

## CHAPITRE III. ETAT DE L'ART

### III.1. INTRODUCTION

Certains problèmes connaissent une croissance exponentielle dans leur temps de traitement en fonction de la taille des exemples qui sont donnés. Il est possible qu'un problème ne puisse être résolu dans le temps à l'échelle humaine, et c'est pour cela que des techniques de traitement sont apparues pour palier à ce souci, comme le fait de pouvoir subdiviser un problème en sous-problèmes qui sont quant à eux résolubles.

De nos jours l'état de l'art dans l'univers de l'intelligence artificielle et celui des agents conversationnels comporte **le Transfer Learning**<sup>1</sup>. Il s'agit d'une méthode d'apprentissage dans laquelle on suppose que la connaissance acquise par un modèle entraîné de Machine Learning peut être "transférée" pendant le processus d'entraînement de ce dernier. Cela permet de réduire la quantité de données nécessaires à un modèle pour apprendre une nouvelle tâche.

Dans le contexte actuel où l'on cherche à généraliser le plus possible les modèles afin qu'ils puissent traiter plusieurs types de problèmes différents, cela consiste en une étape clé vers ce but. Les évolutions dans le domaine de l'intelligence artificielle s'accompagnent également des évolutions dans le monde des hardwares : des composants plus puissants, qui permettent des traitements de plus en plus lourds en calculs et de réduire les temps de ce des derniers de façon optimale grâce à la parallélisations, sont à la source même de ces évolutions. Une plus grande parallélisations des traitements signifie un entraînement et une itération des modèles beaucoup plus rapides. C'est une frontière que l'on cherche constamment à repousser et qui chaque année nous offre son lot de surprises.

L'Intelligence Artificielle (IA) recouvre des communautés de recherche distinctes qui contribuent à divers titres aux succès récents du domaine. L'essor de l'IA moderne repose sur la disponibilité de grandes masses de données ainsi que la mise au point d'architectures de calcul et d'environnements logiciels spécialisés, et a bénéficié des avancées récentes en recherche fondamentale, notamment dans le domaine de l'apprentissage automatique. Au-delà des thématiques du numérique (vision par ordinateur, traitement du langage naturel, localisation et pilotage de systèmes autonomes, etc.), l'IA a des répercussions dans de nombreux autres secteurs (santé, humanités numériques, environnement, biologie, observation de l'univers et de la planète, etc....) (actualiteinformatique, 2023).

Ce dans cette marge de réflexion que nous avons inscrit la philosophie de cette recherche pas pour nier ni même pour bafouer les efforts des recherches déjà accomplis mais avec la vision de les étudier minutieusement, le prendre pour appuis et trouver notre apport scientifique.

Ce chapitre comme son intitulé l'insinue va présenter dans sa première section les travaux de certains chercheurs qui par leur dur labeur ont marqués et captés notre attention en travaillant sur une problématique similaire au notre. La deuxième section mettra les projecteurs sur nos objectifs de recherche en présentant la ligne de démarcation de ce présent travail de recherche pour donner à cette dernière sa scientificité.

---

<sup>1</sup> Le Transfer Learning

## III.2. SECTION PREMIERE : DE QUOI IL ETAIT QUESTION ?

Certes, le domaine d'intelligence artificielle (IA), l'e-santé, la réalité virtuelle et celui du Bigdata sont maintenant un aimant d'attraction pour plusieurs chercheurs. Premièrement, les ouvertures qu'apportent ces nouvelles technologies et les budgets y allouent. La lecture de travaux antérieurs nous a permis d'avoir de larges connaissances sur le thème traité et aussi dans les domaines de recherche. Voici quelques travaux de recherche scientifique qui ont marqué nos esprits :

