

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

L'adoption de l'Intelligence Artificielle dans le secteur des soins de santé.

Étude de cas : Babyl Rwanda

Mémoire présenté par :
Eva Nashimwe

Pour l'obtention du diplôme de :
Master en sciences commerciales
Année académique 2018-2019

Promoteur :
Marie-Isabelle Muninger

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

L'adoption de l'Intelligence Artificielle dans le secteur des soins de santé.

Étude de cas : Babyl Rwanda

Mémoire présenté par :
Eva Nashimwe

Pour l'obtention du diplôme de :
Master en sciences commerciales
Année académique 2018-2019

Promoteur :
Marie-Isabelle Muninger

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement ma promotrice, Madame Marie-Isabelle Muninger, qui m'a suivi, conseillé, et aidé tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie, également, Madame Tracey McNeill, CEO de Babyl Rwanda, qui m'a bienveillamment accordé son temps pour un entretien.

Enfin, je voudrais remercier mon mari, ma famille pour leur soutien permanent, et ainsi toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Table des matières

Remerciements	4
Liste des tableaux et figures.....	6
Introduction générale	8
Méthodologie	10
Approche exploratoire	10
Approche confirmatoire	11
Cadre théorique – Partie I	12
Système des soins de santé au Rwanda	12
L'évolution des services des soins de santé au Rwanda	12
Problèmes majeurs de santé	13
Accès aux soins de santé.....	14
L'intelligence artificielle	14
Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?.....	14
L'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé.....	15
Les données dans le secteur des soins de santé.....	15
L'intelligence artificielle dans le marché des soins de santé	20
Le système de santé fondé sur la valeur.....	20
Les dépenses de santé	21
La croissance du marché mondial de l'IA dans le secteur de la santé	22
Évolution de l'IA dans le secteur des soins de santé.....	23
L'intelligence artificielle face aux «défis» dans le secteur des soins de santé.....	23
L'augmentation de données	23
IA et l'analytique.....	23
Les tendances actuelles de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé.....	24
L'impact de l'IA dans le secteur des soins de santé	26
L'adoption des nouvelles technologies par les consommateurs (Mindfields Global, 2018)	27
Définition de l'adoption des nouvelles technologies.....	27
Modèles théoriques d'adoption de technologie par les patients/consommateurs	27
Le grand public prêt à adopter l'intelligence artificielle pour leur santé	32
Les avantages et inconvénients de l'utilisation de l'IA et de robots dans les soins de santé	33
Hypothèses de recherche	35
Justification du choix des hypothèses.....	35
Cadre pratique – Partie II : Étude de cas – Bably Rwanda	37
Présentation de l'entreprise « Bably Rwanda »	37
Business Model	38
Customer segments	38
Value propositions	39
Channels	40
L'analyse externe selon le modèle PESTEL	41
Les variables pivots et les scénarios	47
Les parties prenantes dans l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA)	48
Identification des parties prenantes externes :	48
Identification de(s) partie(s) prenante(s) interne(s) :	49
La cartographie des parties prenantes (Walker, D., Bourne, L., et Shelley, A., 2008)	50

Méthodologie de la recherche	51
Approche exploratoire	51
Approche confirmatoire	52
L'analyse des données	54
Présentation des résultats	55
Introduction	55
Les résultats	56
Discussion (pré-conclusion)	68
Hypothèse H1 :	69
Hypothèse H2 :	70
Hypothèse H3 :	70
Hypothèse H4 :	70
Hypothèse H5 & Hypothèse H6:	70
Les limites de nos recherches & Recommandations	71
Conclusion générale	72
Bibliographie	74
Sources écrites	74
Livres/ouvrages :	74
Articles de revue:	74
Article de journal:	76
Rapports :	76
Thèses de doctorat :	79
Mémoires :	79
Syllabi :	79
Sites Web/Pages Web:	80
Source orale :	86
Entretien :	86

Liste des tableaux et figures

Tableau 1: « Les types de données considérés dans la littérature sur l'intelligence artificielle (IA). »	16
Tableau 2: « Les sources des données pour l'apprentissage profond. »	19
Tableau 3: « Les quatre principaux algorithmes d'apprentissage profond et leurs popularités. »	19
Tableau 4: Dépenses de santé par habitat, et en part du PIB, 2017	21
Tableau 5: « L'IA dans les soins de santé – Le chiffre d'affaires par segment (marché mondial) : 2017-2025 »	22
Tableau 6: « Le pourcentage des répondants qui sont prêts/ne sont pas prêts à utiliser l'IA et les robots pour leurs soins de santé	33
Tableau 7: « Le pourcentage des répondants qui sont prêts/ne sont pas prêts à utiliser « un assistant de santé intelligent » via smartphone, tablette, ou ordinateur. »	33
Tableau 8: « Les dépenses de santé en pourcentage du PIB. »	42
Tableau 9: « La démographie du Rwanda. »	43
Tableau 10: « Le revenu médian net en francs rwandais (Frw), ventilé par statut professionnel, taille de l'entreprise, sexe, âge, formation, profession, industrie et le total. »	44

Figure 1: « Le road map »	17
Figure 2: "Comment fonctionne l'apprentissage automatique ?"	18
Figure 3: « Qu'est-ce que le Deep Learning ? »	18
Figure 4: « Le système de santé fondé sur la valeur »	20
Figure 5: Les différentes étapes de l'IA et l'analytique	23
Figure 6: « Comparaison entre l'IA et l'analytique »	24
Figure 7: « Le modèle d'acceptation de la technologie (MAT) »	28
Figure 8: Le modèle d'acceptation de la technologie 2 (MAT2)	29
Figure 9: "Le modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT))"	30
Figure 10: Modèle UTAUT actualisé	32
Figure 11: « Les tops avantages de l'utilisation de l'IA et les robots pour les soins de santé. »	34
Figure 12: « Les tops inconvénients de l'utilisation de l'IA et les robots pour les soins de santé. »	34
Figure 13: « Le taux d'adoption des smartphones en Afrique de l'Est »	38
Figure 14: « Les chiffres de Babyl. »	38
Figure 15: « Les services de Babyl. »	39
Figure 16: La matrice pouvoir/attention	50

Introduction générale

Les technologies sont en train de changer progressivement le secteur des soins de santé. En effet, 55 % (PwC, 2017) des patients se disent prêts à renoncer à leur médecin traitant et autre professionnels pour les robots ou l'intelligence artificielle (IA).

À l'heure actuelle, une des technologies qui s'impose progressivement dans le secteur des soins de santé est : l'intelligence artificielle (IA). Celle-ci contribue à faciliter le travail des médecins, à aider les hôpitaux, les sociétés pharmaceutiques, et ce dans le but de faire face aux défis bien nombreux de ce secteur.

Par ailleurs, les progrès de l'intelligence artificielle joueront un rôle important dans l'amélioration des soins de santé ou d'une réduction des coûts.

Ces améliorations sont notamment visibles dans certains domaines où l'information est déjà numérisée comme : l'imagerie médicale, la cardiologie, l'ophtalmologie ou l'oncologie. Ces avancées ont été permises grâce à deux facteurs : l'amélioration des capacités de calculs des ordinateurs et les progrès d'une partie de l'intelligence artificielle, utilisant les réseaux de neurones et leur capacité d'apprentissage.

En Afrique, et plus particulièrement au Rwanda, il y a un docteur un médecin pour plus de 10 000 habitants (Muvunyi Z., 2018), et une infirmière pour 5000 habitants (Muvunyi Z., 2018). Par ailleurs, l'Afrique connaît un exode de professionnels de la santé vers l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord. Malgré les efforts déployés par les gouvernements pour stopper cette migration, celle-ci ne cesse de continuer. En effet, ces professionnels de la santé gagnent généralement plus en dehors de l'Afrique.

Les nouvelles technologies, et entre autres les systèmes de l'intelligence artificielle, peuvent donc être bénéfiques pour le secteur des soins santé au Rwanda. C'est ce que « Babylon Health », une société anglaise, s'est donnée comme mission : fournir un service des soins de santé accessible et abordable dans le monde. Cette société a créé « Babyl Rwanda », le plus grand fournisseur numérique de services de santé au Rwanda. Celui-ci a, en effet, lancé au Rwanda, une application dotée d'intelligence artificielle qui pourra traiter des centaines de millions de combinaisons de symptômes et de déduire des diagnostics.

Mon mémoire s'est donc focalisé sur l'adoption de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le secteur des soins de santé avec comme problématique : « *Dans quelles mesures l'intelligence artificielle est-elle/sera-t-elle adoptée par les consommateurs dans le secteur des soins de santé ?* », et avec comme étude de cas : Babyl Rwanda.

Pour répondre à cette problématique, dans la première partie du mémoire, la partie théorique : il m'a fallu d'abord m'intéresser au système des soins de santé et en particulier au Rwanda dans le but d'analyser l'évolution des soins de santé dans ce pays, et ce, jusqu'au concept de l'intelligence artificielle (IA). J'ai ensuite analysé l'évolution de l'IA, et enfin son intégration dans ce secteur.

Cette mise en contexte m'a permis, par la suite, de me pencher sur ces modèles théoriques suivants :

- **Le modèle d'acceptation de la technologie (MAT) (Davis, 1989)**
- **Le modèle d'acceptation de la technologie 2 (MAT2) (Venkatesh & Davis, 2000)**
- **Le modèle UTAUT (Théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie) (Venkatesh & al., 2003)**
- **Le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012)**

Ces modèles sont utilisés pour expliquer les comportements des individus face à l'adoption d'une technologie, ici en l'occurrence l'intelligence artificielle. Ensuite, à partir de cette revue de la littérature sur les théories et concepts concernant l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé, j'ai formulé ces hypothèses :

- **H1** : Le profil du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA
 - **H1.1** : L'âge du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H1.2** : Le genre du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
- **H2** : L'importance de la quantité d'effort à fournir pour utiliser cet outil technologique doté de l'IA est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H3** : La croyance du patient en une relation entre l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA et l'amélioration de santé est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H4** : La présence des conditions facilitantes envers le patient est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.
 - **H4.1** : L'importance de la possession d'un téléphone smartphone/d'une tablette/ordinateur est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H4.2** : L'accès facile à internet et au Wi-Fi est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H4.3** : L'accès facile à une information « vulgarisée » et formation concernant de cet outil est en lien avec l'utilisation de celui-ci.
- **H5** concerne la culture africaine du patient. En effet, le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012) nous montre que ce facteur (la culture africaine) influe sur la performance attendue.
- Enfin, **H6** porte sur la localisation géographique du patient. Dans le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012), la localisation géographique a également une influence sur la performance attendue.

Ces hypothèses ont été, ensuite, confrontées à la réalité du terrain et plus particulièrement grâce à une étude de cas : *Babyl Rwanda*. Ce cas d'étude a été développé dans la deuxième partie du mémoire, la partie pratique. Cette partie s'est focalisée sur le business model de Babyl Rwanda, l'analyse externe selon le modèle PESTEL, l'analyse de parties prenantes dans l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA).

Cette analyse a été suivie par la méthodologie de recherche, ensuite par la présentation des résultats et par une discussion (pré-conclusion) et enfin par une conclusion générale.

Afin de compléter cette étude de cas, une étude descriptive a été réalisée et a fait appel à des données primaires obtenues grâce à une étude quantitative. Le questionnaire de sondage a été proposé par le mode électronique.

Les résultats de cette étude ont été, par après, analysés et m'ont permis d'infirmer ou d'affirmer les hypothèses précitées.

Méthodologie

Approche exploratoire

Objectifs de la recherche exploratoire

L'objectif de la recherche exploratoire était de recueillir des sources qui ont été bénéfiques pour mieux délimiter et définir le thème de recherche : l'adoption de l'Intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé (Paquet, G., Schrooten, V. et Simons, S., 2018). Cette étape m'a ensuite permis de préciser et formuler ma question de recherche et des hypothèses de recherche (Paquet, G., et al., 2018). Pour finir, celle-ci a contribué à mener à bien notre étude de cas.

Sources d'information

Lectures

J'ai dû réaliser des recherches sur notre thème de recherche qui consistaient à lire et à analyser des sources de recherche:

1. Des sources scientifiques :

- Articles de revues scientifiques,
- Thèses et mémoires ou syllabi,
- Les ouvrages,
- Les dictionnaires et encyclopédies

2. Des sources professionnelles :

Celles-ci comprenaient des faits, des données ou encore des analyses (Paquet, G., et al., 2018). Afin d'utiliser au mieux ces sources d'information, j'ai été emmenée à organiser notre recherche et suivre des étapes bien précises (Paquet, G., et al., 2018). Ces étapes nous ont permis, en effet, de délimiter nos besoins, de choisir des sources pertinentes, de trouver les documents utiles, d'estimer leur qualité et leur pertinence et d'en rédiger une synthèse (Paquet, G., et al., 2018).

Les entretiens

Objectifs

L'objectif de l'entretien avec la CEO de Babyl Rwanda, Tracey McNeill était de recueillir des données primaires qui ont servi à notre étude de cas.

Le choix du style de l'entretien

D'après Paquet, G., et al. (2018), *la formule de l'entretien individuel de type semi-dirigé* paraissait la plus conforme à la démarche exploratoire. En effet, j'ai préparé des questions ouvertes qui ont été posées à la CEO de Babyl Rwanda, Tracey McNeill. Nous avons tous les deux mené tour à tour l'entretien (Paquet, G., et al., 2018).

Approche confirmatoire

Objectifs

L'objectif de l'approche confirmatoire consistait de recueillir une quantité élevée de données quantifiables auprès d'un nombre élevé de personnes afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses formulées. En effet, le manque de données sur l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé m'a emmené de ce fait à recueillir des données quantifiables. Pour ce faire, j'ai donc mis en œuvre une enquête quantitative.

Méthode quantitative comme stratégie de la recherche

La méthode quantitative m'a poussé à adopter la démarche hypothético-déductive (Gavard-Perret, Gotteland, Haon & Jolibert, 2018). En effet, celle-ci me semblait adéquate d'une part avec notre thème recherche qui avait pour but de décrire et à expliquer les comportements des consommateurs face à l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé. Et d'autre part, cette démarche contribue à recueillir des données, puis à analyser les résultats obtenus, pour confirmer ou infirmer les hypothèses formulées.

Méthode de récolte de données : Le questionnaire

Pour effectuer des recherches de nature quantitative, le questionnaire est à privilégier comme méthode de collecte de données (Thiévert et al., 2014; Baumard et al., 2014). Comme cela a été mentionné ci-dessus, l'enquête par questionnaire a pour but de vérifier les hypothèses formulées, et ce en vérifiant les corrélations suggérées (Lugun, M., 2015).

Cadre théorique – Partie I

Système des soins de santé au Rwanda

Tout d'abord, comme annoncé dans l'introduction, nous avons dû nous intéresser au système des soins de santé au Rwanda pour pouvoir analyser l'évolution des services des soins de santé au Rwanda jusqu'au concept de l'intelligence artificielle, à son évolution et à son intégration dans le secteur des soins de santé. Cette mise en contexte nous permettra, par la suite, d'analyser des modèles théoriques qui contribueront à identifier les facteurs qui auront une influence sur l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé.

L'évolution des services des soins de santé au Rwanda

Politiques et plans en matière de santé

Le gouvernement a pour objectif de garantir le bien-être de la population, et ce, en augmentant la production et en réduisant la pauvreté dans le cadre de la bonne gouvernance (Plan stratégique 2005-2015, 2007). En effet, pour assurer sa stabilité économique, le Rwanda a mis en place des politiques & plans en matière de santé.

Pour ce faire, après les événements de 1994, le gouvernement a commencé à reconstruire le système de santé (l'Enquête sur la prestation des services des soins de santé du Rwanda (EPSR), 2001). Il faut savoir qu'en 1995, la gestion et la reconstruction du système de santé ont été décentralisées. Depuis lors, les districts (30 districts depuis 2006) sanitaires ont commencé à fonctionner de manière autonome, en fournissant des services à la population, en milieu urbain ou en milieu rural. Ces districts ont pour objectifs de répondre aux besoins en matière de santé de la population de la zone (EPSR, 2001). Par ailleurs, ces derniers sont responsables des établissements/infrastructures ainsi que des services de santé (fournis par le secteur privé ou public).

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette politique, le pays s'est muni d'outils stratégiques spécifiques. Les principaux sont : Vision 2020 et le plan stratégique du secteur santé 2005-2009.

Vision 2020

Dans le cadre de la Vision 2020, un certain nombre d'objectifs ont été fixés, dont entre autres :

- Une réduction du taux de mortalité infantile de 107 à 50 pour 1000 naissances vivantes
- Une réduction de taux de mortalité maternelle de 1070 à 200 pour 100 000 naissances vivantes (Vision 2020, 2000)
- L'espérance de vie aura augmenté de 49 à 55 ans.
- La malaria et les autres maladies épidémiques potentielles auront été contrôlées.

- La prévalence du VIH/SIDA aura été réduite d'au moins 13% à 18% (Vision 2020, 2000).

Plan stratégique du secteur santé 2005-2009

Ce plan avait comme objectifs suivants :

- Garantir la disponibilité des ressources humaines pour la santé ;
- Garantir la disponibilité de médicaments, de vaccins et d'autres approvisionnements médicaux de qualité ;
- fournir des soins et des services à un coût abordable ;
- améliorer la qualité et le contrôle des services de maladies préventives ainsi que la demande pour de tels services ;
- améliorer les hôpitaux nationaux et les instituts de recherche ;
- renforcer les capacités institutionnelles des programmes nationaux et des institutions. (EPSR, 2007)

Problèmes majeurs de santé

La malaria

Au Rwanda, les principaux problèmes de santé sont dus aux maladies transmissibles. Ces maladies peuvent heureusement pour la plupart être évitées par des mesures d'hygiène et des changements de comportement. Parmi ces maladies, la malaria est, et ce depuis plusieurs années, une des causes majeures de morbidité et mortalité au Rwanda. Cette dernière causant des épidémies périodiques dans des zones de hautes altitudes (RDHS, 2016). Mais le Rwanda a considérablement réduit le fardeau de la malaria au cours de la dernière décennie (Otten M. et Al. 2009 et Karema C. Al., 2012).

D'après « Rwanda Health Information Management System », l'incidence de malaria a baissé de 86% entre 2005 et 2011 (RDHS, 2016). Cependant, depuis 2012, le Rwanda fait face à une augmentation de cas de malaria atteignant près de 2 millions de personnes avec un taux de morbidité de malaria de 18,3% en 2015. Bien que le nombre de cas de malaria ait augmenté, le taux de mortalité de malaria n'a pas évolué et est resté constant avec 5% en 2015 (Ministère de la Santé, 2016).

VIH/SIDA

L'infection au VIH est également une des préoccupations majeures de santé au Rwanda. C'est l'une des causes de mortalité ayant des conséquences sociales et économiques négatives qui affectent la population et le pays (RDHS, 2016). Selon l'enquête sur les indicateurs du sida au Rwanda, le taux de prévalence de 3 % en 2013 du VIH est resté inchangé dans la population âgée de 15 à 49 ans (RDHS, 2016).

Accès aux soins de santé

L'accès aux soins de santé est une priorité essentielle pour améliorer l'état de santé général d'un pays. Il existe, en effet, des obstacles perçus à l'accès aux soins de santé :

- le manque d'argent pour un traitement ;
- l'accès géographique aux infrastructures médicales ;
- le manque de professionnels des soins de santé

Nous pouvons, en effet, constater que le Rwanda a fait face et continue à faire face à beaucoup de défis dans leur système des soins de santé. Cependant, certaines améliorations dont, d'une part l'accessibilité financière, ont été faites notamment grâce à la mutuelle de santé qui, à l'heure actuelle, atteint un taux de couverture de 84,5% ("Le gouvernement aménage un financement complémentaire de la Mutuelle de Santé", 2019).

Et d'autre part, selon Dr. Shiron Byamukama (Dept. CEO de Babyl Rwanda), l'innovation et les nouvelles technologies peuvent représenter un facteur important permettant à chaque rwandais d'avoir accès à un médecin de manière simple et pratique.

