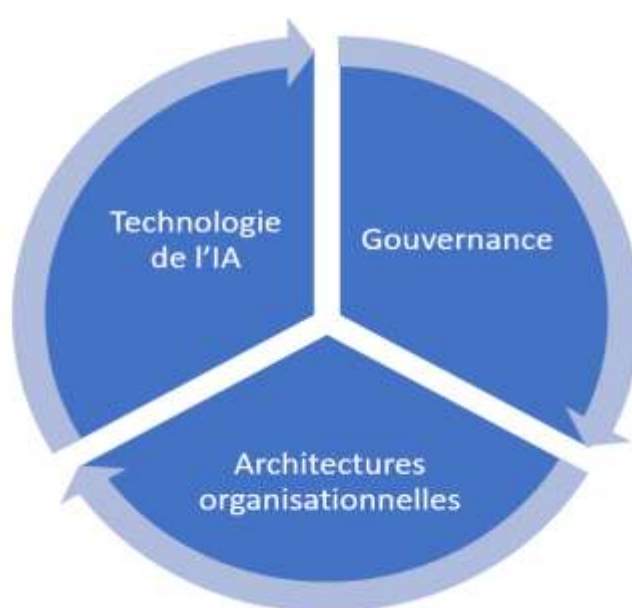
Premièrement, la littérature sur la gouvernance hospitalière met en avant la tension entre rationalité managériale et mission de service public. Les hôpitaux ne sont pas de simples organisations productives, mais des institutions sociales dotées d'une forte légitimité. La gouvernance doit donc arbitrer entre des exigences contradictoires : efficacité financière, qualité des soins, équité sociale et innovation scientifique. Cette tension, largement documentée par les approches institutionnalistes, souligne la difficulté d'introduire des logiques managériales dans des environnements marqués par l'autonomie médicale et la complexité des pratiques (Scott, Ruef, Mendel & Caronna, 2000).

Deuxièmement, les cadres d'architecture d'entreprise, en particulier TOGAF, fournissent une grille d'analyse utile pour dépasser les cloisonnements organisationnels et technologiques. Ils proposent un langage commun reliant niveaux stratégiques, opérationnels et techniques dans un schéma de cohérence. La recherche en systèmes d'information a montré que les organisations capables d'adopter des architectures intégrées gagnent en agilité, en résilience et en capacité d'innovation (Ross, Weill & Robertson, 2006). Dans le secteur hospitalier, cela signifie que l'intégration des données médicales, des systèmes de gestion et des applications cliniques ne relève pas seulement de la technique, mais constitue un enjeu de gouvernance stratégique.

Troisièmement, la littérature sur l'intelligence artificielle en santé insiste sur son potentiel transformateur, tout en mettant en garde contre les risques d'un déploiement non encadré. Les applications vont de l'aide au diagnostic par imagerie à la gestion prédictive des lits, en passant par la maintenance des équipements biomédicaux. Mais ces apports ne prennent sens qu'au regard des structures institutionnelles et normatives qui en définissent les usages. Comme le soulignent Reddy et Aggarwal (2020), l'IA ne peut produire des bénéfices durables que si elle s'inscrit dans des dispositifs de gouvernance clairs et orientés vers l'intérêt public.

En combinant ces trois approches, notre ancrage théorique met en évidence la nécessité d'articuler cadres de gouvernance, architectures organisationnelles et technologies de l'IA. L'innovation ne réside pas dans l'adoption unilatérale de solutions numériques, mais dans la conception d'architectures cohérentes capables d'intégrer l'IA de manière éthique, efficiente et adaptée au contexte. Ainsi, la transformation numérique hospitalière ne peut être pensée à partir d'un seul registre disciplinaire, mais à travers une combinaison de dimensions complémentaires, permettant d'imaginer des modèles de gouvernance hospitalière numérique cohérents, adaptatifs et éthiques. La figure suivante illustre cette articulation.

Figure 3. Les trois piliers théoriques de la recherche : gouvernance, architectures organisationnelles et intelligence artificielle



Source : élaboré par l'auteur.

Cette représentation circulaire met en évidence l'interdépendance des trois piliers. La **gouvernance** constitue le cadre institutionnel et normatif qui oriente les choix stratégiques et assure la légitimité des transformations. Les **architectures organisationnelles**, appuyées sur des référentiels comme TOGAF, fournissent les outils méthodologiques nécessaires pour structurer les processus, aligner les systèmes d'information et garantir la cohérence globale. Enfin, la **technologie de l'IA** introduit une capacité de traitement, de prédiction et d'optimisation inédite, permettant d'accroître l'efficacité et la réactivité des hôpitaux.

Ce schéma rappelle que l'IA, en elle-même, ne constitue pas une solution miracle : son impact dépend des conditions institutionnelles et organisationnelles dans lesquelles elle est intégrée (Floridi & Chiriatti, 2020). De même, les architectures ne sauraient être réduites à de simples schémas techniques : elles acquièrent toute leur valeur lorsqu'elles sont reliées à des objectifs de gouvernance clairs et à des usages technologiques pertinents (Ross, Weill, & Robertson, 2006). L'articulation entre ces trois dimensions constitue ainsi le socle théorique de cette recherche, en posant les bases d'une réflexion sur la manière dont les CHU marocains pourraient bâtir un modèle de gouvernance hospitalière numérique adapté à leurs spécificités.



2.3. Revue de littérature empirique

L'analyse empirique des expériences internationales récentes est indispensable pour comprendre comment l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) et des cadres d'architecture numérique peut transformer la gouvernance hospitalière. Les cas du Royaume-Uni, de l'Estonie, du Canada et de Singapour illustrent quatre trajectoires différentes : certaines centrées sur l'innovation clinique, d'autres sur la gouvernance des données, d'autres encore sur la santé populationnelle ou les modèles hospitaliers intégrés. Cette diversité permet de mettre en lumière les conditions de réussite, mais aussi les obstacles et tensions qui accompagnent ces transformations.