- **KAHUSI JOSEPH Jamal** a parlé sur « **the setting in place of a patient control and monitoring system in the room of a hospital** ». (Jamal, 2015) Ce chercheur a traité sur la notion du monitoring aux seins d'un hôpital en se focalisant sur la suivie de l'état vital du patient et le contrôle de ses mouvements pendant que le patient est interné. Il a aussi souligné que pour améliorer la vie économique de la population africaine, nous devrions faire de la santé et de son amélioration une priorité. Associant les connaissances informatique et électronique, il a pris comme objectif principal de concevoir un prototype grâce à Arduino et quelques capteurs pour la récolte des données de signe vital du patient. Une application desktop implémentée, conçue en java pour l'affichage graphique de ces données. Ce dans ce contexte de résultat de la recherche que le chercheur a fait des recommandations au ministère de la santé, aux soignants pour qu'il cherche comment améliorer la qualité des services à donner aux patients fréquentant les infrastructures sanitaires.
- **RONALD NACUA** qui a mené une étude sur : « **Conception et développement d'un système ambulatoire pour la mesure de l'activité du Système Nerveux Autonome pour la surveillance de personnes âgées.** ». (NACUA, 2009) Dans ce cadre, il montre qu'il est donc nécessaire de surveiller l'état de santé de personnes âgées à domicile. Une première solution consistait à équiper l'habitat de la personne avec des capteurs non-invasifs pour surveiller son activité quotidienne afin de détecter, par exemple, une éventuelle perte d'autonomie. Cependant, pour le suivi en continu de paramètres physiologiques ou la reconnaissance de motifs cinématiques, la portabilité des dispositifs devient une nécessité incontournable.

L'objectif principal de sa première expérimentation était de caractériser les réactions physiologiques lors de chutes simulées et de transitions debout-couché. A partir, des réactions physiologiques pour chaque situation, il avait implémenté deux principales méthodes de classification (Réseaux de Neurones et SVM<sup>2</sup>) afin de classer ces deux situations et fournir ainsi une information additionnelle pour la détection de chute. La deuxième expérimentation est consacrée à l'étude de l'activité du SNA<sup>3</sup> chez des sujets âgés atteints de troubles orthostatique afin de détecter un dysfonctionnement à ce niveau. La population de l'étude est composée par 19 patients âgés (85, 5 ± +/- 6, 9). Sur l'ensemble des patients, 4 patients sur 19 présentent des problèmes d'hypotension orthostatique, vérifié pendant l'expérimentation à partir de la mesure de la pression artérielle en positions couché et debout. Au niveau de la fréquence cardiaque, il avait aussi remarqué qu'une quantité importante de sujets inclus dans son étude, présentaient divers problèmes de type cardiaque. Ainsi, à partir de la quantification de la variabilité de la fréquence cardiaque, nous n'avons pas pu conclure un dysfonctionnement du système sympathique. Au niveau de

<sup>2</sup> SVM :

<sup>3</sup> SNA :

la mesure de la résistance cutanée, il avait remarqué une augmentation significative de l'activité électrodermale chez les patients atteints de troubles orthostatique.

- **MOURAD AHMED Dendane** qui a consacré ces efforts sur : « **Conception et réalisation d'un capteur passif biomédical implantable et d'un lecteur assurant l'activation et la communication sans fil** » (Dendane, 2017). L'objectif de son projet consistait à concevoir un système biomédical inspiré par la RFID<sup>4</sup>, donc composé d'un lecteur actif et d'une plateforme passive sous-cutanée capable de mesurer un certain paramètre corporel, en l'occurrence la température interne. Puis, son système devait être apte à transférer les résultats sans fil à un appareil permettant l'analyse et l'affichage des données récoltées. L'implant serait injecté au niveau du poignet et le lecteur prendrait la forme d'un bracelet externe. Le premier objectif est donc l'alimentation par champ électromagnétique de l'implant passif.

Cette étape était nécessaire afin que le capteur puisse éventuellement transiger de l'information biomédicale sans fil avec un lecteur externe. L'alimentation d'un dispositif passif par induction électromagnétique soulève cependant plusieurs contraintes. D'abord, la géométrie et l'allure physique du lecteur RFID était des facteurs importants à considérer, puis une étude des implications en matière de puissance et l'énergie minimale pour l'activation d'un tag est aussi nécessaire.

Enfin, le principe de Faraday, le couplage électromagnétique et l'induction mutuelle étaient des aspects clés de l'accomplissement de cet objectif. Son second objectif était la conception d'une plateforme implantable d'acquisition de données capable de communiquer des mesures corporelles avec le bracelet externe. Le paramètre mesuré dans le cadre de son projet était la température interne du corps humain. À sa dernière vision le chercheur voulait concevoir une interface sans fil entre le bracelet et l'appareil mobile tel qu'un téléphone intelligent, afin de recueillir, d'afficher et d'analyser les données acquises. Le but est de mettre au point une application mobile intuitive permettant de relayer l'information biomédicale.

À son terme, le chercheur à recommander au futur chercheur de terminer la miniaturisation de l'implant et de développer une gamme de capteurs pouvant s'y intégrer de manière à récolter des données biomédicales auparavant inaccessibles. Pour ce faire, la mise en œuvre de technologies telles que les micro-électro-mécanisme (MEMS) ou le micro fluide débloquerait indéniablement la possibilité de récolter plus facilement les données nécessaires à établir un diagnostic d'état de santé de base.