Dans la section suivante, nous allons définir une ces nouvelles technologies qui est l'intelligence artificielle. Ensuite, nous parlerons de cette technologie et de son application dans le secteur des soins de santé.

L'intelligence artificielle

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) est définie par l'un de ses créateurs comme « *la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau telle que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critiquée .* » (Marvin Lee Minsky, 1956).

L'objectif de l'IA est de donner aux ordinateurs la capacité de simuler l'intelligence « humaine ». Ils peuvent, en effet, faire des tâches simples pour les humains tels que : reconnaître des objets dans une image, conduire une voiture etc.

Mais comment un ordinateur (une machine) peut-il reconnaître un chat ou une chaise parmi plusieurs voire milliers de photos ? En effet, cela est impossible d'écrire un programme qui pourrait fonctionner de manière puissante dans toutes les situations. C'est grâce à l'apprentissage que les machines/ordinateurs exécutent des tâches simples ou complexes et acquièrent de nouvelles compétences. En termes plus spécifiques, nous pouvons utiliser ce terme : *l'apprentissage machine (Machine learning)*. Il existe également une version plus « profonde » de cet apprentissage, qui est *l'apprentissage profond (deep learning)*.

L'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé

Un seul cerveau humain ne peut traiter et stocker toutes les connaissances médicales et ce y compris toutes les informations scientifiques nouvelles et importantes. En effet, les médecins apprennent des milliers de maladies et sont emmenés à s'en souvenir dans leur pratique quotidienne. Cependant, il est difficile, voire impossible pour un médecin de connaître de toutes les nouvelles données, découvertes, de les intégrer, de s'en rappeler et de les utiliser de manière fiable toutes ces informations à chaque instants pertinents.

Cela représente un des défis majeurs en *imagerie médicale*, où les erreurs humaines sont estimées en moyenne entre 3% et 5% et représentent près de 75% des réclamations pour faute professionnelle médicale aux USA (Lee, Nagy, Weaver & Newman-Toker, 2013).

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), 8 à 12% des interventions médicales en milieu hospitalier en Europe mènent à des erreurs médicales. Celles-ci sont considérées comme la troisième cause de décès après les maladies cardio-vasculaires et les cancers (La Libre Belgique, 2017). Les origines des fautes médicales selon l'OMS seraient dues, entre autres, à la fatigue des professionnels, à l'encombrement des services, au manque de personnel, au manque de formation et au fait que les patients n'ont pas été bien informés (OMS, 2017).

Ces erreurs médicales sont estimées à 42 milliards de dollars de coût annuel dans le monde. Cela représente près de 1% de l'ensemble de frais liés à la santé au niveau mondial (OMS, 2017).

L'apprentissage automatique (Machine Learning) ainsi que les autres systèmes d'intelligence artificielle (IA) pourraient réduire le risque de telles erreurs. Par ailleurs, cette technologie de pointe pourrait contribuer à alléger le travail des médecins (Jiang et al., 2017).

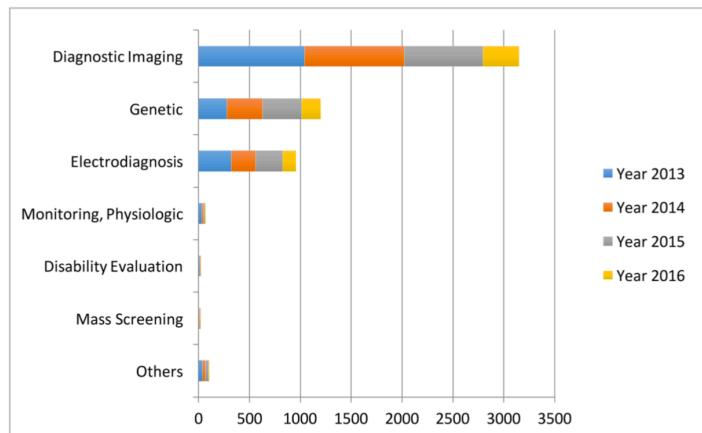
En effet, la disponibilité croissante de données sur les soins de santé et le développement rapide de méthodes analytiques de données volumineuses ont rendu possibles les applications réussies récentes de l'IA dans les soins de santé. Guidées par des questions cliniques pertinentes, de puissantes techniques d'IA peuvent révéler des informations cliniquement pertinentes dissimulées dans la masse de données, ce qui peut aider à la prise de décision médicale.

Les données dans le secteur des soins de santé

Avant que les systèmes de l'IA puissent être utilisés dans les applications des soins de santé, ces derniers doivent être « formés ». Ils apprennent et deviennent donc « intelligents » grâce à des données qui sont créées et à partir d'activités cliniques telles que : le dépistage, les diagnostics, la prescription d'un traitement, etc. Cette collecte d'information permet d'apprendre de groupes de données similaires. Ces données cliniques sont souvent des notes médicales, d'examens physiques et de laboratoires, imagerie médicale, d'enregistrements électroniques de dispositifs médicaux, etc.

En effet, une grande partie des technologies de l'IA analyse des données issues de l'imagerie diagnostique, des tests génétiques et de l'électrodiagnostic (Jiang et al., 2017).

Tableau 1: « Les types de données considérés dans la littérature sur l'intelligence artificielle (IA). »



Source : Jiang et al., 2017

Quant aux autres sources de données principales, il s'agit des notes d'examens physiques et les résultats de laboratoire cliniques. Ces données sont à distinguer des données d'imagerie, génétiques et électrophysiologiques (EP) car elles sont composées de grandes parties de textes non structurés, tels que des notes médicales, qui ne sont pas directement analysables (Jiang et al., 2017).

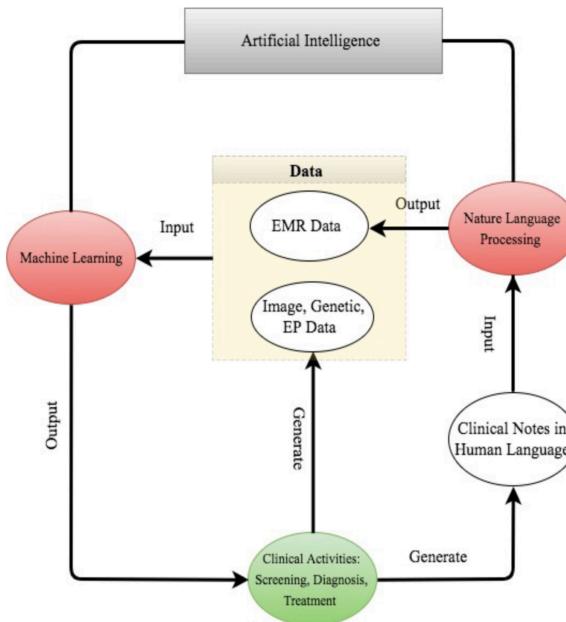
Dès lors, les applications d'intelligence artificielle correspondantes doivent d'abord convertir au préalable les données non structurées (les textes, etc.) en un dossier médical électronique (DME, en anglais : *EMR*) compréhensible par une machine (Jiang et al., 2017).

Apprentissage automatique (Machine learning)

L'IA peut être appliquée à différents types de données des soins de santé (structurées et non structurées). Les données structurées telles que les données d'imagerie médicale, de tests génétiques, EP, sont directement analysées par *l'apprentissage automatique*. Quant aux données non structurées, elles sont d'abord analysées par des technologies basées sur les algorithmes de *NPL* (*Natural Language Processing*) ou *TAL* (Traitement Automatique du Langage). Ensuite, elles transforment ces données non structurées (les textes, etc.) en données structurées compréhensibles par une machine qui peuvent ensuite être analysées par les techniques de l'apprentissage automatique (Jiang et al., 2017).

Nous pouvons voir à la page suivante, le flow chart qui décrit le « road map » allant de la génération de données cliniques à la prise de décision médicale, en passant par la transformation des données non structurées (les notes cliniques en langage humain) en données structurées par le *TAL/NPL* (*Nature Language Processing*) et l'analyse des données par l'apprentissage automatique (*Machine Learning*). Nous notons que la « road map » commence et se termine par des activités cliniques (Jiang et al., 2017).

Figure 1: « Le road map »



Source : Jiang et al., 2017

Les algorithmes d'analyse de données construits par l'apprentissage automatique (Machine Learning) extraient des caractéristiques en provenance de ces sources de données sans avoir besoin de compter sur un humain. En effet, des données des patients sont injectées dans l'apprentissage automatique (Machine Learning). Il s'agit des données de bases qui reprennent des caractéristiques, des « traits » des patients tels que l'âge, le sexe, les antécédents médicaux, etc., ainsi que des données, spécifiques à une maladie, telles que l'imagerie diagnostique, les médicaments, etc.

L'algorithme d'apprentissage supervisé et l'algorithme apprentissage non supervisé

L'algorithme d'apprentissage supervisé

Il convient à la modélisation prédictive en prenant un ensemble de données connues en entrée (Input) et de résultats connus en sortie (output). En fonction de sa classification :

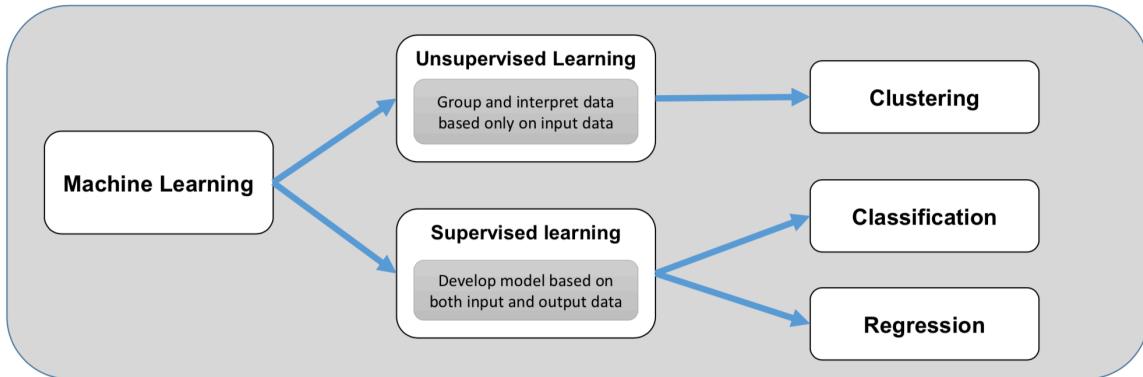
- Classification : il peut prédire si une tumeur est cancéreuse ou pas
- Régression : il peut prédire s'il y a une modification de l'indice de masse corporelle, etc. (Weng et al., 2018).

L'algorithme d'apprentissage non supervisé

L'apprentissage par la machine se fait, dans ce cas, de manière totalement autonome car les données sont communiquées à la machine mais celle-ci n'aura pas d'exemples de résultats attendus en sortie (Weng et al., 2018).

Le « *clustering des données* », à savoir le partitionnement des données, est le procédé de l’algorithme non supervisé le plus courant. Il regroupe un ensemble d’éléments hétérogènes sous forme de groupes homogènes ou liés par des caractéristiques communes. Il peut permettre de mieux identifier les facteurs de risques, personnaliser les traitements et en vérifier l’efficacité, etc. (Weng et al., 2018).

Figure 2: “Comment fonctionne l’apprentissage automatique ?”

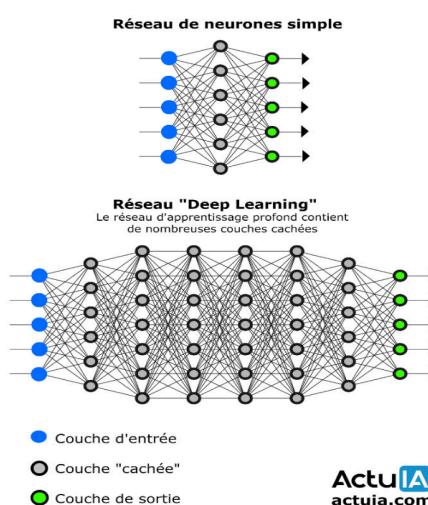


Source : Weng et al., 2018

L’apprentissage profond (Deep learning)

L’apprentissage profond (Deep learning) représente une énorme évolution pour l’apprentissage automatique (Machine Learning) (Nachez, 2017). Il se base sur la façon dont notre cerveau traite, et apprend les informations. En effet, il s’agit de réseaux de neurones ayant à en leur possession de nombreuses couches cachées. Elles sont situées entre les couches d’entrées, acceptant des données complexes et volumineuses à traiter, et les couches de sorties qui sont quant à elles destinées à délivrer le résultat du calcul (voir figure 3: qu’est-ce que le Deep learning ?). Ces nombreuses couches ont un impact extrêmement bénéfique sur la qualité des résultats obtenus.

Figure 3: « Qu’est-ce que le Deep Learning ? »

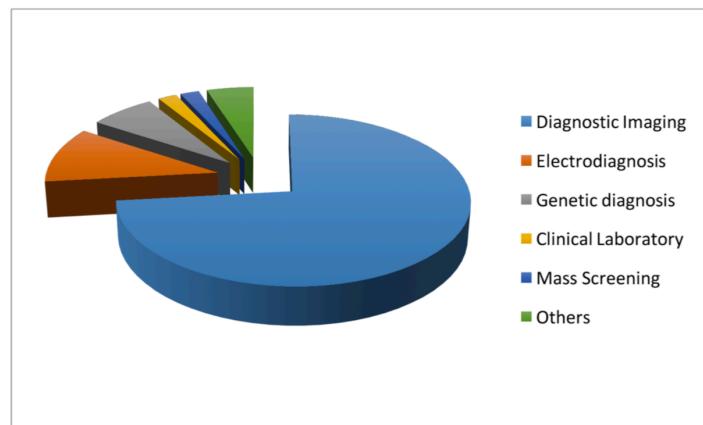


Source : actuia.com, 2017

En tant que tel, l'apprentissage profond peut explorer des données plus complexes et plus volumineuses. En effet, la popularité récente de l'apprentissage profond est due à l'augmentation de ces données (Ravi et al., 2017).

Comme nous pouvons le voir (ci-dessous), l'apprentissage profond est majoritairement utilisé dans l'analyse de l'imagerie médicale, ce qui est logique car les données d'image sont naturellement de haute dimension car chaque image contient des milliers de pixels en tant que traits (Jiang et al., 2017).

Tableau 2: « Les sources des données pour l'apprentissage profond. »

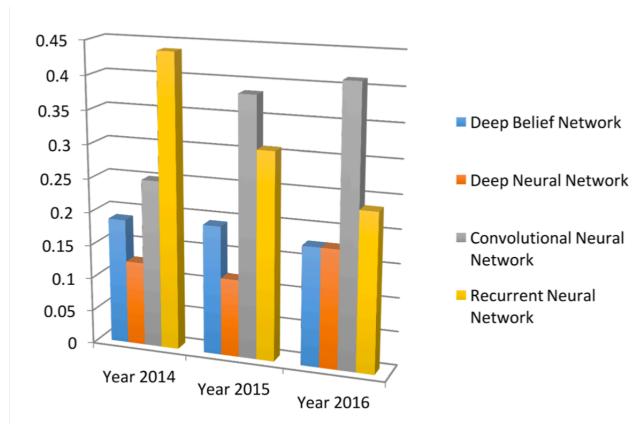


Source : Jiang et al., 2017

Pour analyser toutes ces données en imagerie médicale, l'apprentissage profond utilise un algorithme : les réseaux de neurones à convolution (Convolutional Neural Networks ou CNN en anglais). Ces derniers fonctionnent un peu comme notre cortex visuel, en empilant plusieurs couches de traitement pour produire un résultat – une image – de sortie (Polytechnique Montréal, 2018).

Cette image ci-dessous nous montre les différents algorithmes utilisés par l'apprentissage profond et leurs évolutions de 2013 à 2016. Nous pouvons constater que les réseaux de neurones à convolution ont été le plus populaires en 2016. En effet, cet algorithme est beaucoup plus efficace que les algorithmes de l'apprentissage automatique classiques lors du traitement des données volumineuses (Jiang et al., 2017).

Tableau 3: « Les quatre principaux algorithmes d'apprentissage profond et leurs popularités. »



Source : Jiang et al., 2017

Après avoir défini et expliqué ce que c'est l'IA, et parlé de l'utilisation de cette technologie dans le secteur des soins de santé, il nous a semblé judicieux d'évoquer l'IA dans le marché des soins de santé ainsi que son évolution et son impact dans ce secteur.

L'intelligence artificielle dans le marché des soins de santé

Le système de santé fondé sur la valeur

Nous sommes en train d'assister à une évolution vers la consumérisation dans le secteur des soins de santé. Cela poussera les payeurs et les fournisseurs à se concentrer sur un système de santé fondé sur la valeur et améliorer les « outcomes »/les résultats. Les bénéfices/avantages de ce système de santé fondé sur la valeur concernent les différentes parties prenantes en tant que telles (NEJM Catalyst, 2018).

Figure 4: « Le système de santé fondé sur la valeur »

Value-Based Health Care Benefits



NEJM Catalyst (catalyst.nejm.org) © Massachusetts Medical Society

Source : NEJM Catalyst, 2018

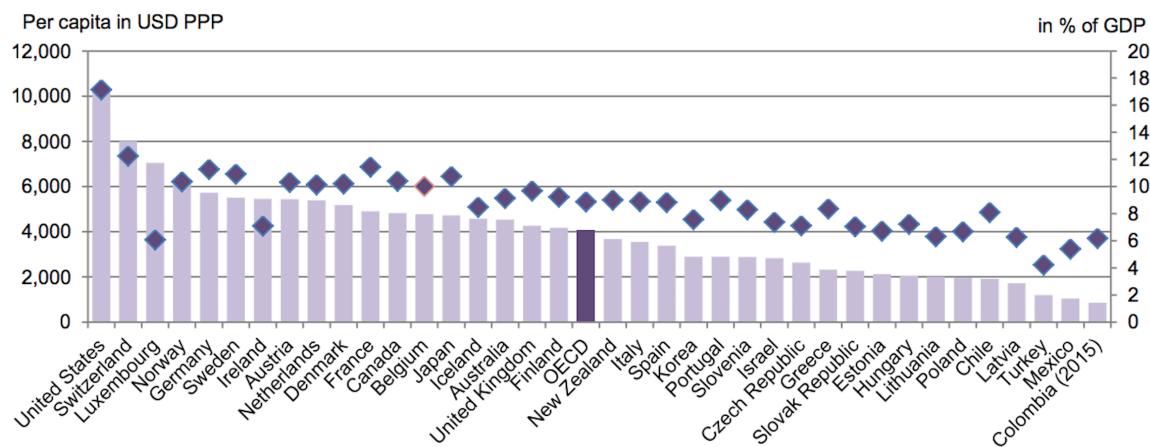
Cette transformation du secteur des soins de santé est, entre autres, due aux attentes variées de toutes les parties prenantes : les patients (les consommateurs), les gouvernements, les contribuables, les employeurs et les fournisseurs. Ces attentes représentent, en effet, un changement radical et des nouveaux défis pour ce secteur (MindField Global, 2018). Dans diverses régions géographiques, l'intelligence artificielle pourra répondre à ces défis et améliorer la prestation des soins.

Selon le rapport de MindField Global (2018), dans les pays émergents, en développement, et développés, le coût et la demande des soins augmentent, et cela a pour conséquence d'accroître le besoin de technologies numériques. Par ailleurs, ce rapport rajoute que cela est impératif de fournir des soins homogènes tout en exploitant les avantages d'un écosystème connecté, où les patients, fournisseurs, payeurs et d'autres parties prenantes adoptent de plus en plus les technologies pour contribuer à la simplification des processus.

Les dépenses de santé

D'après les statistiques de l'OCDE sur la santé 2018, la Suisse et le Luxembourg consacrent plus de 10% de leur PIB à la santé. Quant aux États-Unis, il est considéré comme le pays qui dépense le plus en soins de santé. Et ce, malgré le fait que ce pays soit confronté à des défis tels que la hausse des coûts des soins de santé, la pénurie des professionnels des soins de santé (MindField Global, 2018) et l'absence de couverture de santé universelle.

Tableau 4: Dépenses de santé par habitat, et en part du PIB, 2017



Note: Data for 2017 was estimated by the Secretariat for those countries that were not able to provide this information. PPP stands for Purchasing Power Parities and adjusts health expenditure for differences in price levels between countries.