Le Royaume-Uni : le NHS et la diversification des usages de l'IA

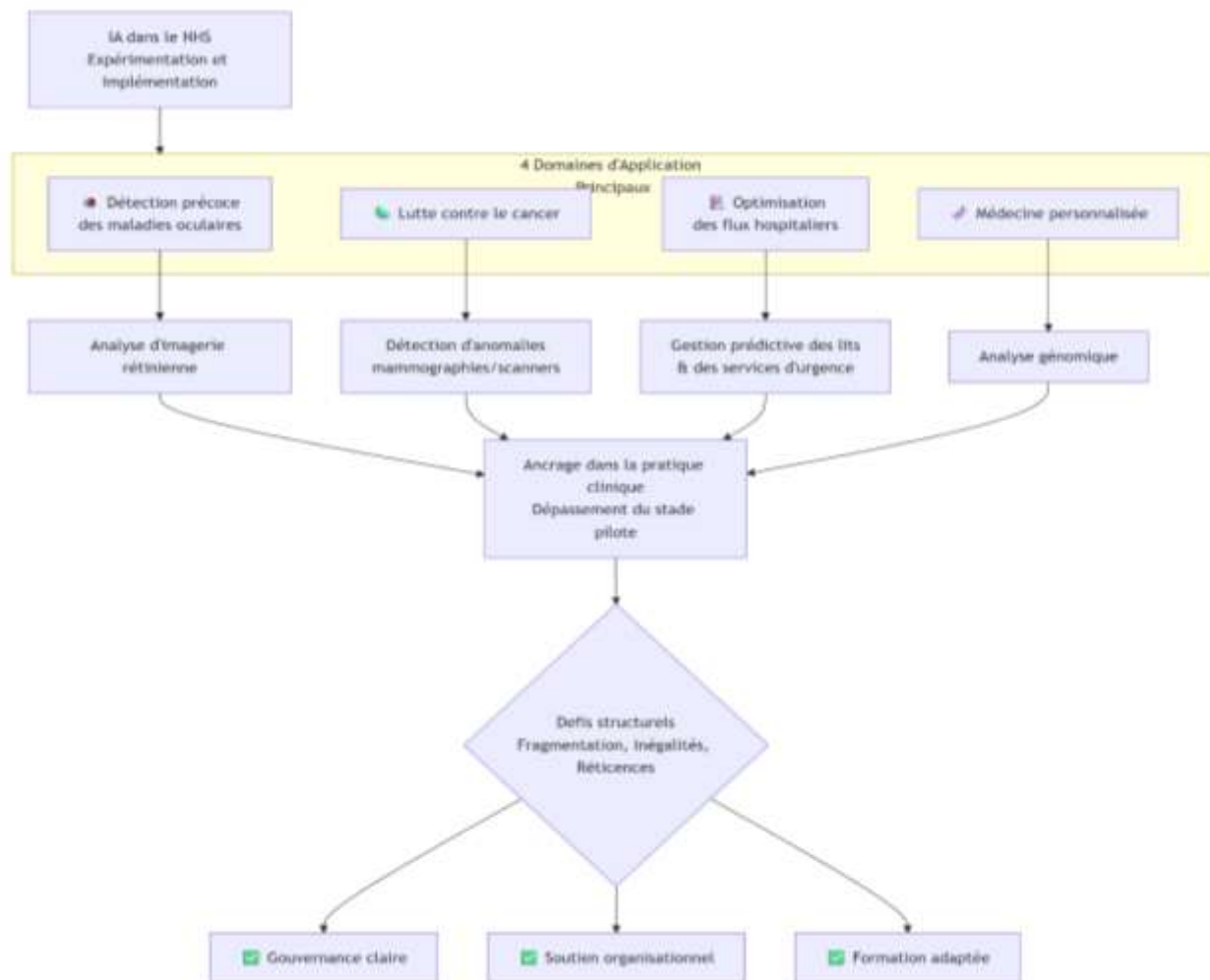
Le cas britannique du *National Health Service* (NHS) illustre la longévité d'un modèle fondé sur l'universalité et son adaptation progressive aux mutations technologiques. Créé en 1948 dans le contexte de l'État-providence, le NHS repose sur trois principes : universalité de l'accès, gratuité des soins au point d'utilisation et financement public par l'impôt. Considéré comme une référence internationale en matière de justice sociale, il a toutefois été confronté à des contraintes budgétaires, au vieillissement de la population et à la hausse constante de la demande en soins. C'est dans ce cadre institutionnel, à la fois légitime et fragilisé, que s'inscrit aujourd'hui la diversification des usages de l'intelligence artificielle en santé.

L'IA dans le NHS dépasse désormais le stade expérimental pour s'ancrer dans la pratique clinique (Marr, 2023). Quatre domaines prioritaires se dégagent : (1) la détection précoce des maladies oculaires ; (2) la lutte contre le cancer par l'analyse automatisée des images médicales ; (3) l'optimisation des flux hospitaliers grâce à des modèles prédictifs ; et (4) le développement de la médecine personnalisée fondée sur l'exploitation des données génomiques.

Ces usages reposent sur des infrastructures solides : bases de données centralisées, réseaux d'imagerie et plateformes de recherche biomédicale. L'IA s'inscrit ainsi dans la continuité d'une longue tradition britannique d'investissement dans les sciences médicales et de structuration des collaborations entre universités, laboratoires et hôpitaux. Cependant, l'implantation de ces innovations reste limitée par plusieurs obstacles : fragmentation du NHS en *Trusts* autonomes, inégalités d'équipement entre hôpitaux et réticences professionnelles liées à la transparence algorithmique et à l'autonomie clinique.

La figure ci-dessous propose une cartographie simplifiée de ces usages, mettant en lumière leur diversité ainsi que les défis qui conditionnent leur mise en œuvre. Le NHS tente ainsi de conjuguer ses principes fondateurs avec l'adoption de technologies avancées, mais doit relever le défi d'une intégration équitable et homogène de l'IA.

Figure 4. Domaines d'application et défis de l'IA dans le NHS



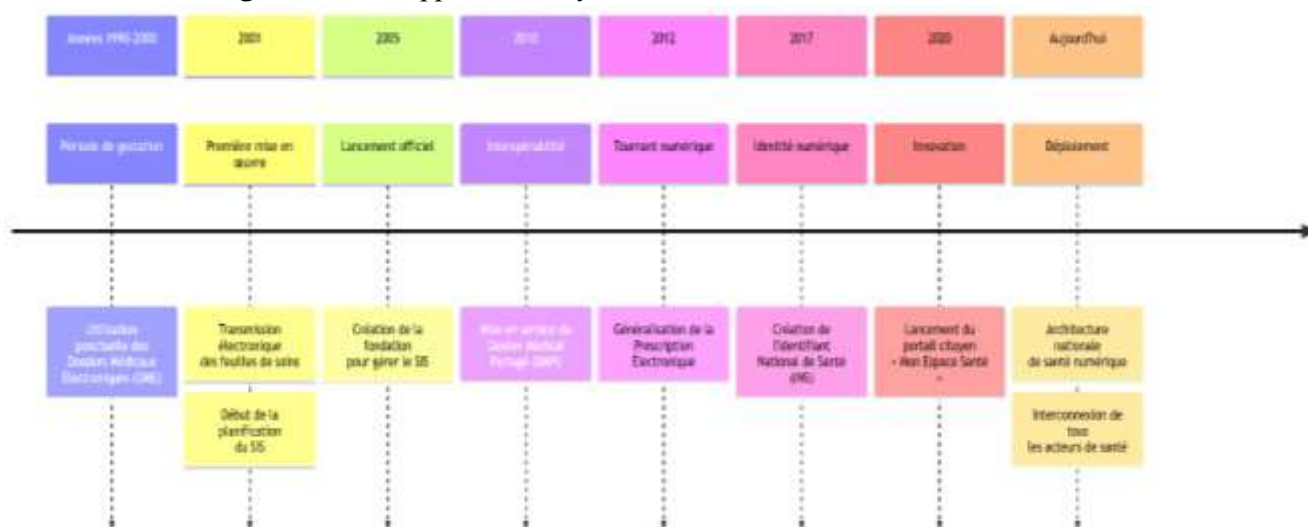
Source : élaboré par l'auteur, inspiré de Marr (2023) et Ramsay et al. (2025).