- **BOUAMRANE SOUAD FATIMA ZOHRA** jugea mieux de parler du « **Système d'Information Hospitalier : Admission et Planification des blocs opératoires** » (Zorha, 2019) dans sa recherche il précise que la planification doit permettre aussi bien une optimisation de l'utilisation des ressources, que la satisfaction d'une demande de soins de plus en plus exigeante. Il s'agit donc d'apporter aux systèmes de soins des gains significatifs en termes d'efficacité et de productivité tout en assurant qualité des soins et satisfaction des patients. Il démontre que le problème essentiel de toute planification des admissions réside dans les aspects aléatoires liés au milieu hospitalier avec occurrences de situations complètement imprévisibles. Disponibilité de toutes les ressources critiques intervenant dans ce processus.

---

<sup>4</sup> RFID : Radio Fréquence

L'objectif principal de son mémoire reposait sur la planification des admissions dans un système hospitalier et de répondre autant que possible à la demande de soins étant donnée la capacité finie des ressources tant humaines que matérielles.

L'approche proposée dans son travail était illustrée par la planification des admissions dans les cas de processus de soins passant par un service de chirurgie. En effet, ce type de processus représente une bonne partie des cas d'hospitalisation. Le coût que représentent le bloc opératoire et les attentes importantes qu'il génère justifie le choix de l'étude pour le chercheur. À cet effet, il présentait une méthode pour aider au suivi des admissions et à la construction d'un planning opératoire, et en comparant son application dans le cadre de différentes politiques de programmation opératoire. Les blocs opératoires représentent un univers composite dans lequel s'exprime une multitude de professions et de cultures différentes dont la finalité devrait être identique : les soins aux patients. La planification, l'ordonnancement et l'optimisation du fonctionnement des blocs opératoires est un problème vaste, complexe (caractère aléatoire du problème) et se trouve au conflit de plusieurs disciplines et techniques ayant comme objectif l'obtention d'un programme opératoire réalisable et efficace. De multiples contraintes telles que : L'emploi du temps des chirurgiens, leurs compétences spécifiques, le matériel médical spécialisé, la disponibilité des lits d'hospitalisation et les lits post opératoires, doivent être pris en compte dans les méthodologies de résolutions des gestionnaires pour assurer les meilleurs compromis entre une offre de soins compatible aux besoins des patients, et afin de lui garantir une prise en charge optimale.

### III.3. SECTION DEUXIEME : LIGNE DE DEMARCATIION

En effet, nous ne sommes pas le premier à mener des recherches dans le domaine de l'intelligence artificielle ni même sur le système de contrôle et de surveillance des données des patients. Ce thème est orienté dans différents domaines d'application. Dans la plupart des ouvrages publiés, l'étude est orientée vers le contrôle et la surveillance des certains phénomènes liés aux biens et aux personnes comme la prévention des intrusions, des tentatives de vol, des incendies, protection des maisons de personnes vivant avec handicap, des attaques, la destruction de patrimoine international, etc. Néanmoins certains de ces études se sont également focalisés sur la surveillance et le contrôle l'évolution de l'état de santé, ces études portent principalement sur le contrôle et le suivi de l'état de santé des personnes âgées à domicile ou en maison de retraite ou encore sur le perfectionnement de méthode de prise en charge de malade.

Pour montrer l'originalité de notre travail de recherche nous devons trouver une ligne de démarcation pour chaque travail cité dans la première section de ce présent chapitre. Sur ce nous citerons de nouveau respectivement les auteurs, une synthèse de sa philosophie de travail et en suite nous préciserons ce dont il est question pour notre cas.

Pour **KAHUSI JOSEPH Jamal** (Jamal, 2015) ayant parlé d'une mise en place d'un système de télésurveillance de l'état vital du patient lorsque ce dernier est dans la chambre d'hôpital. Il a associé à son système de capteurs électronique pour la récupération de données. Ayant couvert un grand secteur vu les nombreuses solutions que son projet à apporter. Dans cette brillante recherche, effectuer minutieusement le chercheur a omis **de prendre en compte l'état du patient une fois dans son milieu habituel et la gestion des données des patients n'a pas intégré un aspect prospectif de son insertion dans la recherche clinique.**