Source: OECD Health Statistics 2018.

D'après le rapport de Meticulous Research (2018), l'IA pourra d'une part améliorer les résultats (outcomes) et d'autre part réduire les coûts liés aux complications post-traitement, qui représentent, l'un des principaux facteurs de coûts dans la plupart des écosystèmes des soins de santé à travers le monde.

La croissance du marché mondial de l'IA dans le secteur de la santé

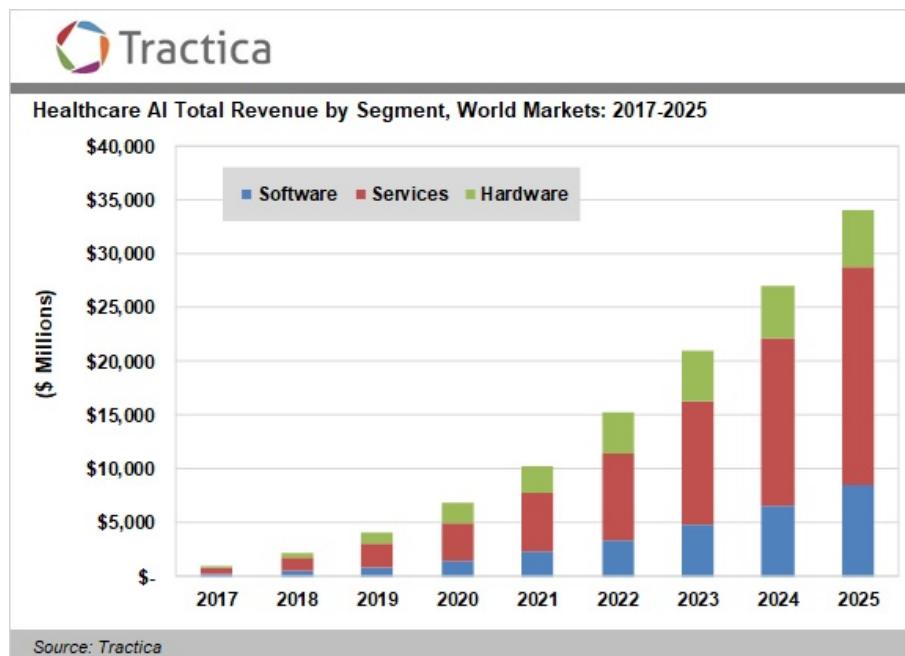
Selon le rapport Tractica paru en 2018, le marché des outils dotés de l'intelligence artificielle dans les soins de santé devrait dépasser les 34 milliards de dollars d'ici 2025. D'après ce même rapport, la raison principale est la volonté de plus en plus grandissante d'automatiser les tâches et de mieux comprendre les problèmes cliniques et financiers.

Le marché mondial devra relever le défi de synthétiser d'énormes quantités de mégadonnées, et ce, grâce aux techniques d'apprentissage automatique, à l'apprentissage profond, à l'informatique sémantique ainsi que les réseaux de neurones à convolution, indique le rapport Tractica.

Les domaines clés opérationnels et cliniques qui seront les plus impactés par la croissance de l'IA seront l'analyse de l'imagerie médicale, la découverte de médicaments, les essais cliniques, l'aide à la prise de décision médicale, le Traitement Automatique du Langage (TAL) (ou NLP : Natural Language Processing), et la gestion des patients (Tractica, 2018).

Ce rapport rajoute que le marché de l'IA de logiciels (software) qui seront actifs dans les domaines cités ci-dessus, atteindra probablement un chiffre d'affaires annuel de 8,6 milliards de dollars d'ici 2025. Ceci contribuera à un total de 34 milliards de dollars de vente software, d'installation de hardware, et des opportunités de consulting/de conseil sur le marché de l'IA.

Tableau 5: « L'IA dans les soins de santé – Le chiffre d'affaires par segment (marché mondial) : 2017-2025 »



En dépit de cette valeur du marché, les outils/tools/logiciels de l'IA ne représentent qu'une fraction du marché des technologies du secteur des soins de santé, révèle le rapport de Meticulous Research (2018). En effet, le marché des technologies en soins de santé devrait atteindre 223, 16 milliards de dollars d'ici 2023 et ce uniquement grâce à l'IA et à l'apprentissage automatique (Meticulous Research, 2018).

Évolution de l'IA dans le secteur des soins de santé

L'intelligence artificielle face aux «défis» dans le secteur des soins de santé

Selon l'OMS, le personnel des soins de santé souffrira d'une pénurie mondiale d'environ 13 millions dans le monde d'ici 2035. Par ailleurs, la formation des médecins et du personnel de soin de santé a été un défi, car il manque de formateurs/professeurs qualifiés dans divers pays. Malgré les avancées des nouvelles technologies, il existait quelques divergences entre les résultats (outcomes) et les résultats prédictifs par l'homme. Ce qui a permis d'évoluer vers l'intelligence artificielle. En effet, l'IA se réfère aux machines qui ont été conçues pour apporter des solutions aux problèmes sans l'intervention humaine.

À l'heure actuelle, l'IA s'impose progressivement dans le secteur des soins de santé en facilitant le travail des médecins, en aidant les hôpitaux, les sociétés pharmaceutiques et autres à faire face aux défis présents dans ce secteur.

Selon le rapport de Mindfield Global (2018), il a été constaté que de plus en plus d'hôpitaux abandonnaient l'utilisation des plates-formes cloud destinées uniquement au stockage des données à l'utilisation d'applications/plateformes cloud personnalisées dotées d'intelligence artificielle. En effet, ces applications contribuent à l'aide à la prise de décision, à faire un diagnostic du patient, à découvrir des nouveaux médicaments, etc.

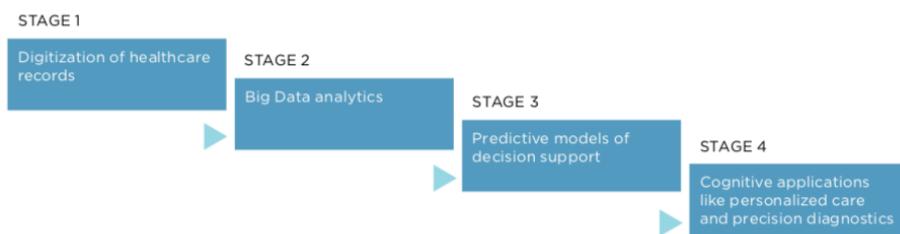
L'augmentation de données

D'après le rapport de MindFields Global (2018), le volume croissant de données dans le secteur des soins de santé pourrait emmener l'IA à devenir une solution infaillible pouvant couvrir d'une part « toutes les pratiques médicales » allant de la prévention au diagnostic, en passant par le traitement et d'autre part les pratiques non médicales telles que l'engagement du patient, le processus du workflow, et le traitement des réclamations.

IA et l'analytique

L'analytique combinée avec l'intelligence artificielle peut jouer un rôle crucial dans l'exploration de données des dossiers médicaux et devenir une plateforme efficace dans le secteur des soins de santé (MindFields Global, 2018). Les médecins peuvent, en effet, être aidés par des modèles prédictifs développés grâce à l'association de l'analytique et de l'intelligence artificielle, à diagnostiquer les maladies à un stade précoce. Afin d'obtenir ces résultats ci-dessous, l'analytique et l'intelligence artificielle doivent fonctionner coude à coude.

Figure 5: Les différentes étapes de l'IA et l'analytique



Source : MindFields Global, 2018

Le tableau ci-dessous nous permet de comparer l'intelligence artificielle et l'analytique sur plusieurs paramètres :

Figure 6: « Comparaison entre l'IA et l'analytique »

Parameter	AI	Analytics
Primarily used for	Depicting human behaviour and emotions	Data interpretation and turning them into meaningful patterns
Learning Capabilities	Self-learning using historical data	Pre-defined by set of programs
Process	Non-repetitive	Repetitive
Judgement	Self-judgment based on previous actions and results	Pre-defined judgments
Functionality Basis	Corpus based	Command based
Maturity Level	Growing Stage	Matured Stage
Tools/Platform	Application Programming Interface (API)/Cloud based	API based
Examples	IBM Watson, Google DeepMind	Google Analytics
Design	Complex design	Involves use of algorithms and software, Comparatively easier design than AI
Assistance	Compliments human intelligence	Compliments human labour of data sorting
Integration	Complex integration	Easy integration

Source : MindFields Global, 2018

Les tendances actuelles de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé

Le secteur des soins de santé est en train d'être transformé, et ce à l'échelle mondiale grâce à l'intelligence artificielle, à la robotisation et à la numérique (De Bort et al., 2018).

⇒ **IBM Watson**

Aux États-Unis, le système informatique cognitif IBM Watson pour la santé (IBM Corp., Armonk, New York) a utilisé des méthodes d'apprentissage automatique pour créer un système (Watson Genomic Analytics) d'aide à la décision destiné aux médecins traitants des patients atteints de cancer, dans le but d'améliorer la précision du diagnostic et de réduire les coûts (Jones, Golan, Hanna & Ramachandran, 2018). Ce système est utilisé aux États-Unis, au Mexique, et aux Émirats Arabes Unis.

⇒ **DeepMind**

DeepMind Health, la division santé de l'entreprise spécialisée dans l'intelligence artificielle de Google a quant à elle mis au point un logiciel capable de dépister plus de 50 maladies oculaires (Jalinière, H., 2018). Grâce à la collecte de données et l'analyse prédictive, le logiciel peut détecter et analyser les risques pour la santé.

⇒ **Les objets connectés au service de la santé**

Les appareils de suivi médicaux qui utilisent des techniques d'intelligence artificielle sont de plus en plus utilisés. Ils peuvent par exemple être utilisés comme outil de suivi à distance des patients qui viennent de subir une opération du cœur. Ils peuvent, en effet, donner des informations quant à l'activité cardiaque d'un patient après son opération, son poids, etc.

Les appareils portables, similaires aux « montres-bracelets », tels que ceux des « trackers » de fitness, sont maintenant couramment utilisés. L'IA peut être utilisée pour déterminer à distance les plans de traitement du patient ou des alertes pour informer l'utilisateur. Les appareils portables peuvent surveiller les informations relatives à la santé et au bien-être, telles que le nombre de pas effectués ou le nombre de calories brûlées. Cela pourrait être important pour les patients cherchant à perdre du poids. En effet, l'intelligence artificielle peut interpréter ces informations pour donner aux utilisateurs de ces appareils un meilleur accès aux connaissances sur leur condition physique et ainsi les encourager à modifier leur mode de vie. (Darlington, K., 2018).

Selon une étude de Data Bridge Market, le marché mondial des objets connectés au service de la santé devrait atteindre 371,441,20 millions de dollar d'ici 2024.

⇒ Chatbots santé

Grâce à certains chatbots (« les chatbots sont des programmes informatiques utilisés pour mener des conversations auditives ou textuelles ». (Winkler, R. et Söllner, M., 2018)), les patients peuvent prendre des rendez-vous, et d'autres chatbots santé peuvent leur rappeler de prendre leurs médicaments ou de les aider à renouveler leurs ordonnances. Ils peuvent, en outre, poser des questions et obtenir des réponses en temps réel (Broke, S., 2018). Voici quelques exemples de chatbots santé :

- *Florence* - Cette infirmière vous dit de prendre vos médicaments, vous donne des instructions si vous avez oublié de prendre une pilule, surveille votre santé (et vos règles pour les femmes) et peut vous aider à trouver des spécialistes et à prendre rendez-vous dans votre région.
- *Your. MD* - Remplace l'assistant d'un généraliste, pose des questions sur les symptômes et pose suffisamment de questions approuvées par les professionnels de la santé pour identifier une condition probabiliste, puis organise des rendez-vous.
- *Safedrugbot* - cette application de messagerie aide les médecins à prendre conscience des éventuels effets secondaires des médicaments pendant l'allaitement et contribue à la sécurité des mères.
- ***Babylon Health*** - une autre assistante médicale en conversation avec la possibilité de faire appel à un médecin. (Broke, S., 2018)

⇒ Des robots chirurgicaux

Le secteur des soins de santé fera de plus en plus appel aux robots chirurgicaux. Ces derniers continueront également à se perfectionner en exploitant leur base de données chirurgicale (Siècle Digital, 2018). Ils fonctionnent, en outre, grâce à l'apprentissage automatique et permettent aux médecins d'éviter des erreurs, d'opérer avec précision et les patients récupèrent rapidement (MindFields Global, 2018).

L'intelligence artificielle continue à évoluer dans le domaine des soins de santé. En effet, elle est présente dans les essais cliniques, dans la découverte et développement des médicaments (MindFields Global, 2018).

Enfin, ce secteur assiste à des phases expérimentales de l'intelligence artificielle dans :

- La participation aux recherches en prévention avec l'aide de l'apprentissage profond et l'informatique cognitive. Cela aura pour but de développer des médicaments pour prévenir et guérir des maladies liées au vieillissement tel que Alzheimer, Parkinson, et les maladies cardiovasculaires.
- La reconnaissance vocale et faciale dans le but de reproduire un thérapeute.

L'impact de l'IA dans le secteur des soins de santé

L'impact de l'IA sur les emplois/les tâches ? Fonctions ?

L'émergence de l'IA dans les soins de santé suscite une crainte auprès des professionnels de la santé (médecin, infirmiers, etc.) de perdre leur emploi. Or d'après le rapport PwC Health Research Institute (2017), des établissements médicaux exploitent désormais la puissance de l'IA afin d'automatiser la prise de décision, créer des efficiencies financière et administrative, automatiser des parties de leurs chaînes d'approvisionnement, etc.

Ce rapport révèle, en outre, que les tâches répétitives seront également automatisées grâce à l'intelligence artificielle et plus précisément grâce à l'apprentissage automatique. Selon ce même rapport, l'IA a l'avantage de ne pas se fatiguer, de ne pas oublier, et de ne pas s'ennuyer tel qu'un être humain. De ce fait, l'IA permettra aux infirmiers, médecins, et hôpitaux, de diminuer leur charge de travail et de se concentrer plus sur les soins personnalisés des patients (Hamid, S., 2017).

Certains professionnels de la santé comme les radiologues peuvent exploiter les outils de l'IA pour analyser les résultats d'examens d'imagerie médicale plus rapidement et avec plus de précision, indique le rapport. Cela leur permet de se concentrer sur des tâches à valeur ajoutée, de gagner en rapidité, efficacité et pertinence clinique.

D'après le rapport MindField Global (2018), l'IA va, certes, détruire des emplois administratifs dans ce secteur mais contribuera aussi à la création de nouveaux emplois qui requerront des nouvelles compétences.

L'impact de l'IA sur l'innovation médicale

Pour répondre aux besoins de la société et des patients du 21ième siècle, le développement actuel des médicaments a besoin d'être amélioré, et ce de manière efficace (Tsang, L., et al., 2017). L'IA, plus particulièrement l'apprentissage automatique, offre l'industrie pharmaceutique une réelle opportunité de révolutionner les programmes de recherche et développement, en particulier au début du développement du produit (Tsang, L., et al., 2017). En effet, d'après le rapport de PwC Health Research Institute (2017), les outils d'IA peuvent contribuer à mieux identifier les composants du produit susceptibles de réussir en se basant sur les données cliniques au début du développement du produit.

L'adoption des nouvelles technologies par les consommateurs (Mindfields Global, 2018)

Nous nous intéresserons cette section à identifier les facteurs qui auront une influence sur l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé. Afin de réaliser cet objectif, nous définirons tout d'abord le concept de l'adoption des nouvelles technologies, puis nous présenterons deux modèles théoriques utilisés pour expliquer les comportements des individus face l'adoption d'une technologie/outil technologique, nous présenterons par la suite les résultats d'une étude effectuée par PwC (2017) dans le but d'analyser l'adoption du grand public de l'IA et des robots dans leurs soins de santé et enfin, nous présenterons les hypothèses de recherche.

Définition de l'adoption des nouvelles technologies

Le développement et l'évolution des nouvelles technologies transforment de plus en plus le domaine des soins de santé. Cela nécessite pour les professionnels de la santé de comprendre l'influence de ces nouvelles formes de technologies disruptives dans le processus d'adoption des patients à ces technologies.

La définition de référence de l'adoption d'une nouvelle technologie est de Rogers (2003). En effet, selon lui, l'adoption « L'adoption est une décision de la pleine utilisation d'une innovation comme le meilleur moyen d'action disponible et le rejet est la décision de ne pas adopter cette innovation" (Rogers, 2003).

Modèles théoriques d'adoption de technologie par les patients/consommateurs

Modèle d'acceptation de la technologie

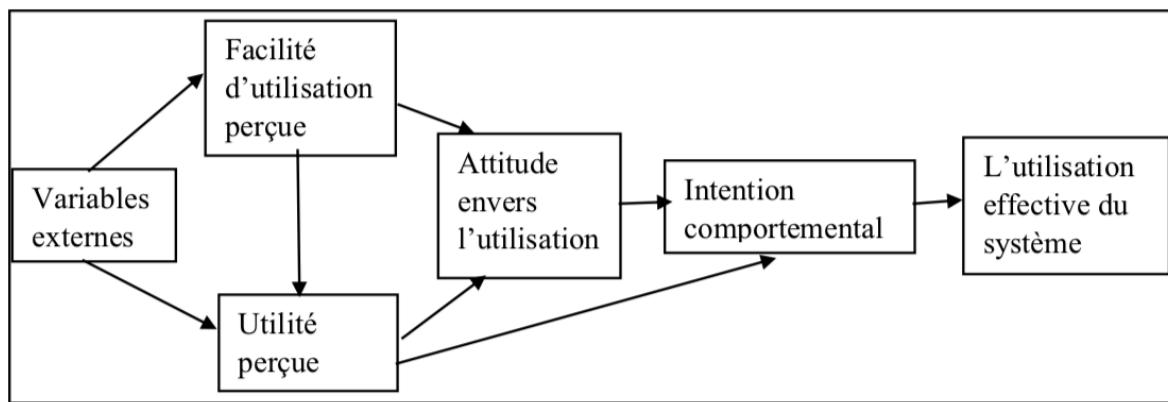
Afin de mieux cerner la compréhension du processus d'adoption des patients d'un point de vue théorique, certains modèles théoriques sont incontournables. C'est notamment le cas du **modèle d'acceptation de la technologie** (Technology Acceptance Model) de Davis (1989), l'un des modèles le plus connus et tente de déterminer et de prédire les comportements des individus lorsqu'ils sont face à une nouvelle technologie, et ce en tenant compte de deux variables :

- **La perception de l'utilité** est le degré auquel une personne croit que l'utilisation d'un système augmenterait son rendement au travail (Davis, 1989) et ;
- **La perception de facilité d'utilisation** est le degré auquel une personne croit que l'utilisation d'un système particulier sera sous d'effort (Davis, 1989).

Ce modèle ajoute des éléments à d'autres modèles d'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975), et du comportement planifié de d'Ajzen (1991). En effet, il y ajoute d'une part des variables externes dans la modélisation du comportement de l'utilisateur, et d'autre part, montre comment ces variables influent sur les deux croyances spécifiques à savoir l'utilité et la facilité d'utilisation perçue.

Cette figure suivante nous le démontre :

Figure 7: « Le modèle d'acceptation de la technologie (MAT) »



Source : Davis (1989, p. 985)

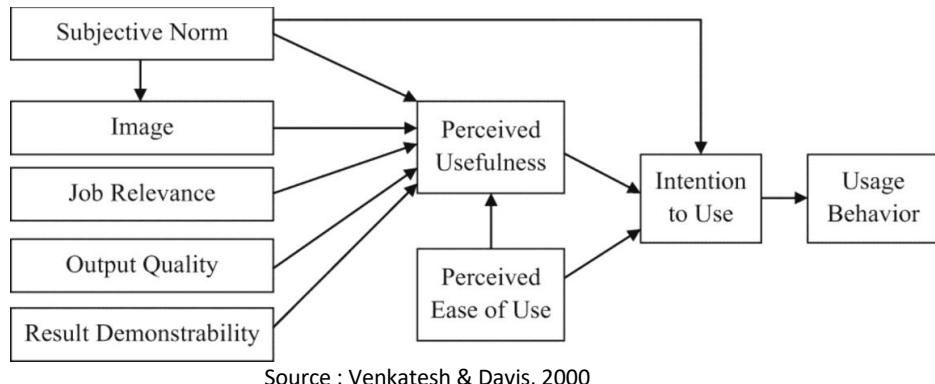
Ce modèle permet d'expliquer environ 30% à 40% des raisons qui emmèneront un individu à adapter tel ou tel comportement face à une technologie (Davis et al., 1989).