En parallèle, plusieurs projets récents financés par le *NHS AI Lab* expérimentent des outils de radiologie automatisée, de triage clinique et de détection précoce des pathologies dans divers *Trusts*, avec des résultats jugés globalement encourageants (Ramsay et al., 2025). Ces initiatives illustrent une volonté institutionnelle d'intégrer progressivement l'IA au cœur des pratiques hospitalières, tout en évaluant sa valeur ajoutée en termes d'efficacité et de sécurité. Toutefois, ces avancées se heurtent encore à des difficultés structurelles persistantes : fragmentation institutionnelle entre *Trusts*, inégalités marquées d'équipement et de ressources numériques entre hôpitaux, ainsi que réticences culturelles et professionnelles de certains praticiens face à l'automatisation (Liu et al., 2025). Le cas britannique démontre ainsi que l'innovation technologique ne peut suffire à elle seule : elle doit impérativement s'accompagner d'une gouvernance claire, d'un soutien organisationnel fort, d'investissements ciblés en infrastructures et de programmes de formation continue adaptés aux besoins des professionnels de santé.

L'Estonie : une architecture d'entreprise au service de la souveraineté numérique

L'Estonie représente un cas particulièrement riche pour analyser la manière dont une gouvernance numérique cohérente peut structurer la transformation du secteur de la santé. Dès les années 1990, le pays a expérimenté des solutions de dossiers médicaux électroniques (EMR) au niveau local, dans certains hôpitaux et cliniques. Toutefois, ces initiatives fragmentées limitaient l'interopérabilité et la portée stratégique du numérique en santé. Consciente de ces contraintes, l'Estonie a opéré dès 2001 un changement de paradigme : passer d'un modèle centré sur le DME à un modèle unifié de Dossier Médical Électronique national (EHR), accessible à l'ensemble des citoyens et interconnecté avec les pharmacies, laboratoires et prestataires de soins.

Figure 5: Développement du système d'information de santé en Estonie



Source : élaboré par l'auteur, inspiré de Aaviksoo (2016) et Wibowo et al. (2025).

La figure ci-dessus illustre les étapes successives de ce processus, depuis la phase de gestation des années 1990 jusqu'au déploiement d'une véritable architecture nationale de santé numérique. Après une première phase d'expérimentations ponctuelles (DME), l'année 2001 marque le lancement officiel de la transmission électronique des feuilles de soins et la planification du futur système intégré. En 2005, une fondation dédiée est créée pour assurer la gouvernance du système d'information de santé (SIS). En 2010, l'interopérabilité devient un principe directeur avec la mise en service du Dossier Médical Partagé (EHR). Cette étape constitue un tournant décisif : elle fait basculer le pays d'une logique fragmentée (EMR locaux) vers une logique intégrée et souveraine.

Par la suite, plusieurs jalons confirment cette orientation : la généralisation de la prescription électronique en 2012, la création de l'Identifiant National de Santé (INS) en 2017, puis l'innovation citoyenne avec le portail Mon Espace Santé en 2020. Aujourd'hui, l'Estonie déploie une architecture numérique pleinement interconnectée, reliant l'ensemble des acteurs de santé et ouvrant la voie à des usages avancés de l'IA pour l'épidémiologie et la gestion des maladies chroniques (Aaviksoo, 2016 ; Wibowo et al., 2025).

Ce modèle démontre que le passage de l'EMR à l'EHR ne constitue pas seulement une évolution technique, mais un changement systémique de gouvernance et d'architecture. Il illustre l'importance de bâtir une infrastructure robuste et interopérable avant de déployer des applications plus sophistiquées comme



l'intelligence artificielle. Pour le Maroc, l'expérience estonienne incite à investir prioritairement dans la cohérence des données et la gouvernance nationale, afin de préparer le terrain à une adoption progressive et durable des technologies émergentes.

Le Canada : IA et santé populationnelle

Le Canada, en raison de son système fédéral, illustre une approche hybride et différenciée. *Canada Health Infoway* soutient depuis plusieurs années la modernisation numérique, mais les initiatives récentes mettent particulièrement l'accent sur l'usage de l'IA pour la santé populationnelle. Plusieurs provinces expérimentent des modèles prédictifs capables d'anticiper la demande hospitalière, d'identifier les zones à risque en cas d'épidémie et d'optimiser la gestion des maladies chroniques (Shaw et al., 2020 ; Wibowo et al., 2025).

Cette approche repose sur une architecture fédérative, capable de concilier décentralisation et cohérence nationale. Toutefois, l'inégale capacité des provinces en matière d'infrastructures et de ressources humaines qualifiées reste un frein majeur (Bhatia & Shojania, 2020). Le cas canadien révèle que l'IA peut devenir un outil stratégique de gouvernance, mais que son efficacité dépend fortement du degré d'équité et de solidarité institutionnelle entre régions.

Singapour : l'hôpital intelligent et l'intégration accélérée de l'IA

Le cas singapourien illustre une approche systémique de la transformation numérique en santé. Confronté à une population vieillissante, à une hausse rapide des maladies chroniques et à des coûts croissants, le pays a adopté dès 2017 la stratégie des « 3 Beyond » définie par le ministère de la Santé :

1. **Beyond Healthcare to Health** : passer d'une logique de soins curatifs à une prévention active, via le dépistage précoce et la promotion de modes de vie sains ;
2. **Beyond Hospital to Community** : déplacer progressivement les soins de l'hôpital vers les cliniques de proximité, puis vers le domicile, afin de favoriser l'« aging in place » ;
3. **Beyond Quality to Value** : améliorer les résultats tout en réduisant les coûts et les gaspillages, grâce à une meilleure efficacité organisationnelle (Liu, Ko, Heng, Ngiam, & Feng, 2020).

Dans ce contexte, l'IA apparaît comme un levier central de la réorganisation des services de santé. Elle est utilisée pour la détection précoce du diabète et des maladies cardiovasculaires, pour le suivi des patients à domicile grâce à la télémédecine, ainsi que pour la gestion prédictive des flux hospitaliers. Les *healthcare datathons*, illustrés par la figure ci-jointe, constituent un dispositif innovant : ils permettent de réunir chercheurs, cliniciens, ingénieurs et acteurs publics autour de projets collaboratifs, depuis l'identification des problèmes jusqu'à la présentation des résultats. Ce modèle favorise une culture de l'innovation ouverte et accélère le transfert des solutions IA vers la pratique clinique.

Figure 6. Le rôle des healthcare datathons dans l'écosystème d'innovation en santé à Singapour.