En 2009, **RONALD NACUA** (NACUA, 2009) traitera sur la Conception et le développement d'un système ambulatoire pour la mesure de l'activité du Système Nerveux Autonome pour la surveillance de personnes âgées. C'est dans cette perspective qu'il a pris pour population d'étude les personnes âgées de plus de 55 ans. Il nous a montré que le nombre d'infrastructures dédiées pour la surveillance des personnes âgées ne sera donc pas suffisant et une de solutions qui permettra de soulager ces institutions est celle de surveiller ces personnes dans leur maison de retraite. Cependant, pour assurer un suivi plus approfondi de l'état de la personne (suivi de l'activité et de l'état de santé) il est indispensable de réaliser ce suivi avec des dispositifs portables sur la personne. Les travaux de cette thèse consistent au développement d'un dispositif portable pour le suivi de l'activité du système nerveux autonome de façon ambulatoire. La notion de l'intelligence artificielle fut évoquée dans cette thèse pour le développement d'un réseau de neurones pour l'interprétation et la prédiction de temps de chute ou de rechute de vieillard. **La prise en compte des données des personnes dont l'âge est inférieur à 55 ans dans son algorithme serait un atout majeur dans cette thèse car la perte de l'autonomie est devenue aujourd'hui une affaire de tout le monde.**

L'Algérien **MOURAD AHMED Dendane** (Dendane, 2017) qui a consacré ces efforts sur la Conception et la réalisation d'un capteur passif biomédical qu'on peut implanter et d'un lecteur assurant l'activation et la communication sans fil nous a démontré qu'en traitant sur la mise en application de principes d'ingénierie pour établir un pont entre la médecine et la biologie il a montré comment on peut accroître les possibilités dans le domaine de la santé. La prémisse de son mémoire est qu'il a prouvé la possible d'adapter la technologie d'identification par radiofréquence (RFID) pour activer et pour communiquer avec une plateforme implantable servant d'interface à une large variété de capteurs miniaturisés. Il a aussi souligné que l'implantation d'un capteur sous-cutané a pour avantage de fournir une variété de données autrement hors d'atteinte en empruntant une approche non-invasive. Avec trois objectifs cette recherche **montre un manque considérable dans la gestion des dossiers et diffèrent document lier de près ou de loin au patient.**

**BOUAMRANE SOUAD FATIMA ZOHRA** (Zorha, 2019) développa un Système d'Information Hospitalier qui prenait en charge les Admissions et la Planification des blocs opératoires. Pour elle implanté un SIH reposant sur la planification des admissions et répondant autant que possible à la demande de soins étant donnée la capacité finie des ressources tant humaines que matérielles était la meilleure approche pour la numérisation de tâche. Cette enrichissante recherche nous ayant aidé à élargir nos connaissances sur plusieurs notions liées à la planification et à la gestion des tâches dans un système hospitalière nous y avons néanmoins descelle quelque manquement. **Le fait de prendre uniquement le bloc opératoire comme milieu d'étude a largement handicapé ce travail car dans une machine toute les pièces travaillent en harmonie pour que chacun aide à la production d'un meilleur résultat. Numériser uniquement le bloc opératoire et les admissions cela sera à la base d'une perte d'équilibre considérable dans les autres blocs.**

Ayant pris l'audace de critiquer et d'apporter une vision actuelle aux travaux de nos prédécesseurs nous sommes assigne l'obligation de définir une ligne de démarcation qui pourra prouve l'originalité et la scientificité de ce présent travail. Aujourd'hui, nous avec **AMEN (Assistante Médicale Extra Numérique)** nous avons après la définition de notre problématique nous nous sommes assigne comme objectif et vison de nous appuyer sur dont il était question pour définir ce dont il est question.

L'association de capteurs portés et ambiants permet de consolider le suivi en intérieur en proposant une analyse plus fiable de la détection de danger, mais également d'étendre ce suivi à l'extérieur. Ce dispositif permet de réaliser des mesures en ambulatoire, et donc en continu au cours d'une journée, pour une analyse plus complète et précise de l'acétimétrie. Le personnel soignant dispose ainsi de données plus complètes et plus fines pour le suivi et l'aide à la prise de décisions. Le bien être recommandent acétimétrie comme indicateur de base de l'état de santé mais demain des mesures physiologiques pourront s'inscrire dans la même logique de suivi ambulatoire. Notre action s'inscrit dans une dimension plus large qui touche au système de santé, au domaine de la télémédecine et de la télésurveillance qui tend à rapprocher l'hôpital et le domicile. Elle cherche à proposer un suivi médical à distance et des systèmes de détection de danger permettant aux personnes tant que distant du personnel soignant de rester dans leur environnement de vie en toute sécurité.