Le premier MAT (modèle d'acceptation de la technologie) a été modifié, plus tard, par Venkatesh et Davis (2000) et ce dans le but d'y inclure des nouvelles variables. La norme subjective (Subjective Norm) y sera ajoutée et cela sera un facteur qui permettra de développer **un nouveau modèle : le MAT2**. Cette norme reprend, en effet, ces items :

- Image : l'image que le personne a d'elle-même
- Job Relevance : la pertinence d'une tâche en ce qui concerne une situation
- Output Quality : la perception des gens par rapport à la qualité des tâches effectuées
- Result Demonstrability : l'importance des tâches réalisées à l'aide d'une TIC (Technologies de l'information et de la communication).

Ces items, qui sont plutôt subjectifs, dépendent directement des caractéristiques des personnes qui sont confrontées à l'outil. En outre, ce nouveau modèle arrive à expliquer 60% de la variance des intentions d'utilisation, la norme subjective (Subjective Norm) explique 82% (Venkatesh, Davis, 2000, p.198) de l'efficacité perçue (Perceived Usefulness) et accroît ainsi la crédibilité de l'intention d'utilisation (Intention of Use).

Figure 8: Le modèle d'acceptation de la technologie 2 (MAT2)



Source : Venkatesh & Davis, 2000

L'évolution du MAT en MAT2 nous permet de remarquer qu'au départ le modèle était basé sur les impressions face aux technologies, et un autre élément est venu s'y ajouter : la subjectivité qui augmente dès lors les explications de la variance dans les comportements face une technologie. Le modèle suivant s'inspire du modèle MAT ainsi que d'autres modèles.

Modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)

Ce modèle tente de relier dans un seul modèle général les différentes théories qui sont :

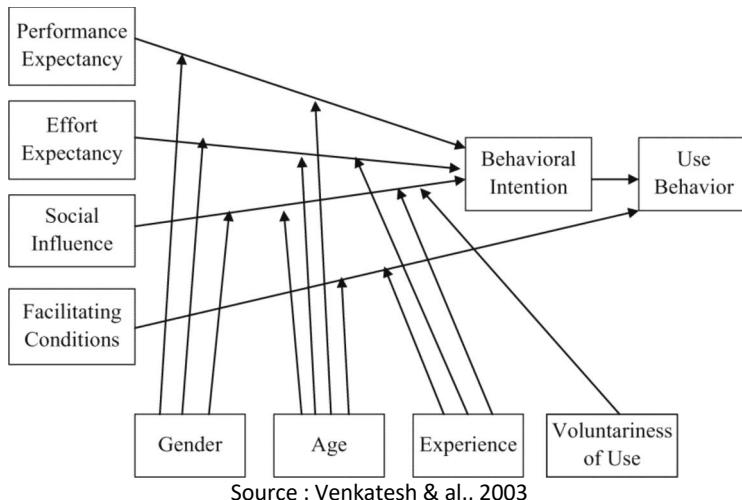
- des théories des intentions qui se mettent un accent sur les attitudes et comportements des utilisateurs avec ;
- les théories des stratégies d'adoption qui se focalisent sur des facteurs de contingence durant la mise en œuvre et avec ;
- les théories d'utilisation des TIC (Technologies de l'information et de la communication) qui se concentrent sur les réactions individuelles

En effet, le modèle UTAUT unifie huit théories et modèles différents :

1. La théorie de l'action raisonnée (TAR).
2. Le modèle de l'acceptation de technologie (MAT).
3. Le modèle motivationnel (MM).
4. La théorie du comportement planifié (TCB).
5. Le modèle d'utilisation des PC (MUPC).
6. La théorie de diffusion d'innovation (TDI).
7. La théorie sociale cognitive (TSC).
8. Un modèle combinant le modèle d'acceptation de la technologie et la théorie du comportement planifié (C-MAT-TCB).

Il a pour but d'évaluer l'impact des différents facteurs sur l'intention des utilisateurs et sur le comportement de l'utilisation. En outre, comme nous le montre cette figure/image suivante, il permet de justifier l'utilisation des TIC en se basant sur quatre déterminants incontournables de l'intention comportementale.

Figure 9: "Le modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT))"



Ces **quatre déterminants** sont :

- **La performance attendue (Performance expectancy) :**

il s'agit du degré de croyance d'une personne qui espère que l'utilisation d'un outil/de la technologie pourra contribuer à améliorer ses performances. Les recherches faites par Venkatesh, al., (2003) nous démontre que les sources de cet élément proviennent du MAT et du MAT2. Ce dernier, en effet, est le plus adroit en ce qui concerne la prévision d'intention d'utilisation d'outils informatiques. Cependant, selon Venkatesh, al., (2003) la relation entre cet élément et l'influence qu'il a sur l'intention d'utilisation est atténuée par deux facteurs : l'âge et le genre.

En effet, en ce qui concerne le genre, d'après la recherche de Minton & Schneider (cité par Venkatesh & al., 2003), ce sont les hommes qui ont plus tendance à s'intéresser aux tâches liées à l'outil de la technologie. De ce fait, cette caractéristique « La performance attendue » est plus adaptée au genre masculin qu'au genre féminin. En ce qui concerne l'âge, les personnes plus jeunes s'intéressent plus aux bienfaits extrinsèques.

- **L'effort attendu (Effort expectancy) :**

Cet élément est déterminé comme étant le degré de croyance qu'une personne ressent concernant la facilité d'utiliser un outil technologique. Beaucoup de variables jouent une influence sur cet élément : le genre, l'âge, et l'expérience de l'individu.

Pour le genre, ce sont les femmes qui sont les plus touchées par *l'effort attendu*. En effet, cela est dû aux différences cognitives présentes entre les femmes et les hommes. Quant à l'âge, plus l'individu est âgé, plus il accordera de l'importance à la quantité d'efforts à fournir. Par conséquent, ce sont les personnes âgées qui seront désavantagées par cet élément. Pour finir, l'expérience de l'individu a un rôle important à jouer dans ce cas-ci parce qu'une personne ayant de l'expérience fournira moins d'effort à utiliser un outil technologique (Butler, N., et Deprez, D., 2017).

- **L'influence sociale** (Social influence) :

Il s'agit du degré de croyance qu'une personne ressent concernant l'importance qu'il donne au jugement, et avis des autres personnes sur l'utilisation d'un outil technologique. Cet élément est similaire à la norme subjective (Subjective Norm) qui a été citée dans le MAT2 et a permis d'améliorer le MAT1. De ce fait, les comportements des utilisateurs sont influencés par ce qu'ils imaginent que les autres pensent d'eux.

D'après les recherches de Venkatesh et ses collaborateurs (2003), ce facteur a peu d'influence sur les comportements face à l'outil technologique quand il s'agit d'actes volontaires. Cependant, quand il s'agit d'obliger les personnes à se servir de cet outil technologique, ce facteur devient alors très éloquent. Trois facteurs sont à l'origine du fait que les individus sont susceptibles de subir une influence sociale : le besoin de conformité, le besoin de s'identifier à un groupe et le besoin d'accepter un comportement commun. Ce sont les femmes qui sont les plus enclin à la comparaison sociale (Venkatesh et al., 2003). Par ailleurs, l'influence sociale diminue face à l'acquisition de l'expérience de l'utilisation d'un outil technologique. Pour finir, l'influence sociale croît avec l'âge de la personne.

- **Les conditions facilitantes** (Facilitating conditions) :

Ces conditions sont celles dans lesquelles une personne considère que des infrastructures et des organisations les aident à utiliser cet outil technologique.

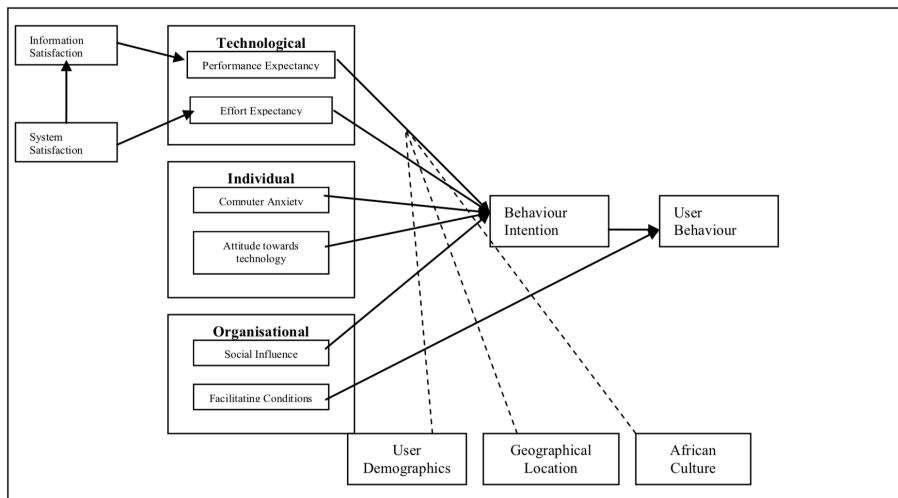
Le modèle UTAUT indique que l'utilisation d'un outil technologique est décidée grâce aux conditions facilitantes et l'intention comportementale (Behavioral intention) (voir figure 9). En effet, l'intention comportementale est influencée par la performance attendue, l'effort attendu, et l'influence sociale. Par ailleurs, selon Venkatesh et al. 2003, les variables telles que : l'âge, le genre, l'expérience, et la volonté d'utilisation agissent sur la performance attendue, l'effort attendu, l'influence sociale et les conditions facilitantes. De ce fait, ces derniers ont une influence sur l'intention d'utilisation, et l'utilisation d'un outil technologique.

Selon Li & Kishore (2006), l'UTAUT est donc d'une part jugé comme le modèle unifié le plus important dans le domaine de recherche de l'adoption de technologies variées et d'autre part, est de plus en plus retenu par des chercheurs pour expliquer l'adoption de technologies variées.

Modèle UTAUT actualisé

Comme mentionné ci-dessus, l'UTAUT est le modèle unifié le plus important dans le domaine de recherche d'adoption de technologies variées. Toutefois, celui-ci a été actualisé par des auteurs, dont Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., en 2012. Ces derniers ont inclus dans le modèle : *la satisfaction de l'e-santé par les utilisateurs, la localisation géographique des utilisateurs et la culture africaine*. Ces derniers agissent d'une part sur la performance attendue et d'autre part peuvent être testés sur l'adoption de la cybersanté dans le secteur des soins de santé en Afrique (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012).

Figure 10: Modèle UTAUT actualisé



Source : Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012

Le grand public prêt à adopter l'intelligence artificielle pour leur santé

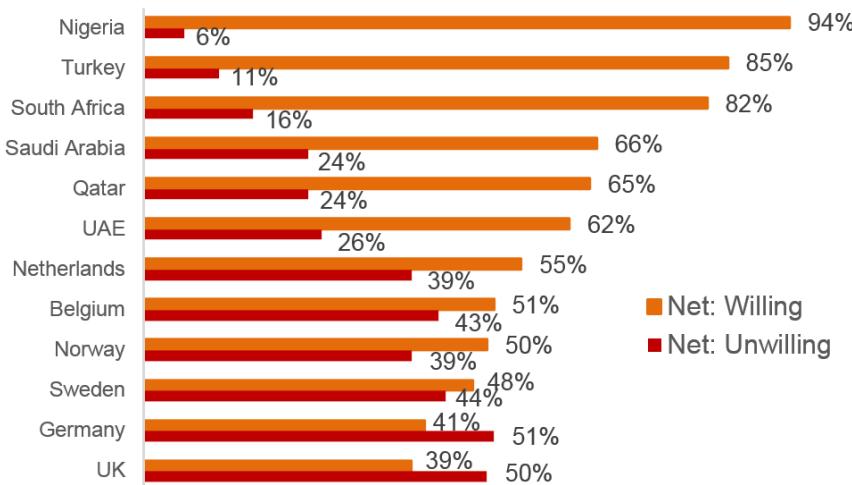
Selon l'étude (PwC, 2017) du cabinet de conseil et d'audit PwC, près de 55% de patients sont prêts à recourir à des robots ou de l'intelligence artificielle (IA) pour prendre soin de leur santé. Cette étude a été réalisée auprès de 11 086 personnes en Europe, au Moyen-Orient, et ainsi qu'en Afrique et a permis de constater les principaux avantages de l'adoption de ces nouvelles technologies qui sont d'une part un meilleur accès aux soins de santé et d'autre part la rapidité et la fiabilité du diagnostic/traitement, particulièrement dans les pays émergents.

Cependant, cette étude souligne que les futurs patients doivent avoir confiance en ces nouvelles technologies afin de répandre leur utilisation ainsi que l'importance de continuer à avoir un « contact humain ». Ce dernier reste une composante clé de l'expérience des soins de santé (PwC, 2017).

38% des répondants/patients se disent quant à eux pas prêts à remplacer leur médecin traitant par des robots ou de l'intelligence artificielle. Par ailleurs, cette étude a permis de constater que parmi les publics prêts à considérer l'IA dans leurs parcours des soins de santé, une scission se développe entre les pays développés et émergents. Ce sont dans les pays qui sont dotés d'un système de santé bien établi où les patients/répondants acceptent l'idée de recevoir des soins par les nouvelles technologies (39% pour le Royaume-Uni, 41% pour l'Allemagne, jusqu'à 51% pour la Belgique).

Néanmoins, l'étude révèle que dans les pays, où le système de santé rencontre encore de manquements, ils sont plus nombreux en faveur des robots et l'intelligence artificielle comme remplaçants de leur médecin traitant (94% au Nigéria, 85% en Turquie ou 82% en Afrique du Sud).

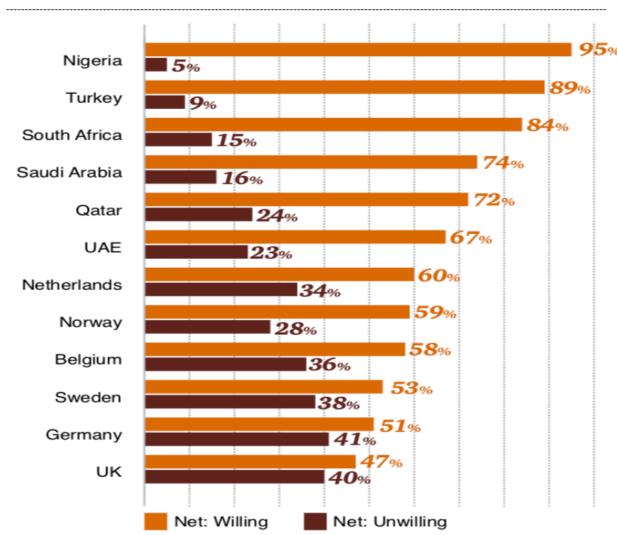
Tableau 6: « Le pourcentage des répondants qui sont prêts/ne sont pas prêts à utiliser l'IA et les robots pour leurs soins de santé



Source : Étude PwC, 2017

D'après l'étude de PwC (2017), le Nigeria est le pays où 95% des personnes qui ont participé à l'enquête sont prêtes à utiliser un «assistant de santé intelligent» tandis qu'en Grande-Bretagne seulement 47% de personnes sont en faveur de cet assistant de santé intelligent.

Tableau 7: « Le pourcentage des répondants qui sont prêts/ne sont pas prêts à utiliser « un assistant de santé intelligent » via smartphone, tablette, ou ordinateur. »



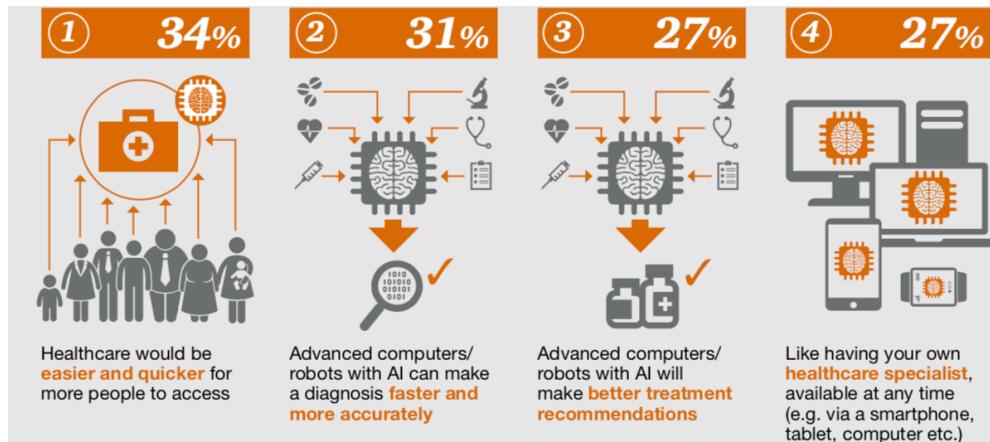
Source : Étude PwC, 2017

Les avantages et inconvénients de l'utilisation de l'IA et de robots dans les soins de santé

D'après l'étude faite par PwC (2017), le « public est prêt » et selon ce public interrogé, les technologies leur permettront « disposer d'un meilleur accès aux soins » (34% des réponses), quant aux l'IA et aux robots, ils leur permettront d'avoir « un diagnostic plus rapide et plus précis » (cité par 31% des répondants).

Par ailleurs, les autres avantages cités par les répondants sont de « meilleures recommandations pour le choix d'un traitement » (27%) et la possibilité de jouir de conseils médicaux à tout moment sur son smartphone, son ordinateur ou encore sa tablette.

Figure 11: « Les tops avantages de l'utilisation de l'IA et les robots pour les soins de santé. »

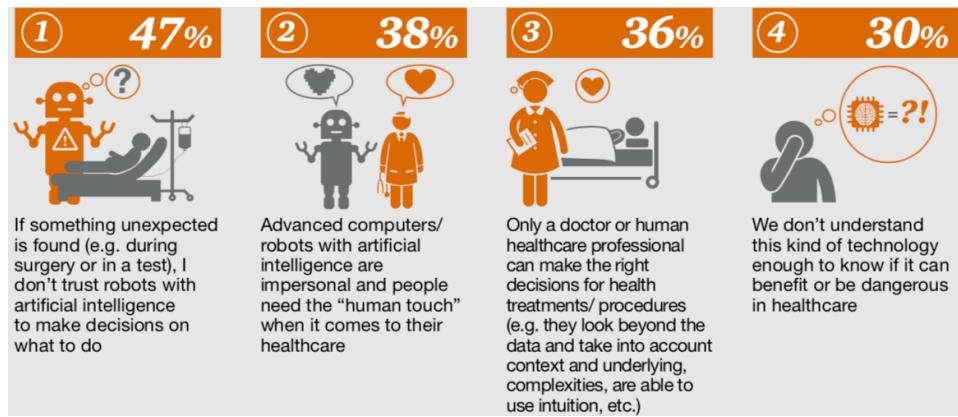


Source : Étude PwC, 2017

Les inconvénients qui ressortent de cette étude, concernent principalement le manque de confiance en la capacité de ces technologies de prendre des décisions lors d'un évènement imprévu (cité par 47% des répondants). 38% de répondants disent qu'ils ont besoin d'un «contact humain» quand il s'agit de leur santé et que ces technologies sont impersonnelles.

D'après les personnes interrogées (36%), seuls les docteurs ou les professionnels de la santé peuvent prendre de bonnes décisions pour les soins de traitements et procédures. Enfin, ils ont des difficultés de compréhension du fonctionnement de ces technologies (cité par 30% des répondants).

Figure 12: « Les tops inconvénients de l'utilisation de l'IA et les robots pour les soins de santé. »



Source : Étude PwC, 2017

Cette étude avait pour but d'analyser l'adoption du grand public de l'IA et des robots dans leurs soins de santé. Cependant, les résultats diffèrent énormément selon la situation économique et sociale des pays où vivent les personnes qui ont été interrogées.