Source : Liu et al. (2020)*¹

Cette approche met en évidence plusieurs enseignements. Premièrement, la transformation numérique n'est pas seulement technologique, mais organisationnelle et culturelle : elle repose sur la collaboration interdisciplinaire et la participation des communautés médicales et citoyennes. Deuxièmement, la centralisation de la gouvernance via des agences comme *IHiS/Synapse* facilite l'alignement entre la stratégie nationale et les pratiques hospitalières. Enfin, la place donnée à l'expérimentation (datathons, prototypes, partenariats public-privé) permet de réduire le temps entre la conception et l'implémentation des solutions IA.

2.4. Ancrage empirique et enseignements pour le Maroc

L'analyse croisée des expériences britannique, estonienne, canadienne et singapourienne met en évidence un ensemble de leçons pertinentes pour la transformation numérique du système hospitalier marocain. Ces trajectoires internationales montrent que la réussite d'une gouvernance numérique intégrée dépend moins des technologies elles-mêmes que de la manière dont elles s'inscrivent dans une architecture cohérente, soutenue par une gouvernance claire et par une culture organisationnelle ouverte à l'innovation.

Premièrement, l'expérience de l'Estonie rappelle que toute réforme numérique crédible commence par la construction d'une infrastructure robuste, interopérable et souveraine. Le passage du Dossier Médical Électronique local (EMR) au Dossier Médical Partagé national (EHR) a permis à ce pays d'assurer la continuité et la qualité des données, condition essentielle à l'adoption d'outils d'intelligence artificielle. Pour le Maroc, cette expérience plaide pour une unification progressive des systèmes d'information hospitaliers, soutenue par une gouvernance nationale harmonisée et des standards d'interopérabilité partagés (Aaviksoo, 2016 ; Wibowo et al., 2025). Cette démarche serait un préalable nécessaire à toute stratégie d'intégration de l'IA dans la santé publique.

* <https://www.frontiersin.org/journals/digital-health/articles/10.3389/fdgth.2020.592121/full>



Deuxièmement, le cas du Royaume-Uni illustre que l'introduction de l'IA dans les pratiques cliniques ne peut aboutir sans un accompagnement organisationnel solide. Les progrès du *National Health Service* (NHS) dans la radiologie, la planification hospitalière et la médecine personnalisée (Marr, 2023 ; Ramsay et al., 2025) démontrent la pertinence d'une adoption progressive, ciblée sur des domaines prioritaires. Toutefois, les défis rencontrés – fragmentation institutionnelle, disparités régionales, résistance culturelle – montrent que la réussite passe par la formation continue des professionnels, l'implication active des praticiens et l'existence d'une gouvernance adaptative. Pour les hôpitaux marocains, ces enseignements invitent à intégrer la transformation numérique dans une approche globale du changement organisationnel et de la gestion des compétences.

Troisièmement, le modèle canadien met en lumière l'importance d'une approche populationnelle et préventive de la santé numérique. L'usage de l'IA pour anticiper les épidémies, suivre les maladies chroniques et optimiser la répartition des ressources sanitaires (Shaw et al., 2020 ; Wibowo et al., 2025) fournit un cadre d'inspiration intéressant pour le Maroc, où les inégalités territoriales en matière d'accès aux soins demeurent significatives. La leçon canadienne plaide pour des **architectures fédératives** permettant d'adapter les solutions aux réalités locales tout en assurant une cohérence nationale, à travers un cadre commun d'interopérabilité et de gouvernance des données.

Enfin, l'expérience de Singapour démontre la valeur d'une vision stratégique centralisée et d'une culture de l'innovation collaborative. Les programmes de dépistage et de prévention fondés sur des outils d'IA, combinés à des initiatives d'expérimentation et de formation interdisciplinaire (Liu et al., 2020), montrent que la transformation numérique repose sur la coopération entre acteurs publics, scientifiques et professionnels de santé. Dans le contexte marocain, cette approche invite à promouvoir des espaces d'innovation ouverte où chercheurs, médecins, ingénieurs et décideurs publics pourraient concevoir et tester des solutions adaptées aux besoins des établissements hospitaliers.

Au Maroc, plusieurs initiatives publiques récentes – telles que la modernisation progressive du Système National d'Information Sanitaire (SNIS), la mise en œuvre du programme e-Santé 2025, ou encore l'introduction du dossier patient informatisé dans certains hôpitaux pilotes – témoignent d'une dynamique de digitalisation en marche. Toutefois, ces actions restent souvent fragmentées et inégalement coordonnées. L'enjeu n'est donc pas uniquement technologique, mais institutionnel et organisationnel : il s'agit de doter le système de santé d'une architecture d'entreprise claire, inspirée de cadres tels que TOGAF, pour renforcer la cohérence des projets et assurer leur pérennité.

En synthèse, les enseignements tirés de ces quatre cas convergent vers une même conclusion : la transformation numérique hospitalière doit s'appuyer sur une architecture intégrée, encadrée par une gouvernance forte et soutenue par une culture organisationnelle inclusive. Pour les CHU marocains, trois priorités stratégiques se dégagent :

1. **Construire une architecture nationale interopérable** permettant d'unifier les données de santé et d'assurer la continuité des soins.
2. **Mettre en place une gouvernance éthique et transparente** de l'IA et des systèmes d'information hospitaliers, conforme aux principes de sécurité et de souveraineté numérique.

3. **Développer des dispositifs d’accompagnement** (formation, innovation collaborative, participation citoyenne) pour renforcer l’appropriation durable des innovations numériques et consolider la confiance entre institutions, professionnels et citoyens.

3. CADRE EMPIRIQUE DE LA RECHERCHE

3.1. Méthodologie déployée :

La présente recherche adopte une approche qualitative, de type documentaire et comparative, visant à analyser de manière critique les expériences internationales en matière d’intégration de l’intelligence artificielle (IA) et des architectures numériques dans les systèmes hospitaliers. Elle s’inscrit dans une logique abductive, combinant déduction théorique (mobilisation du cadre TOGAF et des principes de gouvernance hospitalière) et induction empirique (analyse de cas réels observés dans la littérature et les rapports institutionnels).

Cette démarche repose sur trois principes méthodologiques complémentaires :

1. la sélection raisonnée de cas de référence internationaux,
2. l’analyse thématique et comparative des données recueillies,
3. l’ancrage de l’interprétation dans un cadre conceptuel unifié (TOGAF – IA – gouvernance hospitalière).

▪ Délimitation du terrain et du corpus

Le terrain de recherche est documentaire et repose sur un corpus d’expériences hospitalières issues de quatre contextes nationaux : le Royaume-Uni, l’Estonie, le Canada et Singapour. Ces pays ont été retenus selon un échantillonnage théorique (Yin, 2018), en raison de leurs structures de gouvernance contrastées :

- centralisées (Estonie, Singapour),
- fédératives (Canada),
- hybrides et décentralisées (Royaume-Uni).

Ce choix permet de couvrir une diversité de modèles, de niveaux de maturité numérique et de mécanismes de gouvernance, tout en identifiant les éléments transférables au contexte marocain. Le corpus empirique comprend :

- des publications scientifiques indexées (Scopus, Web of Science, PubMed, 2018–2025),
- des rapports institutionnels (*World Health Organization, National Health Service, Canada Health Infoway, Synapse Singapore, The Open Group*),
- des documents stratégiques marocains (*Plan e-Santé Maroc 2025, Système National d’Information Sanitaire, rapports DGSSI*).