Le bon fonctionnement et une harmonieuse coordination dans l'exécution des tâches dans les services journaliers des hôpitaux restent encore un défi majeur. Pour bien préciser l'objectivité de notre travail en nous basant sur les faits de notre problématique, notre contribution se situe dans cette logique de conception d'un écosystème intelligent qui permettra de résoudre les problèmes relatifs aux antécédents médicaux, un système permettant aux médecins et infirmiers de surveiller en temps réel certains signes vitaux des patients postopératoires ou ceux avec des pathologies à risque de perte d'autonomie et fonctions corporelles des patients et d'être alerte en cas de problèmes, un système pouvant faire sortir de la statistique pour la compréhension de l'évolution de l'état du patient et utilisable pour la recherche médicale.

Toutefois signalons que les études précédemment citées ont un trait avec la nôtre. Elles ont traité d'une part de l'intelligence artificielle bien qu'à partie, du monitoring, du système de surveillance, de la télé-expertise, de la télésurveillance. A l'heure actuelle, nous pouvons confirmer que notre travail se différencie des autres du fait que nous nous basons sur l'amélioration de la qualité des services d'urgences, celui du stockage des documents liés aux patients et du renforcement de l'interaction patient-médecin même si ce dernier est dans son milieu habituel donc loin de l'hôpital.

### III.4. CONCLUSION

Nous avons abordé dans ce chapitre, un état de l'art dans lequel nous nous sommes intéressés à donner un aperçu sur les systèmes d'informations, les systèmes d'information hospitaliers, l'application de télésurveillance et autres travaux scientifiques qui nous ont permis de nous imprégner dans le domaine hébergeant notre problématique.

Dans la littérature, beaucoup de chercheurs se concentrent sur les études concernant le problème de planification des interventions, seulement une petite partie des travaux a été effectuée sur le problème de l'ordonnancement des interventions dans les salles opératoires. De plus, un nombre encore plus restreint s'est intéressé à la planification suivie de l'ordonnancement dans le bloc opératoire. Néanmoins certains de ces études se sont également focalisés sur la surveillance et le contrôle de l'évolution de l'état de santé, ces études portent principalement sur le contrôle et le suivi de l'état de santé des personnes âgées à domicile ou en maison de retraite ou encore sur le perfectionnement de la méthode de prise en charge du malade.

Sur sa deuxième section nous avons explicité nos objectifs de recherche en nous basant sur les manquements de précédant travail. Toutes ces études précédentes que nous avons considérablement lu et étudié avec intérêt ont été pour nous une manière efficace de nous démarquer sachant à l'avance de quoi il était question.

## CONCLUSION DU PREMIER VOLET

La pluridisciplinarité de la recherche en intelligence artificielle et en système hospitalier se retrouve non seulement dans la diversité des applications présentées, qui rassemblent naturellement des chercheurs et de spécialiste des secteurs concernés, mais aussi dans les thématiques abordées, par exemples : robotique bio-inspirée, pour laquelle automaticiens et informaticiens collaborent avec mécaniciens, biologistes, chercheurs en sciences du comportement ; traitement automatique de la langue, qui mobilise linguistes, spécialistes de l'interaction, et chercheurs en algorithmique probabiliste ; Web sémantique, pour lequel les chercheurs en représentation des connaissances travaillent avec des sociologues pour les aspects réseaux sociaux. Cette pluridisciplinarité est une grande richesse, porteuse de ruptures scientifiques et technologiques, et donc de valeur ajoutée pour la société et l'économie.

Dans le second chapitre de ce volet nous avons présenté les concepts clés de cette recherche. Nous avons élargi ces contretypes dans sa deuxième section en parlant de : monitoring, de l'e-santé, du healthCare, du système informatique hospitalière, de l'intelligence artificiel, du deep Learning, du machines Learning, etc.

Le troisième chapitre s'est occupé de la présentation des travaux précédents qui ont d'un côté inspiré notre recherche. Après avoir présenté la synthèse philosophique de la recherche scientifique et leurs objectivités nous avons fait une critique constructive. Une ligne de démarcation a mis un point à ce chapitre.

Cette large littérature est très primordiale car il vient de poser une large et dure fondation pour ce qui suivra. Nous pensons avoir largement éclairé les domaines hébergeant notre sujet de recherche, si ce n'est pas le cas la bibliographie regorgent une liste détaillée de notre documentation pour vous enrichir.

Le volet suivant traitera maintenant de l'analyse de l'objet d'étude pour montrer concrètement les manquements des systèmes existants.