Hypothèses de recherche

Suite aux lectures nécessaires à l'élaboration du cadre théorique, des hypothèses ont été émises. Toutes sont basées sur le modèle UTAUT (Venkatesh, al., 2003), et le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012), mais sont également en lien avec le modèle MAT2 (Venkatesh & Davis, 2000).

- **H1** : Le profil du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA
 - **H1.1** : L'âge du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA
 - **H1.2** : Le genre du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA
- **H2** : L'importance de la quantité d'effort à fournir pour utiliser cet outil technologique doté de l'IA est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H3** : La croyance du patient en une relation entre l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA et l'amélioration de la santé est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H4** : La présence des conditions facilitantes envers le patient est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.
 - **H4.1** : L'importance de la possession d'un téléphone smartphone/d'une tablette/ordinateur est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H4.2** : L'accès facile à internet et au Wi-Fi est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H4.3** : L'accès facile à une information « vulgarisée » et formation concernant de cet outil est en lien avec l'utilisation de celui-ci.
- **H5** : La culture africaine du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.
- **H6** : La localisation géographique du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.

Justification du choix des hypothèses

- L'hypothèse **H1** a été découpée en deux sous-catégories dans le but de mettre en évidence, d'une part les caractéristiques intrinsèques du patient et d'autre part l'expérience du patient avec l'outil technologique doté de l'IA. En effet, l'objectif est de chercher des liens liant l'intention d'utilisation avec l'âge, le genre et l'expérience du patient. Par ailleurs, ces paramètres sont intéressants à étudier, car le modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003) nous permet de savoir que l'âge, le genre et l'expérience de l'individu sont des facteurs qui influent sur la performance attendue, l'effort attendu, l'influence sociale et les conditions facilitantes. Comme développé précédemment dans le cadre théorique, ils ont une influence sur l'intention et l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.

- L'hypothèse **H2** concerne les efforts fournis par le patient. En nous basant sur ce qui a été développé dans le cadre théorique du modèle UTAUT, l'effort à fournir aura une influence sur l'intention d'utilisation. De plus, nous pouvons lier ce paramètre avec cette variable « *Facilité d'utilisation perçue* » du modèle MAT 2 (Venkatesh & Davis, 2000) qui sont, par ailleurs, tous les deux similaires. De ce fait, l'effort attendu (Venkatesh et al., 2003) et la facilité d'utilisation perçue (Venkatesh & Davis, 2000) influent sur l'intention de l'utilisation.
- L'Hypothèse **H3** concerne l'amélioration de la santé du patient au regard de l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA. Sur base de ce qui a été développé dans le cadre théorique du modèle UTAUT, nous pensons que cela aura une influence sur l'intention d'utilisation. En outre, ce paramètre pourrait être influencé par les formations qui sont considérées comme une des conditions facilitantes (voir ci-dessous hypothèse **H4**).
- L'hypothèse **H4** concerne les conditions facilitantes. Elle a été découpée trois sous-catégories. En effet, plusieurs types d'aides (supports) pourraient être utilisé(e)s par le patient afin de lui permettre d'utiliser au mieux l'outil. Après lecture de la littérature, et rapports, nous sommes concentrés sur trois conditions facilitantes potentielles à savoir : l'importance de posséder un smartphone, un ordinateur, ou une tablette pour l'hypothèse H4.1, l'accès facile à internet et au Wi-Fi pour l'hypothèse H4.2, et enfin l'accès facile à une information « vulgarisée » et formation pour l'hypothèse 4.3. Le cadre théorique du modèle UTAUT nous servira pour analyser ces facteurs. Par ailleurs, ces derniers ont une influence sur l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
- L'hypothèse **H5** concerne la culture africaine du patient. En effet, le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012) nous montre que ce facteur influe sur la performance attendue.
- Enfin, l'hypothèse **H6** porte sur la localisation géographique du patient. Dans le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012), ce facteur a également une influence sur la performance attendue.

La deuxième partie de ce mémoire sera consacrée à un exercice d'affirmation ou d'infirmation d'une de ces hypothèses ou toutes les hypothèses. Pour ce faire, elles seront vérifiées en les confrontant à la réalité du terrain et plus particulièrement grâce à l'étude de cas qui sera complétée par une étude quantitative.

Cadre pratique – Partie II : Étude de cas – Babyl Rwanda

Après cette analyse théorique sur ces concepts principaux à savoir l'intelligence artificielle et l'adoption des nouvelles technologies, il convient de mettre en place une étude de cas propre à une entreprise. En effet, selon Yin (1989), « l'étude de cas est une investigation qualitative qui analyse un phénomène contemporain en contexte réel à l'aide de multiples sources d'information ». Par ailleurs, cette méthode d'analyse permet de relier la théorie et la recherche qualitative, et ce, de manière pertinente (Eisenhardt et Graebner, 2007). Cette étude de cas sera, en outre, complétée par une étude quantitative. Il s'agira donc de nos outils de récolte de données.

Cette étude sera basée sur l'entreprise Babyl Rwanda qui présente les caractéristiques correspondant aux concepts-clés de ma question de recherche.

Afin de récolter les différentes données nécessaires, nous avons choisi d'une part la technique de l'entretien individuel (données primaires). Il s'agit d'un entretien avec la CEO de Babyl Rwanda, Tracey McNeill. Et d'autre part, nous avons opté pour le recueil de données existantes (données secondaires). Comme dit précédemment, cette étude sera complétée par une étude quantitative.

Présentation de l'entreprise « Babyl Rwanda »

Babyl Rwanda est une succursale dont le siège social est situé à Londres. L'entreprise mère se prénomme Babylon Health et s'est lancée en 2016 dans d'un partenariat avec le ministère de la santé et de la sécurité sociale du Rwanda afin de développer un service des soins de santé de médecins en ligne au Rwanda.

« Babylon Health est une startup digitale qui développe des outils d'IA pour le diagnostic et le triage médicaux autonomes dans le monde «artificiel» et les solutions de télémédecine et de planification dans le monde «physique» » (Korchi, A., MD., 2018)

En effet, l'objectif de Babylon Health est d'une part d'offrir un service de santé accessible et abordable à tous les habitants de la planète, et ce en combinant la puissance des nouvelles technologies qui sont sans cesse en pleine croissance. D'autre part la meilleure expertise médicale pour créer un service de santé complet, instantané, personnalisé, et le rendre universellement disponible.

Depuis l'arrivée de Babyl au Rwanda, le système de santé rwandais a été radicalement transformé. En effet, en 2018, plus de 20% de population adulte du Rwanda s'était inscrite au service et avait fourni plus de 150 000 consultations gratuites (Dr Parsa, A., 2018). Les points suivants, qui vont être abordés dans les sections suivantes, seront focalisés d'abord sur l'analyse interne de l'entreprise. Afin de la structurer, nous avons utilisé le Business Model Canvas, développé par Osterwalder & Pigneur (2010) dans le livre « Business Model Generation », et ensuite sur l'analyse externe qui sera réalisée grâce à au modèle **PESTEL**.

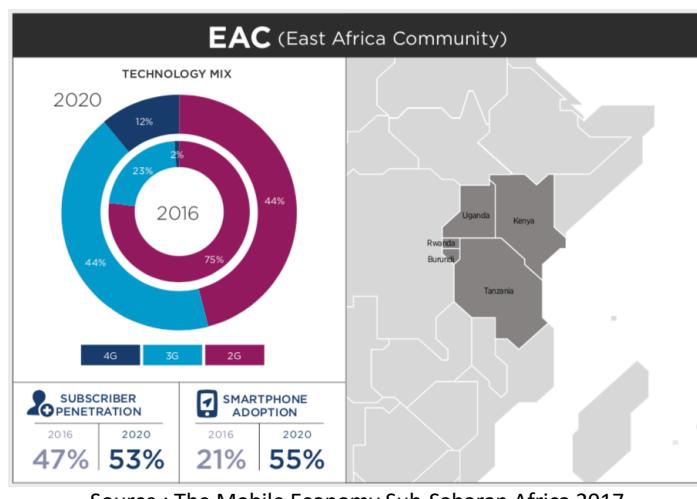
Business Model

Dans les points suivants, nous allons passer en revue trois blocs utiles à notre étude et qui appartiennent au canevas d'un Business Model. Ceci nous permettra de décrire les segments de consommateur, l'offre de Babyl Rwanda et ses canaux de distribution (Channels).

Customer segments

Dans ce bloc, nous y trouvons les différents segments de consommateurs que l'entreprise vise. De fait, Babyl Rwanda vise **un marché de masse**. Toute personne disposant d'un téléphone mobile ou un smartphone peut avoir accès à ce qu'offre Babyl Rwanda. Cependant, à cause du taux de pénétration des smartphone qui est très bas au Rwanda, Babylon Health a dû adapter son offre (McNeill, T., (2018, 1er novembre). CEO de Babyl Rwanda. [Entretien]. Bruxelles.).

Figure 13: « Le taux d'adoption des smartphones en Afrique de l'Est »



En effet, comme vu sur la figure 13, le taux d'adoption de smartphone était de seulement 21% en 2016 en Afrique de l'Est (The Mobile Economy Sub-Saharan Africa, 2017). Selon McNeill, Babyl comptabilise actuellement 2 000 000 d'inscrits, et 340 000 consultations depuis le début de leur activité au Rwanda en 2016. Notons que le nombre d'habitants au Rwanda est de 12,21 millions (Banque mondiale, 2017).

Figure 14: « Les chiffres de Babyl.»

Welcome to Babyl: The largest digital health service provider in Rwanda.



Value propositions

Ce bloc décrit l'ensemble des produits et services qui ont pour but de régler des problèmes ou de satisfaire les besoins d'un segment de consommateurs en particulier.

La nouveauté, la performance, la personnalisation, la marque, le prix, le design, l'accessibilité, ainsi que la facilité d'utilisation sont des caractéristiques qui permettent de créer de la valeur pour le consommateur.

Au Rwanda, la pénétration de la téléphonie mobile est supérieure à 75% (Autorité de régulation des services publics du Rwanda, 2018) tandis que le taux de pénétration des smartphones est bas. De ce fait, Babylon Health a dû adapter son offre et développer une version USSD pour le marché rwandais. USSD signifie en anglais « Unstructured Supplementary Service Data » que l'on peut traduire par « Service supplémentaire pour données non structurées ». Le but consiste à pouvoir déclencher des actions sur le mobile à distance, en envoyant des demandes et informations via les réseaux GSM, 3G ou 4G. Pour déclencher ces actions, il n'est pas nécessaire d'avoir un réseau internet, un simple réseau GSM est suffisant, car les messages utilisent une très faible bande passante (« Codes USSD, IHM, MMI : comment les utiliser et à quoi servent-ils ? », s.d.).

Par conséquent, cela veut dire que n'importe qui ayant un téléphone mobile peut composer le *811# et s'inscrire sur la plate-forme, et ce, en utilisant son identifiant qui est attaché à sa carte SIM. Ensuite, l'identifiant est vérifié (Kantengwa, S., 2018). Lorsque les personnes composent le * 811# ou utilisent l'application, en fonction de l'utilisation d'un téléphone mobile ou d'un smartphone, elles peuvent : demander un rendez-vous, avoir accès aux résultats de tests, recevoir des prescriptions médicales et aller chercher les médicaments à une pharmacie locale. Les personnes utilisant l'application peuvent également accéder à leurs données médicales.

Figure 15: « Les services de Babyl. »



Source : Facebook Babyl

Babyl Rwanda utilise une combinaison d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique avec des médecins et des infirmières en direct dans un call center qui sont là pour faire le triage et fixer des rendez-vous de consultations médicales à toute personne disposant d'un téléphone mobile ou smartphone (McNeill, T., (2018, 1er novembre). CEO de Babyl Rwanda. [Entretien]. Bruxelles.).

Pendant l'entretien, McNeill a expliqué qu'ils ont commencé à utiliser A.I. dans leur centre d'appel en tant que méthode de tri des patients.

Avec un médecin pour plus de 10 000 habitants (Muvunyi Z., 2018), une infirmière pour 5000 habitants (Muvunyi Z., 2018), et l'accessibilité des hôpitaux parfois difficile, Babyl Rwanda représente la solution viable pour les consommateurs et crée de la valeur auprès de ces derniers. Ils peuvent, en effet, consulter un médecin via Babyl directement, fixer un rendez-vous si besoin, accéder à leurs données, bénéficier d'un suivi personnalisé, etc., et ce à un prix abordable. L'autre avantage pour ces consommateurs, ce qu'ils n'iront plus à l'hôpital où ils y attendaient des heures, à cause d'un manque de personnel, avant d'être reçus. L'avantage pour les hôpitaux est donc le désengorgement des salles d'attente.

Channels

Ce bloc permet de décrire la façon dont l'entreprise compte faire connaître sa/ses proposition(s) de valeur à ses segments de consommateurs via différents canaux de distribution (Channels) qui sont :

- **Les réseaux sociaux** : Babyl communique principalement sur les réseaux sociaux à savoir Facebook, Twitter, et Instagram. Ils sont beaucoup plus actifs sur Facebook avec des publications régulières sur les propositions de valeur de Babyl.
- **Le site web** : Ils communiquent également sur leur site internet sur lequel on y retrouve toutes les informations, leurs propositions de valeur.
- **Ambassadeurs** : Afin d'atteindre les personnes qui n'ont pas accès au réseau internet, Babyl fait appel à des ambassadeurs. Ces derniers ont pour objectifs d'aller dans des villages, coins reculés, pour promouvoir les services de Babyl.
- **Affiches** : Babyl met des affiches promotionnelles dans les hôpitaux et les pharmacies.

Cette analyse nous permet de conclure que l'arrivée de Babyl au Rwanda a été bien reçue. En effet, 2 000 000 inscrits possédant un téléphone mobile ou smartphone ont décidé d'adopter Babyl. Cela est dû entre autres aux différents canaux de distribution que Babyl utilise. Ce premier succès de l'offre de Babyl, qui a été adaptée, est dû, en outre, à leur contribution à la transformation du système des soins de santé au Rwanda.

Dans le point suivant, nous allons faire une analyse externe de l'entreprise afin que celle-ci soit structurée, nous avons utilisé **le modèle PESTEL**.

L'analyse externe selon le modèle PESTEL

Le modèle PESTEL nous servira à analyser les opportunités et les menaces du macro-environnement et nous donnera une vue d'ensemble de celui-ci. En effet, il classe les influences environnementales en six grandes catégories : Politique, Économique, Sociologiques, Technologiques, Écologiques, et Légales (Johnson, Whittington, Scholes, Angwin & Regner, 2017). Elle nous permettra de savoir quels sont les éventuels obstacles et/ou opportunités pour l'entreprise à faire adopter cette nouvelle technologie (l'IA) dans le secteur des soins de santé au Rwanda.

Politique :

L'analyse politique présente deux étapes : Tout d'abord, nous devons identifier les influences politiques, puis une analyse du risque politique qui en résulte (Johnson, et al., 2017). Afin d'identifier les influences politiques, nous devons différencier deux variables :

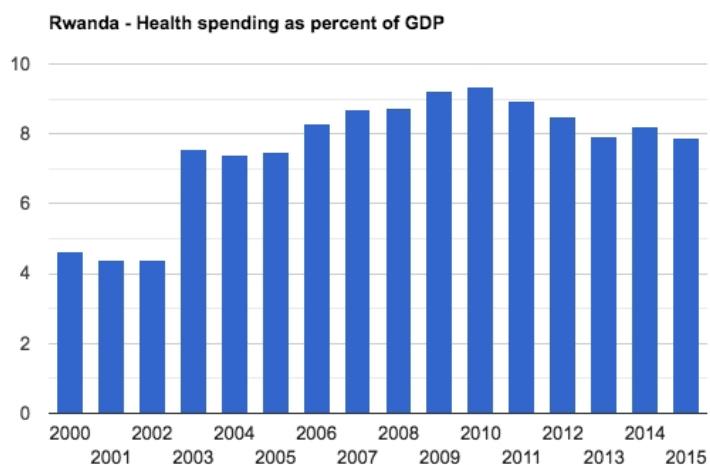
- **Le rôle de l'état :** Dans le cas de Babyl Rwanda, lors de l'entretien avec Tracy McNeill, elle nous a fait savoir que c'était le gouvernement rwandais qui les a approché lors de leur lancement de Babylon Health en Angleterre. En effet, l'ambassadeur du Rwanda en Angleterre était présent à cet événement et a déclaré que c'était exactement ce dont le Rwanda avait besoin. Ils ont donc été invités au Rwanda pour rencontrer le ministre de la santé. Ensuite, le ministre des TIC les a appelés et ont décidé par la suite, en partenariat avec le gouvernement, de mettre en place une offre adaptée au Rwanda. De ce fait, le gouvernement rwandais a donc une implication directe dans l'implémentation de Babylon Health au Rwanda. Par ailleurs, McNeill et Dr. Zuberi Muvunyi ont tous les deux souligné *le rôle décisif* que le gouvernement joue dans la transformation digitale du pays et dans le passage de tout le système de santé vers un système de santé digital (The Medical Futurist , 2018).
Afin de lutter contre la corruption, l'État a imposé des règles très strictes. En effet, ses représentants sont amenés à rendre des comptes régulièrement et ont des contrats d'objectifs « les imihigo » qu'ils doivent signer et respecter (Rauline, N., 2018). Si ces objectifs ne sont pas atteints, ils seront renvoyés. *De ce fait, le niveau de corruption est très faible*. Enfin et surtout, le pays utilise aussi souvent que possible la technologie pour résoudre les problèmes et adopte ainsi un « état d'esprit start up » (Rauline, N., 2018).
- L'exposition aux acteurs de **la société civile** : En nous basant sur les recherches effectuées, nous ne pouvons pas dire qu'il existe une série d'organisations connues susceptibles de se mobiliser autour des questions politiques et qui représenteraient donc une menace ou une opportunité pour Babyl Rwanda. Nous pouvons seulement dire que si par manque de transparence, d'information et de communication sur la protection des données des patients, utilisateurs de Babyl Rwanda, celui-ci pourrait craindre à l'avenir des groupes de pression luttant pour la protection des données.

Nous pouvons conclure qu'il existe bien des influences politiques qui soulignent bien le rôle de l'état, expliquées dans la section « le rôle de l'état ». Celles-ci représentent, à l'heure actuelle, une source d'opportunités pour Babyl Rwanda. Étant donné que Babyl Rwanda évolue dans un environnement politisé, il pourrait exister des risques politiques au niveau de la dimension interne. Cela concerne, les facteurs internes du Rwanda, comme le changement de gouvernement, ou une campagne de la part d'un groupe de pression local. Cette dimension est donc à surveiller par l'entreprise Babyl Rwanda.

Économique :

Le Rwanda a connu une croissance de PIB de près 7,2% en 2018 (FMI, 2018) et est parvenu avec l'appui de la banque mondiale et du Fonds monétaire international à mettre en place d'importantes réformes économiques et structurelles, et à maintenir une croissance soutenue du PIB d'environ 8% par an entre 2001 et 2015 (La Banque Mondiale, 2018). En 2015, au Rwanda, les dépenses de santé représentaient environ 7,9% du PIB (La Banque Mondiale, 2018). Ces dépenses sont passées de 4,4% en 2001 à 7,9% en 2015. Elles ont un poids macroéconomique important que Babyl Rwanda ne peut négliger.

Tableau 8: « Les dépenses de santé en pourcentage du PIB. »



Source: TheGlobalEconomy.com, The World Bank

Cela implique, de ce fait, que l'entreprise doit d'une part surveiller l'évolution de la situation économique du Rwanda et d'autre part déterminer dans quelle phase du cycle économique elle se trouve en vue de prendre des décisions à long terme.