Ce corpus constitue le « terrain documentaire » de la recherche et non un terrain d’observation directe.

▪ Justification de l’approche

Le choix d’une approche documentaire comparative répond à la nature exploratoire du sujet. Dans le champ de la gouvernance hospitalière numérique, les données primaires sont encore rares et



dispersées, tandis que les expériences étrangères offrent une matière empirique riche pour élaborer des modèles conceptuels contextualisables.

Ainsi, la démarche s'appuie sur la triangulation des sources (Bowen, 2009) afin de garantir la fiabilité des résultats et de réduire le biais d'une source unique. Cette méthode permet de croiser des perspectives politiques (cadres stratégiques), techniques (architectures hospitalières) et managériales (processus de gouvernance) dans une lecture systémique.

▪ Données et techniques d'analyse

L'analyse repose sur la méthode du pattern matching (Yin, 2018), c'est-à-dire la recherche de correspondances entre les schémas observés dans les cas étudiés et les configurations théoriques proposées par le cadre conceptuel. Cette méthode permet de confronter empiriquement les modèles issus de la littérature (TOGAF, gouvernance hospitalière, IA) aux configurations concrètes relevées dans les quatre pays de référence. Elle a été appliquée à une grille thématique inter-cas élaborée selon quatre dimensions principales inspirées du cadre TOGAF, garantissant ainsi une cohérence entre l'analyse empirique et la structure théorique du travail :

- **Architecture organisationnelle et processus métiers (Business Architecture) :** identification des structures de pilotage, des circuits décisionnels, et des rôles attribués aux acteurs hospitaliers dans la transformation numérique ;
- **Architecture des données et interopérabilité (Data Architecture) :** étude des mécanismes de standardisation, de partage et de qualité des données, ainsi que des dispositifs de protection et de traçabilité ;
- **Architecture applicative et intégration de l'IA (Application Architecture) :** observation des modalités d'intégration des outils d'intelligence artificielle aux systèmes d'information hospitaliers, de leurs finalités (cliniques, administratives, logistiques) et de leurs conditions d'adoption ;
- **Architecture technologique et sécurité (Technology Architecture) :** analyse des infrastructures techniques, des exigences de cybersécurité, de la résilience opérationnelle et des mécanismes de continuité d'activité (PRA/PCA).

Chaque cas a d'abord fait l'objet d'une analyse intra-cas visant à mettre en évidence les spécificités institutionnelles, réglementaires et organisationnelles propres à chaque contexte national, avant d'être intégré à une analyse inter-cas comparative. Cette seconde étape a permis d'identifier les schémas communs, les écarts structurels et les leviers de transférabilité entre les différents modèles de gouvernance numérique hospitalière.

La grille d'analyse ainsi mobilisée a servi d'outil de classification systématique des informations, regroupées autour de catégories récurrentes telles que la gouvernance, les infrastructures, les pratiques d'IA, le cadre éthique, la sécurité et les résultats institutionnels. Cette structuration thématique a facilité la comparaison transversale et la mise en évidence des **relations de causalité** entre les dimensions architecturales et les performances observées. Elle a également contribué à renforcer la **validité interne de la recherche** en permettant de vérifier la cohérence entre les observations empiriques et les hypothèses du modèle conceptuel proposé.

▪ Synthèse méthodologique

En combinant analyse documentaire, approche comparative et logique abductive, la recherche vise à produire un modèle interprétatif ancré dans la réalité empirique et transférable au Maroc. Le rôle de TOGAF y est double :

- comme référentiel d'analyse, il fournit une grille structurante pour interpréter les résultats ;
- comme outil de projection, il sert à construire un modèle conceptuel de gouvernance numérique hospitalière adapté aux CHU marocains.

Ainsi, la méthodologie déployée ne cherche pas à reproduire mécaniquement des modèles étrangers, mais à dégager des principes d'architecture et de gouvernance contextualisés, conciliant rigueur scientifique et applicabilité nationale.

3.2. Présentation et discussion des résultats :

L'analyse comparative des quatre cas étudiés met en évidence des dynamiques communes mais aussi des spécificités propres à chaque contexte national. Cette section présente les résultats en deux temps : d'abord une synthèse des apports empiriques de chaque cas, puis une discussion critique en lien avec le cadre conceptuel mobilisé (TOGAF, gouvernance et IA).

❖ Résultats par cas

▪ Royaume-Uni – NHS :

L'expérience du NHS montre que l'IA est désormais utilisée dans des domaines cliniques stratégiques : détection des maladies oculaires, dépistage du cancer, optimisation des lits hospitaliers et médecine personnalisée (Marr, 2023). Ces applications dépassent le stade du pilote et s'ancrent de plus en plus dans la pratique clinique quotidienne. Toutefois, le NHS fait face à une fragmentation institutionnelle qui limite l'homogénéité de l'implémentation. Les *Trusts* locaux développent des approches différenciées, ce qui révèle la nécessité d'un cadre d'architecture commun, d'une gouvernance renforcée et d'un accompagnement organisationnel adapté (Ramsay et al., 2025).

▪ Estonie :

L'Estonie a construit sa transformation sur une architecture numérique robuste, passant des premiers dossiers médicaux électroniques (EMR) locaux à un EHR national interopérable. L'architecture de données y joue un rôle structurant, garantissant la continuité des soins et la transparence dans le suivi des patients (Aaviksoo, 2016). Si l'usage de l'IA demeure encore limité, les fondations posées – identité numérique unique, standards nationaux, gouvernance centralisée – préparent un déploiement futur plus fluide et sécurisé. Ce cas illustre l'importance de consolider les infrastructures et la confiance institutionnelle avant d'investir massivement dans l'IA.

▪ Canada :

Au Canada, l'accent est mis sur l'IA pour la santé populationnelle. Les provinces expérimentent des modèles prédictifs pour anticiper les besoins hospitaliers, gérer les maladies chroniques et optimiser la distribution des ressources médicales (Shaw et al., 2020). Toutefois, la gouvernance fédérative entraîne des inégalités : certaines provinces bénéficient d'infrastructures solides et de ressources spécialisées, tandis que d'autres



peinent à suivre le rythme de la transformation. L'expérience canadienne démontre ainsi la pertinence d'un cadre fédératif combinant orientation nationale et adaptations locales, mais souligne également le besoin urgent de mécanismes de solidarité numérique pour réduire les écarts régionaux.

▪ **Singapour :**

Singapour incarne un modèle d'intégration rapide et systémique de l'IA dans le système de santé. La stratégie des « 3 Beyond » et la mise en place d'healthcare datathons favorisent l'innovation collaborative, la circulation des connaissances et l'ancrage organisationnel (Liu et al., 2020). Les solutions d'IA sont déployées à grande échelle dans les dépistages nationaux, la télémédecine, la planification hospitalière et la gestion des flux de patients. Le pilotage centralisé par l'agence Synapxe, associé à une forte synergie public-privé, constitue un levier majeur de réussite et d'alignement stratégique. Toutefois, la transférabilité de ce modèle reste limitée, car elle suppose un haut degré de centralisation, une gouvernance stable et des ressources financières considérables.