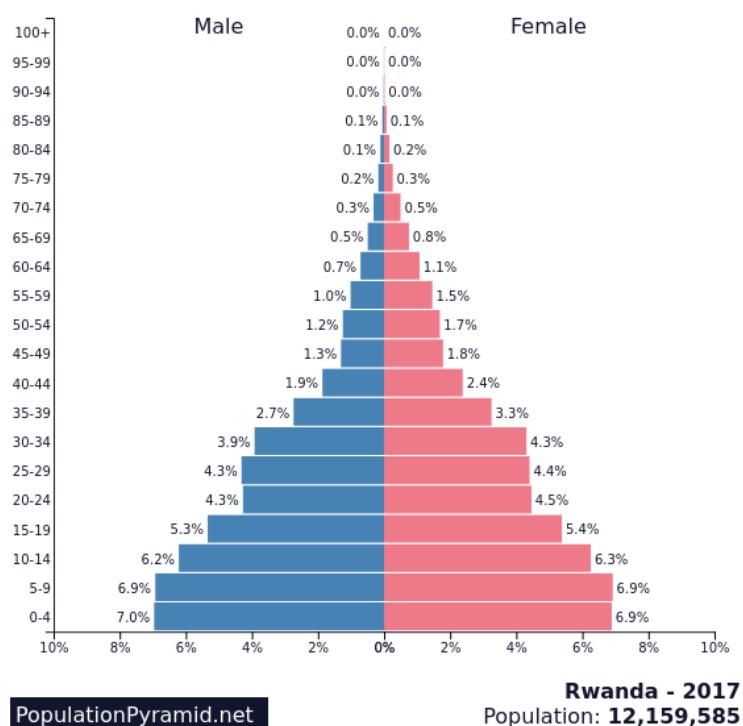
Sociologiques :

Il existe des éléments essentiels de l'environnement social qui peuvent influencer l'offre ou la demande :

- La démographie :

Nous pouvons constater ci-dessous que le Rwanda a une population plutôt jeune. En effet, 41,38% de la population a entre 0 et 14 ans, 19,34% a entre 15 et 24 ans tandis que 32,77% ont entre 25 et 54 ans (IndexMundi, 2018).

Tableau 9: « La démographie du Rwanda. »

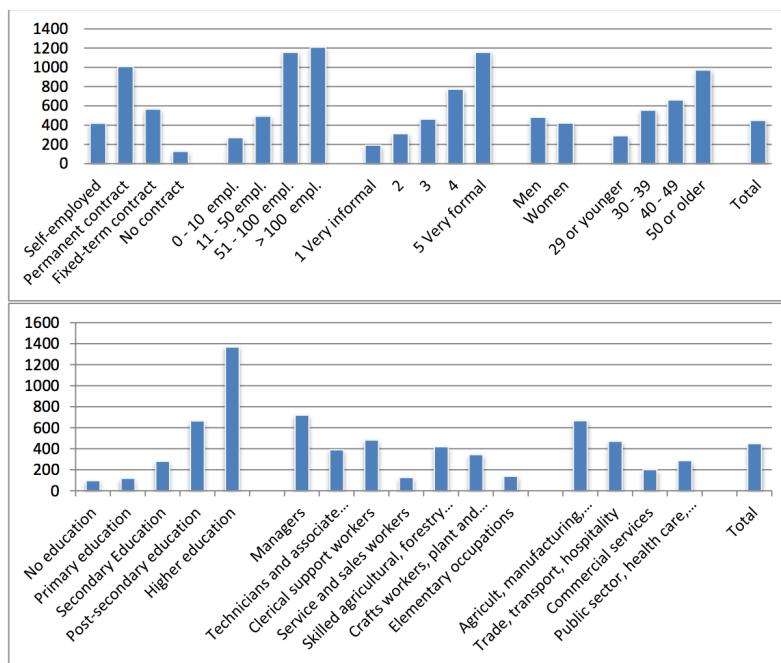


D'après le rapport de Research ICT Africa (2017), les jeunes rwandais (20-30 ans) s'intéressent davantage à internet à savoir les réseaux sociaux, les nouvelles locales en ligne et YouTube alors que les adultes (de 35 ans et plus) sont plus intéressés par communiquer par e-mail, en particulier pour les activités liées au travail et les recherches en ligne sur les nouvelles locales.

- La répartition de richesses :

Selon le rapport de WageIndicator (2013), le revenu médian net par heure de l'échantillon étudié (au Rwanda) est de 450 francs rwandais (RWf) (0,45€), comme le montre le graphique ci-dessous.

Tableau 10: « Le revenu médian net en francs rwandais (Frw), ventilé par statut professionnel, taille de l'entreprise, sexe, âge, formation, profession, industrie et le total. »



Source : WageIndicator Data Report 2013

Ce graphique nous montre, par ailleurs, que les employés sous contrat à durée indéterminée ont de loin le salaire le plus élevé (1008 RWf = 1€), alors que les travailleurs sans contrat (128 RWf = 0,13€) ont le plus bas salaire. Il nous montre, en outre, un lien de causalité entre le niveau d'éducation et le salaire. En effet, plus le niveau d'éducation est élevé, plus le niveau de salaire l'est aussi.

D'après le rapport Research ICT Africa (2017), il existe une corrélation entre le niveau de revenu et les dépenses liées à l'utilisation d'internet. De plus, la majorité des utilisateurs ont au moins obtenu leur diplôme de l'enseignement secondaire alors que la majorité des non-utilisateurs ont abandonné leurs études primaires et ont donc des difficultés à lire et comprendre les langues étrangères comme l'anglais et le français. En outre, ils ont un faible revenu et ne peuvent pas se permettre d'acheter un smartphone.

Pour conclure, nous pouvons dire que l'environnement social a eu, et aura une influence sur l'offre. En effet, Babylon Health a dû adapter son offre afin de satisfaire la cible rwandaise qui est jeune et connectée et où il existe une certaine disparité dans ce marché au niveau du revenu et étude.

Technologiques :

Au niveau du macro-environnement, nous devons également tenir compte des technologies telles qu'internet, l'intelligence artificielle et bien d'autres encore qui peuvent être une source d'opportunités et/ou de menaces pour les entreprises.

Ici, dans notre analyse, nous avons tenu compte des technologies suivantes :

- Internet :

Selon le rapport Research ICT Africa (2017), au cours des cinq dernières années, Internet a été largement promu dans la communauté rwandaise par le biais des médias classiques tels que la télévision, la radio et les journaux, ainsi que par le biais de campagnes de sensibilisation menées par le ministère des TIC et de la Jeunesse et des fournisseurs de services Internet /Opérateur de réseau Mobile.

Les téléphones mobiles ont largement participé à l'augmentation de l'utilisation et de la pénétration de l'Internet, en particulier chez les jeunes et les personnes à faible revenu (McKinsey & Company, 2014). Au fil des ans, l'évolution technologique et la concurrence entre les différents fournisseurs de technologie, opérateurs de télécommunications ont permis une baisse continue des prix des datas et des appareils, notamment les téléphones avec différentes fonctions et les smartphones (Rapport Research ICT Africa, 2017). Cela a contribué à augmenter le taux de pénétration de la téléphonie mobile, et donc le taux de pénétration de l'Internet, en particulier pour l'Internet mobile (Rapport Research ICT Africa, 2017).

- Intelligence artificielle :

Le Rwanda désire être la plaque tournante, l'épicentre des nouvelles technologies et de l'innovation. En effet, la capitale rwandaise a été choisie par l'institut africain des sciences mathématiques (AIMS) pour lancer son programme de formation en vue de la délivrance d'un master en Intelligence Artificielle (en anglais : « African Masters in Machine Intelligence (AMMi) (Malick Diawara, 2018)).

En conclusion, les technologies telles qu'Internet et l'intérêt pour l'Intelligence Artificielle sont en pleine croissance. Le pays désire devenir la plaque tournante des nouvelles technologies et de l'innovation en Afrique. Cela représente donc une source d'opportunité pour Babyl Rwanda. La vision du Rwanda est donc de se positionner en tant que Hub technologique important en Afrique (Nsengimana, J-P., Ministre des TIC, 2017). Le pays veut utiliser l'innovation TIC pour améliorer la qualité de vie des citoyens rwandais et des touristes. C'est, en outre, un pionnier du déploiement de solutions Smartcity en Afrique (Nsengimana, J-P., Ministre des TIC, 2017).

Légales :

Les règles formelles et informelles diffèrent de manière claire selon les pays, cela a pour conséquence des environnements institutionnels très différents que l'on appelle parfois des « variantes du capitalisme » (Witt, M.A., Redding, G., 2013). Ces variantes ont des conséquences sur la façon dont les entreprises doivent fonctionner et sur ce qui est attendu en termes de succès, en interne et en externe (Johnson, G., et al., 2017).

Trois grandes variantes du capitalisme ont été identifiées, et ce même si chaque pays est spécifique. Celles-ci ont des règles formelles et informelles et amènent à des manières différentes de diriger une entreprise : *les économies de marché libérales*, *les économies de marché coordonnées* et *les économies de marché en développement externe* (Johnson et al., 2017).

En ce qui concerne le Rwanda, il s'agit de :

- Les économies de marché en développement :

Celles-ci portent sur l'importance décisive à l'État, qui influence directement les entreprises les plus importantes, et ce de manière formelle ou informelle. Ce qui est le cas de Babyl Rwanda. Selon McNeill, l'un des plus grands défis pour Babylon Health au Rwanda a été de travailler avec le gouvernement, car celui-ci n'avait pas mis en place un cadre réglementaire ni des normes pour les soins de santé digitaux (The Medical Futurist, 2018). Par conséquent, ils ont été amenés à travailler ensemble avec le ministère de la Santé et ont développé un cadre réglementaire et des normes pour une opération réussie au Rwanda. Une réglementation moins stricte et cofaçonnée favorise l'arrivée de ces nouvelles startups spécialisées en nouvelles technologies.

De plus, le gouvernement rwandais permet aux ressortissants étrangers d'obtenir un visa d'entrepreneur pour les startups technologiques en un court laps de temps, en ligne et gratuitement. Enfin, les nouvelles entreprises des soins de santé doivent déclarer leur conformité à l'autorité de régulation des services publics du Rwanda, puis s'enregistrer auprès du ministère de la Santé.

Ce qui nous amène à conclure que cette variante du capitalisme adoptée par le Rwanda joue en faveur de Babyl Rwanda et que certaines de leurs stratégies seront donc favorisées.

Les variables pivots et les scénarios

Variables pivots	Scénarios	Probabilité	Impact
Changement au niveau de répartition des richesses (Sociologique)	Diminution de disparité au niveau du revenu et étude qui favorise d'une part la croissance des ventes de smartphones et d'autre part l'utilisation d'internet & Wi-Fi. Cela peut pousser à Babyl Rwanda de gagner des parts de marché.	2/5	4/5
Mouvance Politique	Changement de posture politique concernant son implication dans la transformation digitale du pays et dans le passage de tout le système de santé vers un système de santé digital.	1/5	3/5
Avancé Technologique	Développement d'une technologie plus rapide et plus avancée dans les services des soins de santé par un concurrent (exemple : un robot docteur)	2/5	4/5

Cette analyse selon le modèle PESTEL nous a permis de constater et d'analyser les opportunités et/ou les menaces du macro-environnement de Babyl. Celles-ci doivent, en effet, être prises en compte par Babyl dans le but de faciliter l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA) dans le secteur des soins de santé au Rwanda.

Les parties prenantes dans l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA)

Après avoir fait une analyse interne et externe de Bably Rwanda, il m'a semblé utile de m'attarder sur les parties prenantes qui pourraient jouer un rôle dans la stratégie de Babylon de l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA) dans le secteur des soins de santé au Rwanda. Cette analyse nous permettra de comprendre comment ces parties prenantes peuvent influencer positivement ou négativement l'adoption de cette nouvelle technologie.

Nous allons d'abord identifier les parties prenantes externes qui sont réparties en trois catégories en fonction de la nature de leurs relations avec Babylon Rwanda. Celle-ci déterminera la manière dont les parties prenantes influenceront le succès ou l'échec de la stratégie de Babylon. Ensuite, nous identifierons les parties prenantes internes et enfin nous les analyserons au moyen de la matrice pouvoir/attention.

Identification des parties prenantes externes :

1. *Les parties prenantes technologiques : Les consommateurs*

Comme vu dans le cadre théorique, section : Le grand public prêt à recourir à l'intelligence artificielle pour leur santé, les pays en voie de développement sont plus « friands » de nouvelles technologies dans les soins de santé. L'adoption de celles-ci diffère selon la situation économique et sociale des pays des consommateurs/patients.

Par ailleurs, nous avons vu dans la théorie que l'accès aux soins de santé au Rwanda connaît certains obstacles comme l'accès géographique aux infrastructures, le manque de personnel et le coût de traitement. Ces obstacles ont conduit certains consommateurs à adopter plus rapidement et facilement l'offre de Babylon. Elle répondait, de fait, à leurs besoins et attentes. Enfin, nous constatons que ces consommateurs contribuent à la réussite de la stratégie de l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA) au Rwanda, car sans eux, l'adoption ne pourrait aboutir.

2. *Les parties prenantes politiques : Le gouvernement*

Le gouvernement influe le contexte dans lequel la stratégie est déployée (Johnson, et al., 2017). En effet, comme nous l'avons vu dans l'analyse du macro-environnement, le gouvernement a joué un rôle important dans l'implémentation de Babylon Health au Rwanda. En outre, McNeill et Dr. Zuberi Muvunyi ont tous les deux souligné *le rôle décisif* que le gouvernement a dans la transformation digitale du pays et dans le passage de tout le système de santé vers un système de santé digital (The Medical Futurist, 2018).

3. Les parties prenantes économiques : le(s) concurrent(s)

Une nouvelle application « AmakuruDoctor » a vu le jour, en février 2019, au Rwanda (Nsabimana, E., 2019.) Elle permet aux patients d'interagir virtuellement avec les médecins de l'hôpital Oshen King Faisal et ils peuvent faire une consultation vidéo, consulter un médecin 24h/24, 7j/7, obtenir un avis médical écrit et demander un deuxième avis médical avant de pouvoir se faire physiquement diagnostiquer à l'hôpital (Nsabimana, E., 2019.).

Cette application a été développée par Sphera Global Healthcare, une société espagnole qui est spécialisée dans les technologies numériques, elle est maintenant disponible et peut être téléchargée via Google Play (Nsabimana, E., 2019.).

Cependant, cette application n'est ouverte qu'aux employés de BK General Insurance et à leurs familles. « Nous continuerons à l'ouvrir à plus d'entreprises à l'avenir afin que plus de personnes puissent l'utiliser », a révélé Andrea Malet (Chef des services corporate de Oshen Healthcare).

Identification de(s) partie(s) prenante(s) interne(s) :

Les professionnels

Dans la partie « Value proposition », nous avons vu que les professionnels sont les infirmiers et médecins travaillant dans un call center. Ces derniers sont là pour faire le triage et fixer des rendez-vous de consultations médicales à toute personne disposant d'un téléphone mobile ou smartphone.

Ils jouent, de ce fait, un rôle important dans la stratégie de Babyl qui est l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA) dans le secteur des soins de santé au Rwanda. Ils ont dû, en effet, suivre et continueront à suivre des formations afin de maîtriser au mieux l'offre de Babyl (McNeill, T., 2018).

La cartographie des parties prenantes (Walker, D., Bourne, L., et Shelley, A., 2008)

Afin de comprendre l'influence des différentes parties prenantes, nous devons établir une cartographie. Celle-ci catégorise les parties prenantes selon leur attention (intérêt) et leur pouvoir. Nous utiliserons, de ce fait, la matrice pouvoir/attention qui répartit les parties prenantes en fonction du pouvoir qu'elles peuvent exercer et de l'intérêt (attention) qu'elles ont à soutenir ou à s'opposer à une stratégie donnée.

La matrice pouvoir/attention (Johnson, et al., 2017)

Le pouvoir :

Afin d'élaborer au mieux une stratégie, il est indispensable de comprendre quel est le pouvoir des différentes parties prenantes (Johnson, et al., 2017). « Le pouvoir est la capacité des individus ou des groupes à persuader, inciter ou forcer les autres à modifier leur comportement » (Johnson, et al., 2017).

L'attention (l'intérêt) :

L'attention est aussi capitale que le pouvoir et peut changer de manière claire d'une partie prenante à une autre.

Figure 16: La matrice pouvoir/attention

		NIVEAU D'ATTENTION	
		Faible	Élevé
POUVOIR	Faible	A Effort minimal L'application « AmakuruDoctor »	B À garder informés Le gouvernement
	Élevé	C À garder satisfaits Les consommateurs	D Acteurs clés Les professionnels

Cette matrice pouvoir/attention va permettre à Babyl de comprendre quel type de relation appropriée il faut établir avec chacune des parties prenantes. La figure 16 nous en donne l'exemple. En effet, il est essentiel que les acteurs clés, à savoir les professionnels (case D de la figure 16) acceptent la stratégie de Babyl (Johnson, et al., 2017).

Quant aux consommateurs (case C de la figure 16), ce sont les parties prenantes les plus difficiles à satisfaire. Malgré que ces derniers soient pour la plupart du temps passif, ils peuvent parfois chavirer dans la case D. Dans ce cas-là, la sous-évaluation de leur niveau d'attention peut provoquer l'abandon hâtif de la stratégie (Johnson, et al., 2017).

Par ailleurs, les besoins des parties prenantes de la case B ne doivent pas être sous-évalués, car elles peuvent représenter des alliés de taille lorsqu'il sera nécessaire d'influencer l'attitude des acteurs importants (Les professionnels et les consommateurs), par exemple grâce au lobbying.

En somme, cette cartographie des parties prenantes nous a permis de comprendre quelles sont celles qui encourageraient ou contraire s'opposeraient à toutes décisions qui seront prises par Babyl (Johnson, et al., 2017). Babyl doit, en effet, s'assurer qu'elle a le soutien d'une majorité des parties prenantes les plus influentes, car cela représente une étape cruciale dans l'acceptation de sa stratégie de l'adoption de cette nouvelle technologie (l'IA) dans le secteur des soins de santé au Rwanda.

Méthodologie de la recherche

Approche exploratoire

Objectifs de la recherche exploratoire

L'objectif de la recherche exploratoire était de recueillir des sources qui ont été bénéfiques pour mieux délimiter et définir le thème de recherche : l'adoption de l'Intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé (Paquet, G., et Simons, S., 2018). Cette étape nous a ensuite permis de préciser et formuler notre question de recherche et des hypothèses de recherche (Paquet, G., et Simons, S., 2018). Pour finir, celle-ci a contribué à mener à bien notre étude de cas.

Sources d'information

Lectures

Nous avons dû réaliser des recherches sur notre thème de recherche qui consistaient à lire et à analyser des sources de recherche:

1. Des sources scientifiques :
 - Articles de revues scientifiques,
 - Thèses et mémoires ou syllabi,
 - Les ouvrages,
 - Les dictionnaires et encyclopédies
2. Des sources professionnelles

Celles-ci comprenaient des faits, des données ou encore des analyses (Paquet, G., et Simons, S., 2018).

Afin d'utiliser au mieux ces sources d'information, nous avons été emmenés à organiser notre recherche et suivre des étapes. Ces étapes nous ont permis de délimiter nos besoins, de choisir des sources pertinentes, de trouver les documents utiles, d'estimer leur qualité et leur pertinence et d'en rédiger une synthèse (Paquet, G., et Simons, S., 2018).

Les entretiens

Objectifs

L'objectif de l'entretien avec la CEO de Babyl Rwanda, Tracey McNeill était de recueillir des données primaires qui ont servi à notre étude de cas.

Le choix du style de l'entretien

D'après Paquet, G, Schrooten, V. et Simons, S. (2018), *la formule de l'entretien individuel de type semi-dirigé* paraissait la plus conforme à la démarche exploratoire. En effet, nous avons préparé des questions ouvertes qui ont été posées à la CEO de Babyl Rwanda, Tracey McNeill. Nous avons tous les deux mené tour à tour l'entretien (Paquet, G., et Simons, S., 2018).

Approche confirmatoire

Objectifs

L'objectif de l'approche confirmatoire consistait de recueillir une quantité élevée de données quantifiables auprès d'un nombre élevé de personnes afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses formulées. En effet, le manque de données sur l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé nous a emmené de ce fait à recueillir des données. Pour ce faire, nous avons donc mis en œuvre une enquête quantitative.

Méthode quantitative comme stratégie de la recherche

La méthode quantitative nous a poussé à adopter la démarche hypothético-déductive (Evrad et al., 2018). Celle-ci nous semblait adéquate d'une part avec notre thème recherche qui a pour but de décrire et à expliquer les comportements des consommateurs face à l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé. Et d'autre part, cette démarche contribue à recueillir des données, puis à analyser les résultats obtenus, pour confirmer ou infirmer les hypothèses formulées.

Méthode de récolte de données : Le questionnaire

Pour effectuer des recherches de nature quantitative, le questionnaire est à privilégier comme méthode de collecte de données (Thietart et al., 2014; Baumard et al., 2014). Comme cela a été mentionné ci-dessus, l'enquête par questionnaire a pour but de vérifier les hypothèses formulées, et ce en vérifiant les corrélations suggérées (Lugen, M., 2015).

Description du questionnaire

Le questionnaire a été fait dans les trois langues parlées au Rwanda : français, anglais et en kinyarwanda (la langue rwandaise). Il est divisé en deux sections. La première section concerne des questions générales sur l'accès aux soins de santé, la fréquence de consultation de médecin, l'utilisation de téléphone mobile, smartphone etc. La deuxième section concerne des questions sur la phase d'adoption qui ont été posées sur base de 5 variables :

- L'expérience de l'individu
- L'effort attendu (= facilité d'utilisation perçue)
- Les conditions facilitantes
- L'intention d'utilisation
- L'utilisation actuelle de Babyl

En ce qui concerne les échelles de mesure qui ont été choisies, il s'agit de :

- L'échelle d'intervalle de Likert (1932) à cinq points allant de 1 « Pas du tout d'accord » à 5 « Tout à fait d'accord ».
- L'échelle de degré de préférence à cinq points allant de 1 « je n'aime pas » à 5 « j'aime ».
- L'échelle de degré de connaissance à cinq points allant de 1 « je ne connais pas grand-chose » à 5 « Je connais très bien »
- L'échelle de degré de l'utilité perçue à cinq points allant de 1 (extrêmement inutile) à 5 (extrêmement utile)
- L'échelle d'évaluation à cinq points allant de 1 (insatisfait) à 5 (très satisfait).

Choix d'administration : L'Internet

Nous avons choisi l'Internet comme mode d'administration du questionnaire. D'après Gavard-Perret et al. (2018) : « L'enquête en ligne permet de développer une présentation graphiquement soignée et interactive, et garantit l'anonymat des répondants ». Pour ce faire, nous avons choisi de présenter notre questionnaire via un outil de sondage en ligne : Google Form.

Notre cible de population et la durée de l'enquête

Notre cas d'étude « Babyl Rwanda » nous a amené à interroger la population rwandaise pour répondre à notre question de recherche. Afin de répondre au questionnaire, la cible a été informée sur le cas d'étude « Babyl Rwanda ». L'enquête a été effectuée de mai jusque mi-juillet.

L'échantillonnage

Afin de choisir les personnes à interroger, nous avons commencé par identifier un *échantillon représentatif* de la population rwandaise. Nous ne voulions pas que ce dernier soit biaisé.

Pour ce faire, nous avons choisi comme *méthode d'échantillonnage probabiliste* : la sélection de l'échantillon (des personnes) a été faite de manière aléatoire (Lugen, M., 2015).

L'analyse des données

Préparation des données

Afin d'analyser au mieux les résultats de notre étude quantitative, nous avons mis en place un processus de préparation des données (Malhotra, Décaudin, Bouguerra, et Bories, 2014). Nous avons suivi des étapes pour mener à bien cette préparation. La première étape consistait à vérifier l'intégralité et la qualité des réponses des répondants. Pour ce faire, ce contrôle a été effectué durant l'enquête et après celle-ci. Trois questionnaires ont été rejettés pour cette raison : les questionnaires ont été envoyés après la date limite.

La deuxième étape consistait à éditer les questionnaires. Nous avons passé en revue les réponses reçues afin de vérifier leurs exactitudes et leurs précisions (Malhotra et al., 2014).

Enfin, nous avons dû sélectionner une stratégie d'analyse des données.

Stratégie d'analyse des données

Nous avons choisi une analyse univariée (le tri à plat) (Lugen, M., 2015) comme stratégie d'analyse de nos données. Le tri à plat consiste à analyser une variable à la fois. Il s'agit donc d'une présentation simple des réponses sous forme de tableaux. Nous ferons donc une description élémentaire de l'information tout en tenant compte du niveau de mesure des variables. Dans notre questionnaire, nous en distinguons 3 types:

- Variable nominale
- Variable ordinaire
- Variable quantitative

Dans l'ensemble, nous présenterons les résultats par blocs de questions, de variables et sous-questions dans le but de faire ressortir les impressions dominantes (Malhotra et al., 2014). Il s'agira d'une première phase d'observation avant d'effectuer une analyse détaillée des réponses dans la section « Discussion (pré-conclusion) ».

Présentation des résultats

Introduction

Afin de présenter au mieux les résultats de notre enquête quantitative, il nous a semblé utile de rappeler notre sujet d'étude : L'adoption de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le secteur des soins de santé avec comme problématique : « *Dans quelles mesures l'intelligence artificielle est-elle/sera-t-elle adoptée par les consommateurs dans le secteur des soins de santé ?* ».

Pour répondre à cette problématique, nous nous sommes d'abord intéressés au système des soins de santé au Rwanda dans le but d'analyser l'évolution des soins de santé dans ce pays, et ce, jusqu'au concept de l'intelligence artificielle. Nous avons ensuite analysé l'évolution de l'IA, et enfin son application dans ce secteur.

Cette mise en contexte nous a permis de nous pencher sur les modèles théoriques suivants :

- **Le modèle d'acceptation de la technologie (MAT) (Davis, 1989)**
- **Le modèle d'acceptation de la technologie 2 (MAT2) (Venkatesh & Davis, 2000)**
- **Le modèle UTAUT (Théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie) (Venkatesh & al., 2003)**
- **Le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012)**

Ensuite, à partir de cette revue de la littérature sur les théories et concepts concernant l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé, nous avons formulé ces hypothèses :

- **H1** : Le profil du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA
 - **H1.1** : L'âge du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
 - **H1.2** : Le genre du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
- **H2** : L'importance de la quantité d'effort à fournir pour utiliser cet outil technologique doté de l'IA est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H3** : La croyance du patient en une relation entre l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA et l'amélioration de santé est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil.
- **H4** : La présence des conditions facilitantes envers le patient est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.

- **H4.1** : L'importance de la possession d'un téléphone smartphone/d'une tablette/ordinateur est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
- **H4.2** : L'accès facile à internet et au Wi-Fi est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté l'IA.
- **H4.3** : L'accès facile à une information « vulgarisée » et formation concernant de cet outil est en lien avec l'utilisation de celui-ci.
- **H5** concerne la culture africaine du patient. En effet, le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012) nous montre que ce facteur (la culture africaine) influe sur la performance attendue.
- Enfin, **H6** porte sur la localisation géographique du patient. Dans le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012), la localisation géographique a également une influence sur la performance attendue.

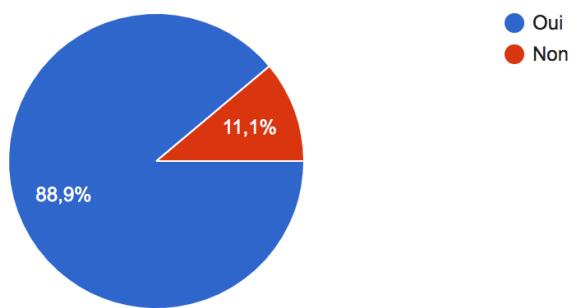
Notre étude effectuée en trois langues a obtenu 120 réponses. Les résultats seront présentés ci-dessous et organisés par questions et par variables et sous questions. Ils seront ensuite suivis d'une discussion (pré-conclusion) qui nous permettra d'infirmer ou d'affirmer les hypothèses précitées.

Les résultats

Questions générales :

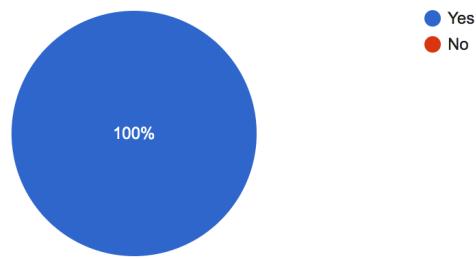
1. Avez-vous accès facilement aux soins de santé (hôpital, médecin, médicament...) ?

➤ Résultats du questionnaire en Français :



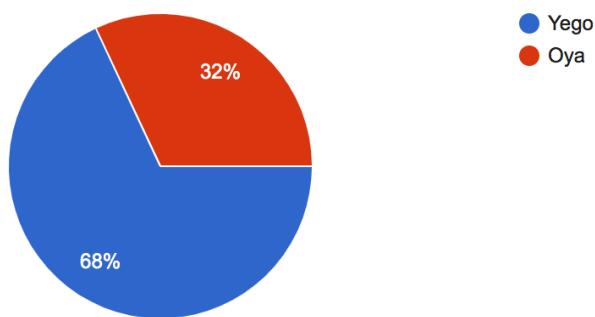
88,9% de personnes interrogées disent avoir accès facilement aux soins de santé tandis 11,1% n'ont pas accès facilement aux soins de santé.

- Résultat du questionnaire en Anglais :



Toutes les personnes qui ont répondu au questionnaire en anglais ont facilement accès aux soins de santé.

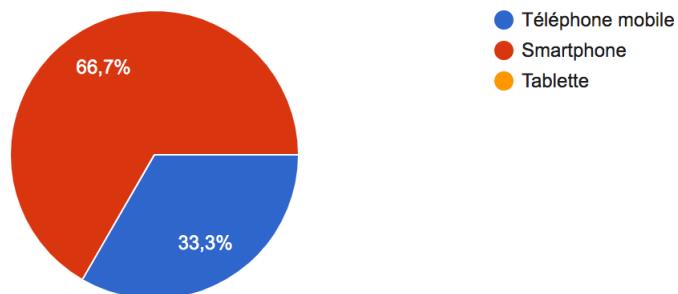
- Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :



68% de personnes interrogées ont accès facilement aux soins de santé alors que 32% n'ont pas accès facilement.

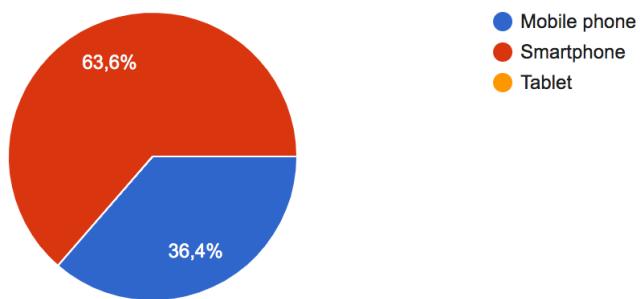
2. Possédez-vous l'un des appareils suivants?

- Résultats du questionnaire en Français :



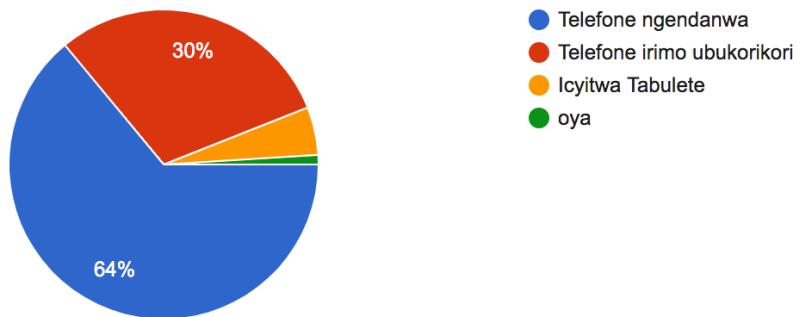
La majorité des répondants, à savoir 66,7%, possèdent un smartphone.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :



La plus grande partie des personnes anglophones (63,6%) qui ont répondu à cette question possèdent un smartphone.

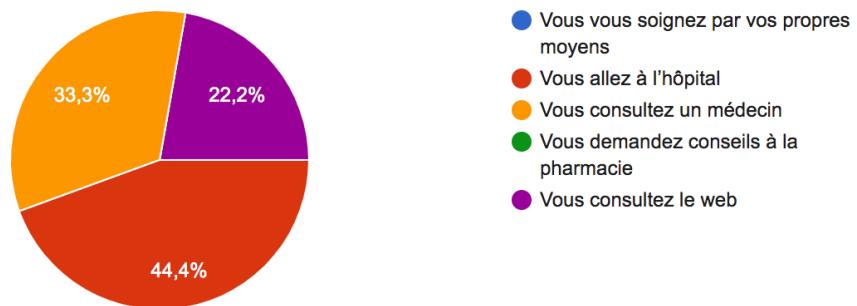
➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :



Dans le questionnaire en Kinyarwanda, la majorité des personnes interrogées (64%) possèdent quant à eux un téléphone mobile tandis que 30% possèdent un smartphone.

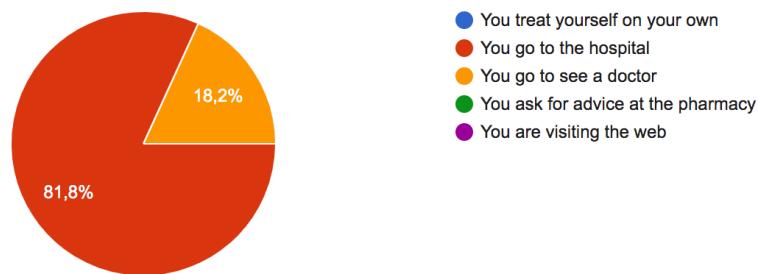
3. Quand vous avez un problème de santé que faites-vous ?

➤ Résultats du questionnaire en Français :



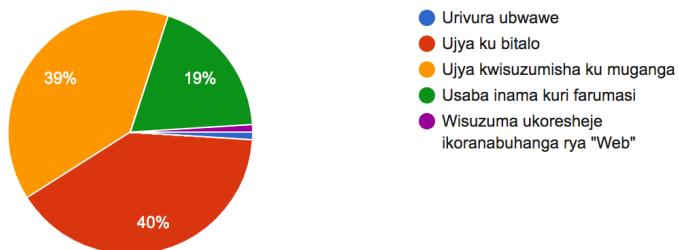
À cette question, 44,4% de personnes ont répondu qu'ils allaient à l'hôpital tandis que 33,3% consultaient un médecin et 22,2% consultaient le web.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :



La majorité des personnes (81,8%) ont répondu qu'ils allaient à l'hôpital alors que 18,2% consultaient un médecin.

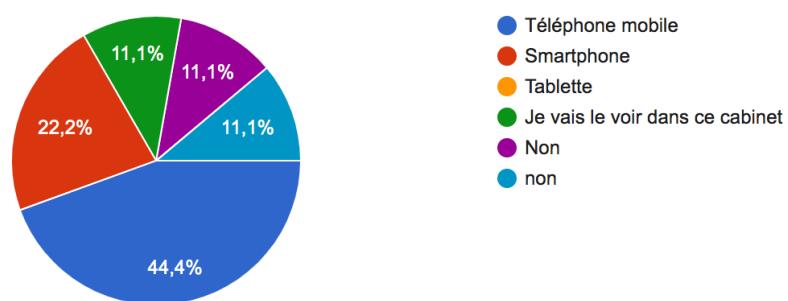
➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :



Pour cette question, la majorité des Rwandais (40%) se dirigent vers l'hôpital, 30% consultent quant à eux un médecin et 19% demandent conseil à la pharmacie.

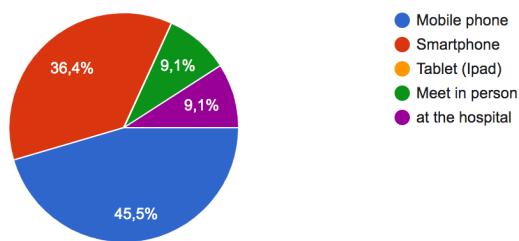
4. Consulteriez-vous votre médecin sur l'un des appareils suivants :

➤ Résultats du questionnaire en Français :



44,4% des personnes qui ont répondu à cette question qu'ils pourraient consulter leur médecin via un téléphone mobile tandis que 22,2% le feraient via un smartphone. 11,1% iraient au cabinet de leur médecin et d'autres ne consulteraient via aucun de ces appareils.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :



45,5% des personnes anglophones qui ont répondu à cette question qu'ils pourraient consulter leur médecin via un téléphone mobile tandis que 36,4% le feraient via un smartphone. 9,1% iraient au cabinet de leur médecin et d'autres iraient directement à l'hôpital.

5. Seriez-vous prêt à faire votre consultation par le biais : de la télémédecine, d'un assistant virtuel, d'un médecin ? - Les répondants ont dû classer leur choix par ordre de préférence.

➤ Résultats des questionnaires en Français et en Anglais :

La majorité des répondants préfèrent faire leur consultation par le biais du médecin.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

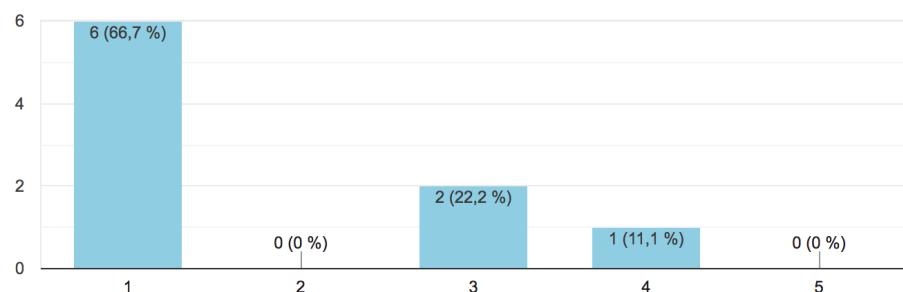
La majorité des personnes qui ont répondu préfèrent faire leur consultation par le biais d'un assistant virtuel (un programme informatique capable de converser avec des individus).

Les variables :

L'expérience de l'individu :

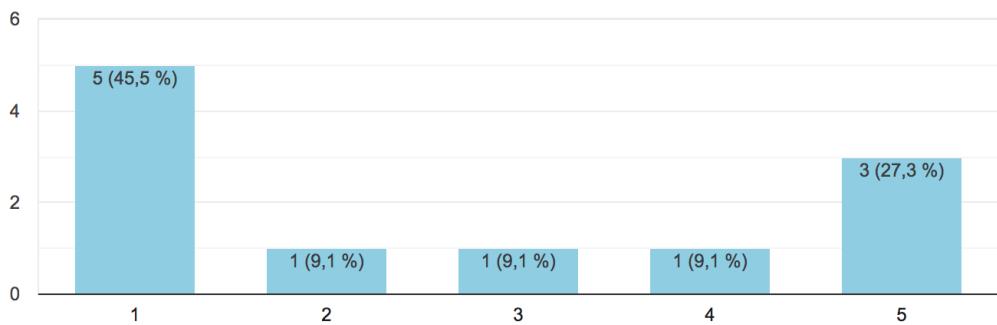
1. Sur une échelle de 1 à 5, veuillez préciser votre degré de connaissance de Babyl ? (De 1 (je ne sais pas grand-chose de Babyl) à 5 (je connais très bien Babyl))

➤ Résultats du questionnaire en Français :



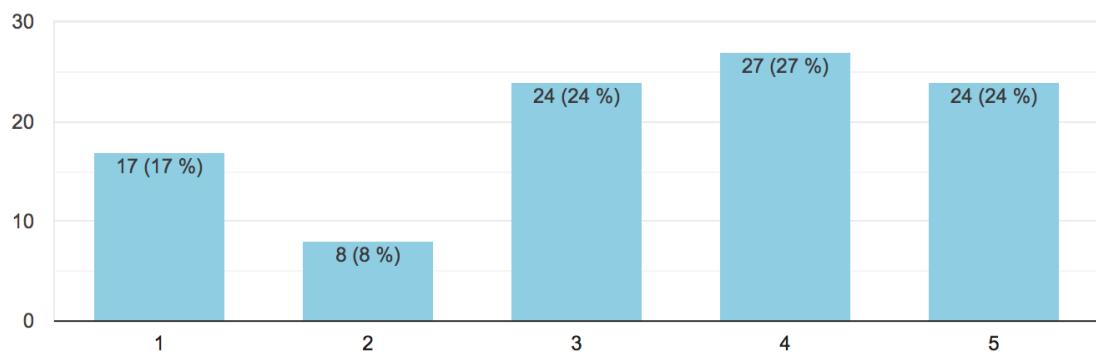
La majorité des répondants ne connaissent pas grand-chose de Babyl.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :



La majorité des répondants ne connaissent pas grand-chose de Babyl.