3.3. Discussion des résultats à la lumière du cadre conceptuel

La comparaison internationale confirme la pertinence du triptyque TOGAF – IA – gouvernance hospitalière comme cadre d'analyse.

1. **Architecture organisationnelle (TOGAF) :**

Les cas estonien et singapourien montrent qu'un cadre d'architecture robuste et interopérable est un facteur déterminant de succès. L'ADM de TOGAF, en reliant les dimensions *Business*, *Data*, *Application* et *Technology*, permet de comprendre comment l'alignement stratégique favorise la durabilité des initiatives numériques. À l'inverse, le cas britannique illustre ce qui se produit en l'absence de cohérence architecturale : des solutions performantes localement mais difficiles à généraliser.

2. **Technologie de l'IA :**

L'IA s'impose comme un levier transversal de modernisation, mais son rôle varie selon les contextes : clinique au Royaume-Uni, organisationnel au Canada, stratégique à Singapour. Dans tous les cas, l'IA n'est pas un simple outil, mais un catalyseur qui oblige à repenser la structuration des données et des processus. Cela rejoint la littérature qui insiste sur l'IA comme instrument de transformation organisationnelle, et non comme solution isolée (Dwivedi et al., 2021).

3. **Gouvernance hospitalière :**

La gouvernance apparaît comme la clé de voûte : claire et centralisée (Estonie, Singapour), fédérative (Canada) ou fragmentée (Royaume-Uni). Les différences de résultats s'expliquent en grande partie par la capacité des systèmes à articuler normes, responsabilités et accompagnement organisationnel. Sans une gouvernance adaptée, l'IA reste cantonnée à des expérimentations ponctuelles.

❖ **Vers un modèle marocain**

L'examen comparatif des trajectoires internationales montre que la réussite de la transformation numérique hospitalière ne dépend pas uniquement de la sophistication des technologies, mais de leur insertion dans un cadre organisationnel et institutionnel cohérent. Recontextualisés au Maroc, ces enseignements suggèrent qu'il est nécessaire de concevoir un modèle propre de gouvernance numérique destiné aux centres hospitaliers universitaires, à la fois réaliste, inclusif et durable.

La première exigence réside dans l'édification d'une architecture nationale interopérable, inspirée des principes méthodologiques de TOGAF, garantissant la cohérence entre données, applications et



infrastructures. Cette architecture, en offrant un langage commun et un cadre partagé, permettrait non seulement de réduire la fragmentation actuelle des systèmes, mais aussi de créer les conditions d'une exploitation efficiente des ressources numériques.

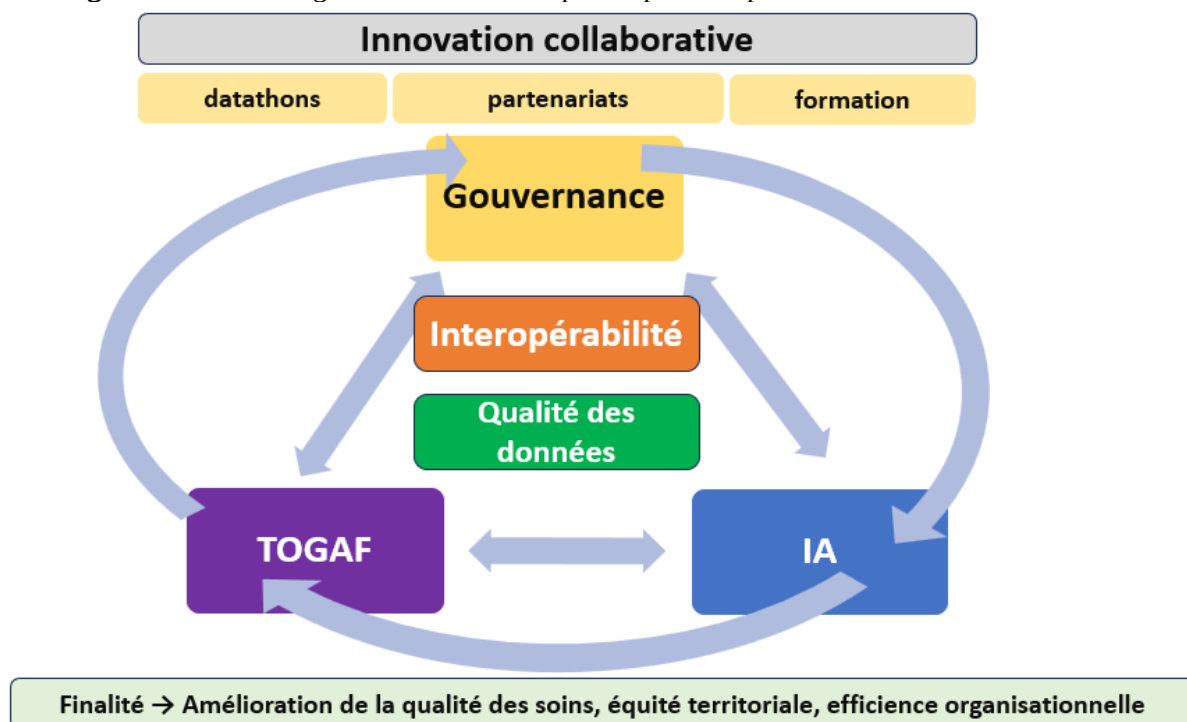
La deuxième dimension concerne le déploiement de l'intelligence artificielle dans des champs prioritaires à forte valeur ajoutée : amélioration du diagnostic médical, optimisation des flux hospitaliers, gestion des urgences ou encore surveillance épidémiologique et santé publique. L'enjeu n'est pas de multiplier les projets expérimentaux, mais d'ancrer l'IA dans des usages concrets, visibles et évaluables, afin de générer de la confiance et de démontrer son utilité sociale.

Ce modèle repose également sur une gouvernance éthique, transparente et inclusive, condition essentielle pour éviter les écueils liés à l'opacité algorithmique, aux inégalités d'accès ou à la marchandisation des données de santé. La gouvernance doit non seulement encadrer les processus techniques, mais aussi garantir la participation des praticiens, des chercheurs et des citoyens dans les choix stratégiques.

Enfin, la réussite d'une telle transformation passe par l'activation de mécanismes collaboratifs et d'innovation ouverte. Inspirés des *healthcare datathons* singapouriens, de tels dispositifs offriraient un espace d'expérimentation et de co-construction où médecins, ingénieurs, étudiants et décideurs publics pourraient développer ensemble des solutions adaptées aux réalités locales. Ces dynamiques collectives contribueraient à renforcer la légitimité institutionnelle, l'appropriation par les professionnels et la confiance citoyenne.

Le modèle marocain proposé articule trois piliers fondamentaux — TOGAF comme cadre d'architecture organisationnelle, l'intelligence artificielle comme levier de modernisation, et la gouvernance comme garante de légitimité — le tout soutenu par deux conditions transversales : l'interopérabilité et la qualité des données d'une part, et l'innovation collaborative d'autre part. En réunissant ces dimensions, il devient possible d'imaginer une gouvernance numérique hospitalière orientée vers l'amélioration de la qualité des soins, la réduction des inégalités territoriales et l'accroissement de l'efficience organisationnelle.

Figure 7. Modèle de gouvernance numérique hospitalière pour les CHU marocains



Source : élaboré par l'auteur à partir de l'analyse comparative internationale (NHS, Estonie, Canada, Singapour).

La figure met en évidence quatre dimensions essentielles :

1. **TOGAF** apporte une structuration méthodologique qui relie les niveaux stratégique, organisationnel et technique ;
2. **La gouvernance** fournit un cadre normatif et institutionnel, garantissant transparence et légitimité des usages numériques ;
3. **L'IA** agit comme levier transversal, améliorant le diagnostic, la gestion hospitalière et la santé publique ;
4. **L'interopérabilité et la qualité des données** constituent le socle commun qui assure la pertinence et la durabilité de l'ensemble du dispositif.

De plus, l'innovation collaborative — par les datathons, les partenariats public-privé et la formation continue — apparaît comme un catalyseur transversal, capable d'accélérer l'adoption et de renforcer l'appropriation des innovations par les professionnels et les citoyens.

La finalité recherchée est claire : élever la qualité des soins, réduire les fractures territoriales et optimiser l'efficacité organisationnelle. elle suppose d'imaginer une architecture numérique hospitalière enracinée dans les spécificités institutionnelles et sociales du Maroc.

3.4. Validation empirique envisagée et perspectives de recherche

Bien que la présente recherche repose principalement sur une démarche qualitative et documentaire, la **robustesse du modèle proposé** appelle une validation empirique complémentaire. Celle-ci permettrait d'évaluer la pertinence opérationnelle et la transférabilité dans le contexte hospitalier marocain.



Trois axes de validation peuvent être envisagés à moyen terme :

1. Validation par étude de terrain exploratoire

Une première étape consisterait à conduire des entretiens semi-directifs auprès des responsables informatiques, des médecins-chefs de service et des cadres administratifs de plusieurs centres hospitaliers universitaires (CHU). Ces entretiens viseraient à recueillir leurs perceptions sur la gouvernance numérique, les obstacles techniques (interopérabilité, sécurité, formation) et la place réelle de l'IA dans les pratiques quotidiennes. L'objectif serait d'évaluer la compatibilité du modèle conceptuel avec la réalité organisationnelle et les capacités institutionnelles locales.

2. Validation par indicateurs de maturité numérique

En complément, une grille d'évaluation inspirée de TOGAF et du cadre HIMSS Digital Maturity Model pourrait être élaborée afin de mesurer la maturité numérique des hôpitaux marocains. Cette grille comprendrait des indicateurs relatifs à la gouvernance, à l'intégration des systèmes, à la gestion des données, à la cybersécurité et à l'usage de l'IA. Les résultats issus de cette évaluation permettraient de tester les hypothèses du modèle et de situer chaque établissement sur une trajectoire de transformation numérique.

3. Validation par étude comparative locale

Une troisième voie de validation empirique résiderait dans une analyse comparative intra-marocaine, fondée sur l'observation de plusieurs établissements de santé présentant des niveaux de digitalisation différents (CHU, hôpitaux régionaux, structures privées). Une telle comparaison permettrait d'identifier les facteurs contextuels (taille, budget, gouvernance, culture organisationnelle) influençant la mise en œuvre d'une architecture numérique hospitalière cohérente.

Ces pistes de validation ne visent pas à remettre en cause la nature qualitative et théorique de l'étude, mais à en renforcer la portée scientifique en établissant un pont entre la conceptualisation et l'expérimentation. Elles s'inscrivent dans une logique d'opérationnalisation progressive du modèle, ouvrant la voie à des travaux futurs intégrant des méthodes mixtes (documentaires, qualitatives et quantitatives).

En somme, la validation empirique envisagée aurait pour finalité de confirmer la faisabilité et la transférabilité du modèle marocain de gouvernance numérique hospitalière, en vérifiant sa capacité à guider concrètement les politiques publiques et les pratiques de management hospitalier à l'ère de l'intelligence artificielle.



4. CONCLUSION

4.1. Synthèse :

À travers une analyse comparée de quatre configurations nationales contrastées — le Royaume-Uni, l'Estonie, le Canada et Singapour — cette recherche a cherché à comprendre comment les architectures numériques hospitalières se structurent, s'adaptent et se gouvernent à l'ère de l'intelligence artificielle (IA). Loin d'une lecture technocentrée, les dynamiques observées révèlent que la transformation numérique des systèmes de santé constitue avant tout un phénomène politique et institutionnel, porté par des visions stratégiques différenciées et des équilibres de pouvoir singuliers entre État, institutions de santé, professionnels et citoyens.

L'Estonie illustre la fécondité d'une infrastructure de données robuste, interopérable et souveraine, pierre angulaire d'un écosystème numérique cohérent et résilient. À l'inverse, l'expérience britannique souligne les limites d'une gouvernance fragmentée, marquée par la dispersion décisionnelle et les résistances professionnelles. Le modèle canadien met en lumière la pertinence d'une approche populationnelle et préventive, tout en révélant les défis d'un fédéralisme numérique inégalement doté. Enfin, Singapour incarne la capacité d'une stratégie étatique centralisée à combiner efficacité technologique et innovation collaborative, grâce à des dispositifs de co-crédation tels que les *datathons* et les laboratoires d'innovation hospitalière (Liu et al., 2020 ; Wibowo et al., 2025).

De cette mise en perspective émerge un constat transversal : l'IA, loin de constituer une solution autonome, agit comme un catalyseur organisationnel et cognitif dont la valeur dépend du cadre dans lequel elle s'insère — architecture d'entreprise, gouvernance des données, maturité institutionnelle, et culture d'innovation (Dwivedi et al., 2021). Le modèle esquissé pour le Maroc s'inscrit dans cette logique de contextualisation : il combine la structuration méthodologique de TOGAF, la mise en place d'une gouvernance éthique et inclusive, la consolidation de l'interopérabilité des systèmes d'information, et la création d'espaces d'innovation partagée favorisant l'appropriation des outils numériques par les praticiens et les usagers.

La transformation numérique hospitalière, dans cette perspective, ne saurait être réduite à une modernisation technologique. Elle s'apparente davantage à une entreprise sociotechnique, où se redéfinissent les rapports entre savoirs médicaux, technologies et institutions. En ce sens, elle engage une réflexion sur la manière dont les sociétés conçoivent la santé, la responsabilité publique et la justice sociale à l'ère algorithmique.

4.2. Ouverture :

Cette première exploration ouvre plusieurs pistes de prolongement scientifique et opérationnel. Sur le plan empirique, la poursuite de ce travail pourrait s'appuyer sur une observation de terrain multi-située dans les centres hospitaliers universitaires marocains. Des enquêtes qualitatives, associant entretiens, observations ethnographiques et analyse de documents internes, permettraient de saisir les logiques d'appropriation, de résistance ou de détournement des dispositifs numériques par les acteurs hospitaliers (Suchman, 2007 ; Akrich, 1998). Ces investigations offriraient un éclairage précieux sur la manière dont les professionnels réinterprètent, adaptent ou réinventent les outils technologiques au regard de leurs contraintes, de leurs savoirs et de leurs cultures de travail.



Parallèlement, l'étude des écosystèmes d'innovation en santé gagnerait à être approfondie. L'analyse des incubateurs numériques, des *health data labs* et des *fablabs hospitaliers* — structures hybrides articulant expertise technique et pratique clinique — permettrait de comprendre comment se tisse la coopération entre ingénieurs, médecins et décideurs (Bason & Austin, 2021). Ces espaces constituent autant de laboratoires de gouvernance expérimentale, où se négocient la légitimité des innovations, la répartition des responsabilités et les formes contemporaines de confiance dans les technologies.

L'examen des dimensions éthiques, juridiques et politiques de l'intelligence artificielle en santé demeure, lui aussi, incontournable. La montée des risques liés à la marchandisation des données médicales, à la transparence algorithmique ou encore aux biais prédictifs impose une réflexion renouvelée sur la souveraineté numérique et la justice algorithmique, notamment dans les pays du Sud (Floridi & Chiriatti, 2020 ; Liu et al., 2025). Dans cette optique, l'alignement sur les standards internationaux de traçabilité, de responsabilité et de redevabilité n'est pas un simple impératif technique, mais une condition de légitimité démocratique et de confiance citoyenne.

L'ouverture comparative pourrait également être étendue à d'autres configurations émergentes — Corée du Sud, Rwanda, Finlande, ou Émirats arabes unis — afin de tester la transférabilité du modèle marocain et de nourrir un dialogue Sud-Nord plus équilibré sur les architectures hospitalières intelligentes. Une approche véritablement transdisciplinaire, croisant économie de la santé, science politique, anthropologie numérique et ingénierie des systèmes, offrirait une lecture plus fine des interactions entre technologies, institutions et pratiques médicales.

Cette recherche invite donc à dépasser la fascination technologique pour adopter une vision réflexive, inclusive et critique de la transformation numérique hospitalière. La technologie n'y apparaît pas comme une fin, mais comme un instrument au service d'un projet collectif, orienté vers la soutenabilité du système de santé, la réduction des inégalités et l'amélioration tangible de la qualité des soins. Le défi à venir consistera à faire de cette transformation un levier d'intelligence collective, où l'humain, loin d'être marginalisé, demeure le véritable cœur de l'innovation.



BIBLIOGRAPHIE :

- Aaviksoo, A. (2016). Digital health in Estonia: Evolution, current state, and next steps. *FinJeHeW*, 8(4), 153–162.
- Bhatia, R. S., & Shojania, K. G. (2020). *Transforming the quality of healthcare in Canada through digital health. Healthcare Papers*, 19(1), 8–15.
- Marr, B. (2023, September 12). *4 powerful examples of how AI is used in the NHS*. Bernard Marr & Co. Retrieved from <https://bernardmarr.com/4-powerful-examples-of-how-ai-is-used-in-the-nhs/>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Chong, M. C., Chieng, Y. S., & Wong, L. P. (2021). Smart hospital systems: Integration of artificial intelligence for healthcare in Singapore. *Health Informatics Journal*, 27(2), 1–15. <https://doi.org/10.1177/14604582211002033>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., ... & Wamba, S. F. (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>
- Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681–694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- Greenhalgh, T., Wherton, J., Papoutsis, C., Lynch, J., & Hughes, G. (2017). *Beyond adoption: A new framework for theorizing and evaluating nonadoption, abandonment, and challenges to the scale-up, spread, and sustainability of health and care technologies. Journal of Medical Internet Research*, 19(11), e367. <https://doi.org/10.2196/jmir.87755>
- Josey, A. (2019). *Le standard TOGAF, version 9.2 : guide de poche*. Van Haren Publishing.
- Lim, J. (2020). *Smart nation, smart hospitals: Singapore's digital health strategy. Asian Journal of Public Health*, 12(3), 45–60.
- Liu, M., et al. (2025). A scoping review and evidence gap analysis of clinical AI fairness. *NPJ Digital Medicine*, 8(1), 167. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01667-2>
- Liu, S., Ko, Q. S., Heng, K. Q. A., Ngiam, K. Y., & Feng, M. (2020). Healthcare transformation in Singapore with artificial intelligence. *Frontiers in Digital Health*, 2, 592121. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2020.592121>
- Mintzberg, H. (2017). *Managing the myths of health care: Bridging the separations between care, cure, control, and community*. Berrett-Koehler Publishers.
- NHS England. (2020). *Artificial Intelligence (AI) in the NHS: The AI Lab*. NHS.
- Ramsay, A. I. G., et al. (2025). Procurement and early deployment of artificial intelligence for NHS chest diagnostics networks. *The Lancet Digital Health*, 7(2), e105–e116. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(25\)00414-6](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(25)00414-6)
- Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press.
- Reddy, S., & Aggarwal, A. N. (2020). The role of artificial intelligence in clinical decision-making: A clinician's perspective. *The Lancet Digital Health*, 2(9), e468–e470. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30162-2](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30162-2)
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise architecture as strategy: Creating a foundation for business execution*. Harvard Business School Press.
- Scott, W. R., Ruef, M., Mendel, P. J., & Caronna, C. A. (2000). *Institutional change and healthcare organizations: From professional dominance to managed care*. University of Chicago Press.
- Sessions, R. (2007). *A comparison of the top four enterprise architecture methodologies*. ObjectWatch, Inc.



-
- Shaw, J., Rudzicz, F., Jamieson, T., & Goldfarb, A. (2020). Artificial intelligence and the implementation challenge for health care. *JAMA*, 323(5), 505–506. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.21579>
 - Ta, A. W., et al. (2022). Two Singapore public healthcare AI applications for nationwide screening programs. *NPJ Digital Medicine*, 5(1), 77. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00672-y>
 - The Open Group. (2018). *TOGAF® version 9.2: The Open Group standard*. Van Haren Publishing..
 - The Open Group. (2022). *The TOGAF® standard (10th ed.)*. The Open Group.
 - Topol, E. (2019). Topol, E. (2019). *Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again*. Basic Books.. Basic Books.
 - Wibowo, M. F., et al. (2025). *Insights into the current and future state of AI adoption: A mixed-methods study*. *Journal of Medical Internet Research*, 27(1), e71591. <https://doi.org/10.2196/71591>
 - World Health Organization. (2021). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO Press.
 - Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods (6th ed.)*. Sage Publications.