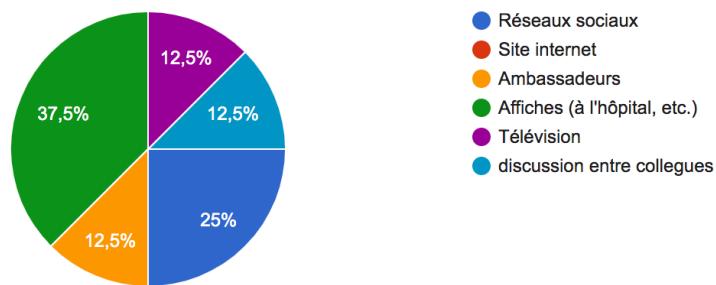
➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :



La majorité des personnes (27%) qui ont répondu à cette question dans ce questionnaire connaissent bien Babyl.

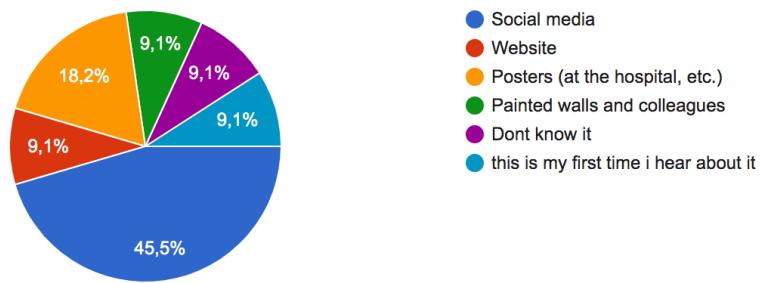
2. Via quel canal connaissez-vous Babyl ?

➤ Résultats du questionnaire en Français :



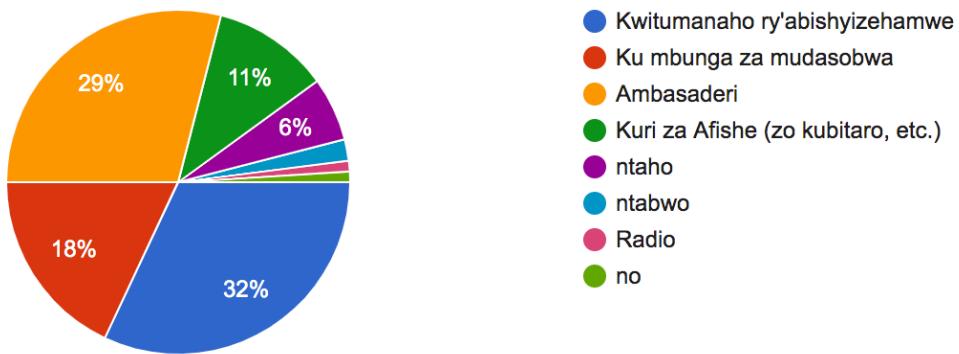
La plupart des répondants (37,5%) connaissaient Babyl via les affiches (à l'hôpital, etc.) tandis que 25% des répondants ont pris connaissance de Babyl via les réseaux sociaux.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :



La majorité des personnes anglophones (45,5%) ayant répondu à cette question connaissaient Babyl via les réseaux sociaux. Alors que 18,2% ont pris connaissance de Babyl via les affiches.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :



32% ont répondu qu'ils connaissaient Babyl via les réseaux sociaux et 29% ont pris connaissance de Babyl grâce aux ambassadeurs de Babyl.

L'effort attendu (= facilité d'utilisation perçue) :

1. Apprendre à utiliser Babyl est (serait) facile pour moi :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des personnes (33%) sont tout à fait d'accord qu'apprendre à utiliser Babyl est (serait) facile pour eux.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

La plupart des répondants (45,5%) sont d'accord qu'apprendre à utiliser Babyl est (serait) facile pour eux.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

50% des répondants sont d'accord qu'apprendre à utiliser Babyl est (serait) facile pour eux.

2. Mes échanges avec les services Babyl sont (seraient) clairs et compréhensibles :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

44,4% sont d'accord que leurs échanges avec les services sont (seraient) clairs et compréhensibles. Tandis que 22,2% des répondants ne sont ni d'accord, ni pas d'accord et pas d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% sont neutres (ni d'accord, ni pas d'accord) tandis que 27,3% sont d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La majorité des répondants (50%) sont d'accord que leurs échanges avec les services Babyl sont (seraient) clairs et compréhensibles. Alors que 30% sont tout à fait d'accord.

3. L'utilisation des services Babyl ne me demande (demanderait) pas beaucoup d'effort intellectuel :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des personnes (66,7%) ayant répondu à ce questionnaire sont d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

45,5% sont neutres (ni d'accord, ni pas d'accord) que l'utilisation des services Babyl ne leur demande (demanderait) pas beaucoup d'effort intellectuel. Alors que 27,3% sont d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

45% de personnes interrogées sont d'accord que l'utilisation des services Babyl ne leur demande (demanderait) pas beaucoup d'effort intellectuel. Alors que 35% sont tout à fait d'accord. 12% sont ni d'accord, ni pas d'accord.

L'utilité perçue :

1. Veuillez préciser le degré d'utilité de 0 = extrêmement inutile, à 5 = extrêmement utile :

- Babyl m'aide (m'aiderait) à accéder plus facilement aux soins de santé.

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des répondants (33,3%) trouve extrêmement inutile tandis que 11,1% des personnes interrogées trouvent cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

27,3% des personnes ayant répondu à cette question trouvent cela extrêmement utile. Il s'agit de la majorité des personnes interrogées.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

Quant au questionnaire en Kinyarwanda, la majorité (28%) trouve cela extrêmement utile tandis que 10% trouvent cela extrêmement inutile.

- Les services de Babyl requièrent (requerraient) le moins étapes possibles pour accomplir ce que je veux faire :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

33,3% semblaient être neutres à répondant à cette question. Tandis que 22,2% trouvent cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

27,3% ont répondu qu'ils trouvaient cela utile. Alors que 18,2% trouvaient cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La majorité des répondants (32%) ont trouvé cela utile tandis que 31% ont trouvé cela extrêmement utile.

- L'utilisation de Babyl me permet (me permettrait) d'améliorer ma santé (état de santé) :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La plupart des personnes (33,3%) qui ont choisi comme degré d'utilité 3. Nous pouvons considérer cela comme neutre.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% (= la majorité) ont répondu qu'ils trouvaient cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La majorité des personnes interrogées (36%) ont trouvé cela extrêmement utile.

- C'est plus facile (ça serait plus facile) pour moi de consulter un docteur via Babyl

➤ Résultats du questionnaire en Français :

44,4% ont trouvé cela utile alors que 22,2% ont trouvé cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% (la majorité) ont trouvé cela utile.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

39% des personnes interrogées ont trouvé cela extrêmement utile pendant que 21% ont trouvé cela utile.

- Je trouve les services de Babyl utiles pour avoir une prescription médicale

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des répondants (33,3%) ont été neutres et 22,2% ont trouvé cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

27,3% des personnes ont trouvé cela utile tandis que 18,2% ont trouvé cela extrêmement utile.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La majorité des répondants (39%) ont trouvé cela utile alors que 21% trouvaient cela utile.

Les conditions facilitantes :

1. Seul le smartphone me permet d'accéder aux services de Babyl

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La plupart des personnes (44,4%) ayant répondu sont neutres (ni d'accord, ni pas d'accord) pendant que 22,2% sont d'accord. Et 22,2% ne sont pas d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% des répondants sont neutres et 36,4% sont également d'accord. Tandis que 18% ne sont pas tout à fait d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La majorité (49%) est d'accord que seul le smartphone leur permet d'accéder aux services Babyl. 34% sont tout à fait d'accord.

2. Je peux accéder aux services de Babyl sans internet et le Wi-Fi :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des répondants (66,7%) ne sont pas d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% des répondants (la majorité) sont tout à fait d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

41% sont tout à fait d'accord tandis que 38% sont d'accord.

3. Je peux facilement accéder aux informations sur les services de Babyl et comment l'utiliser :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

33,3% sont tout à fait d'accord de pouvoir facilement accéder aux informations sur les services de Babyl et comment l'utiliser.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

La majorité des personnes ayant répondu (45,5%) sont d'accord de pouvoir facilement accéder aux informations sur les services de Babyl et comment l'utiliser. Alors que 18,2% sont tout à fait d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

49% des répondants sont d'accord et 31% sont tout à fait d'accord.

L'intention d'utilisation

1. J'ai l'intention d'utiliser Babyl via le téléphone mobile dans les prochains mois :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité (44,4%) sont d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via le téléphone mobile les prochains mois tandis que 22,2% sont tout à fait d'accord d'avoir l'intention d'utiliser un téléphone mobile dans les prochains mois.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% sont d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via le téléphone mobile dans les prochains mois tandis que 18,2% sont tout à fait d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

42% de répondants sont d'accord et 37% sont tout à fait d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via le téléphone mobile dans les prochains mois.

2. J'ai l'intention d'utiliser Babyl via un smartphone dans les prochains mois :

➤ Résultats du questionnaire en Français :

44,4% sont d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via un smartphone dans les prochains mois. Et 22,2% ne sont pas d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

36,4% sont d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via le smartphone dans les prochains mois tandis que 18,2% sont tout à fait d'accord.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

45% de répondants sont d'accord et 32% sont tout à fait d'accord d'avoir l'intention d'utiliser Babyl via le smartphone dans les prochains mois.

L'utilisation actuelle de Babyl :

1. Utilisez-vous les services Babyl ?

➤ Résultats du questionnaire en Français :

La majorité des répondants (88,9%) n'utilise pas les services Babyl. 11,1% des personnes interrogées l'utilisent.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

72,7% des répondants n'utilisent pas les services de Babyl. Tandis que 27,3% l'utilisent.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

61% des répondants n'utilisent pas les services de Babyl alors que 39% l'utilisent.

2. En êtes-vous satisfaits ?

➤ Résultats du questionnaire en Français :

33,3% ne sont pas satisfaits et 11,1% sont très satisfaits.

➤ Résultats du questionnaire en Anglais :

La majorité (27,3%) est très satisfaite.

➤ Résultats du questionnaire en Kinyarwanda :

La plupart des répondants (44%) sont très satisfaits tandis que 24% sont satisfaits des services Babyl.

[L'âge :](#)

Les répondants aux questionnaires en anglais et français avaient entre 22 ans et 59 ans.

[Le genre :](#)

La majorité des répondants aux questionnaires en français et en anglais étaient des hommes.

[Discussion \(pré-conclusion\)](#)

Les résultats de notre étude quantitative nous ont révélé que la généralité des répondants a d'une part accès facilement aux soins de santé et d'autre part possèdent des smartphones. Cependant, ces personnes majoritaires possédant les smartphones concernaient uniquement celles qui ont répondu aux questionnaires en français et en anglais. En effet, en ce qui concerne les répondants majoritaires du questionnaire en kinyarwanda, ils possédaient un téléphone mobile.

D'après le Rapport Research ICT Africa (2017), le niveau d'éducation est en lien avec l'utilisation d'Internet. En effet, la majorité des utilisateurs possèdent au moins leur diplôme de l'enseignement secondaire, alors que la majorité des non-utilisateurs ont renoncé leurs études primaires. Par conséquent, ils ont des difficultés à lire et à comprendre les langues étrangères telles que l'anglais et le français. De plus, ils ne peuvent pas se permettre de s'acheter un smartphone, et ce, à cause de leur faible revenu.

Il se peut donc que les répondants du questionnaire en kinyarwanda aient un faible revenu, et ils ne peuvent donc pas se permettre de s'acheter un smartphone. Ils peuvent aussi avoir des difficultés à lire et à comprendre l'anglais et le français. Nous pouvons donc nous interroger : cette fracture numérique n'est-elle pas due à une disparité de répartition des richesses ?

D'après les résultats obtenus, la majorité des répondants semblait se rendre à l'hôpital dès qu'il était question de santé. Très peu consultent internet, voire aucun. Il s'agit de personnes ayant répondu au questionnaire en kinyarwanda.

La majorité des personnes qui ont répondu à ce questionnaire en kinyarwanda préfèrent consulter par le biais d'un assistant virtuel (Un programme informatique capable de converser avec des individus). Il n'est pas impossible que pour ces répondants, l'accès à l'hôpital et aux soins de santé soit parfois difficile. En effet, au Rwanda, avec un médecin pour plus de 10 000 habitants (Muvunyi Z., 2018), une infirmière pour 5000 habitants (Muvunyi Z., 2018), l'accessibilité à l'hôpital et aux soins de santé est parfois compliquée.

Enfin, au vu des résultats obtenus, il semblerait que seule la majorité des personnes qui ont répondu au questionnaire en Kinyarwanda connaissaient bien Babyl. Et une grande partie de ces personnes comptaient utiliser bientôt les services de Babyl et d'autres l'utilisaient déjà et sont très satisfaits des services de Babyl.

Les nouvelles technologies, ici en l'occurrence l'IA, peuvent-elles contribuer à améliorer l'accessibilité aux soins de santé ?

Ci-dessous, nous allons analyser les résultats quantitatifs obtenus en vue d'infirmer ou d'affirmer nos différentes hypothèses.

Hypothèse H1 :

Dans notre travail, l'analyse des résultats quantitatifs nous a permis de démontrer que ce sont principalement les hommes qui ont répondu à nos questionnaires. En effet, la variable « genre », comme le propose le modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003), semble avoir une influence sur l'intention et l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA. D'après la recherche de Minton & Schneider (cité par Venkatesh & al., 2003), ce sont les hommes qui ont plus tendance à s'intéresser aux tâches liées à l'outil technologique. Cependant, la variable « âge » semble ne pas influer sur l'intention et l'utilisation de cet outil. De ce fait, l'hypothèse H1 ne peut être tout à fait affirmée car une seule variable semble avoir une réelle influence sur l'intention et l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA. Il est impossible d'affirmer que « le profil du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA ».

Hypothèse H2 :

Hypothèse H2 concernait les efforts fournis par le patient. D'après le modèle théorique UTAUT (Venkatesh et al., 2003), l'effort à fournir aurait une influence sur l'intention d'utilisation. De fait, au vu des résultats obtenus de notre étude quantitative pour cette variable : « l'effort attendu (= facilité d'utilisation perçue) », influerait sur l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA. Il se peut donc que « l'importance de la quantité d'effort à fournir pour utiliser cet outil technologique doté de l'IA soit en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil. ».

Hypothèse H3 :

H3 portait sur l'amélioration de la santé du patient au regard de l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA. Sur base du modèle théorique UTAUT (Venkatesh et al., 2003), l'amélioration de la santé du patient aurait une influence sur l'intention d'utilisation. Cependant, l'analyse des résultats nous montre que la majorité des répondants semble ne pas être convaincue par ce paramètre. Nous pouvons donc nous interroger sur la diffusion de l'information vulgarisée des avantages d'utiliser Babyl : l'accès à cette information est-il facile, accessible et largement diffusé ?

Il est donc impossible d'affirmer que : « la croyance du patient en une relation entre l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA et l'amélioration de la santé est en lien avec l'intention d'utilisation de cet outil. »

Hypothèse H4 :

Au regard des résultats et sur base du modèle théorique UTAUT (Venkatesh et al., 2003), il n'est pas impossible que « la présence des conditions facilitantes envers le patient est en lien avec l'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA ». De ce fait, les trois conditions facilitantes potentielles à savoir : l'importance de posséder un smartphone, un ordinateur, ou une tablette pour l'hypothèse H4.1, l'accès facile à internet et au Wi-Fi pour l'hypothèse H4.2, et enfin l'accès facile à une information « vulgarisée » et formation pour l'hypothèse H4.3, pourraient avoir une influence sur l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA.

Hypothèse H5 & Hypothèse H6:

Afin d'infirmer ou d'affirmer ces hypothèses et nous en basant sur le modèle UTAUT actualisé (Tetteh Ami-Narh, J., et Williams, P., 2012), il nous aurait fallu faire une étude qualitative et quantitative comme suggéré par Cook et Reichardt (1979). Il nous est donc impossible d'affirmer ou d'infirmer que : « la culture africaine du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA » et que « la localisation géographique du patient est en lien avec l'intention d'utilisation de l'outil technologique doté de l'IA ». Il faut noter que pour analyser ces deux hypothèses, il aurait fallu aller au Rwanda afin d'y faire l'étude qualitative. Cela n'a pas été possible par manque de moyens et de temps. Mais nous pouvons recommander pour les futures recherches que ces hypothèses soient analysées grâce à des études qualitatives et quantitatives faites au Rwanda.

Les limites de nos recherches & Recommandations

Les limites dans nos recherches ont été principalement : le temps et les moyens. Nous sommes conscients que les recherches qui ont été faites pour ce mémoire auraient pu être plus précises si nous avions eu plus de temps et de moyens pour nous rendre au Rwanda. Car pour que notre étude soit la plus complète et irréfutable, nous aurions dû avoir recours à, en premier lieu une étude quantitative et ensuite, à une étude qualitative (un entretien de groupe) sur place. L'étude qualitative nous aurait permis de comprendre ou d'expliquer des comportements, et des motivations sous-jacentes (Malhotra et al., 2014).

Par ailleurs, nous avons obtenu peu de résultats et ces derniers sont des réponses issues principalement d'internet. De ce fait, il se pourrait que nous ayons essentiellement touché une population déjà initiée aux technologies. Cela peut donc être un biais à notre recherche (Gerville-Réache, L., et Couallier , V., 2011). Les enquêtes électroniques ont, en outre, d'autres limites. Car les personnes qui utilisent internet et les e-mails ne sont pas encore représentatives de la totalité de la population (Malhotra et al., 2014). En effet, cette étude a exclu les personnes n'ayant pas accès à internet.

Il existe d'autres inconvénients concernant les enquêtes électroniques tels que : l'absence des enquêteurs sur place (au Rwanda) afin de motiver les participants et ainsi obtenir plus de réponses. Nous aurions dû également considérer les aspects suivants : la sécurité et l'intimité (Malhotra et al., 2014). Nous devons donc nous interroger sur la fiabilité de notre échantillon et interpréter les résultats de cette recherche avec prudence.

Nous recommandons donc pour les futures recherches, d'effectuer une analyse quantitative (enquête sur le terrain) et qualitative sur place, et ce, sur une plus longue période afin d'obtenir une taille d'échantillon beaucoup plus représentative de la population étudiée.

Il aurait été également intéressant de faire une analyse qualitative auprès d'une des parties prenantes : les professionnels (les médecins et infirmier(e)s). L'étude qualitative nous aurait permis d'en apprendre plus sur leurs attitudes, leurs opinions, et les fondements de leurs comportements face à cette adoption et utilisation de cette technologie dans leur domaine d'activité. Cette démarche n'a pas pu se faire par manque de temps. Notons que ces professionnels jouent un rôle primordial dans l'adoption de l'IA dans ce secteur, qui est leur domaine d'activité. Pour les futures recherches, nous conseillons donc aux chercheurs de s'attarder à cette démarche.

Enfin, par manque de temps, notre niveau de préparation et d'analyse des données récoltées est resté élémentaire et manque de rigueur. Nous suggérons que les prochaines recherches, la préparation des données ainsi que l'analyse statistique soient plus approfondies. Cela permettrait ainsi d'interpréter les résultats avec plus d'assurance.

Conclusion générale

Cette recherche avait pour objectif de déterminer les mesures (facteurs) favorisant l'adoption de l'IA par les consommateurs dans le secteur des soins de santé. Tout d'abord, je me suis intéressée au système des soins de santé au Rwanda dans le but d'analyser l'évolution de ce secteur dans ce pays, et ce, jusqu'au concept de l'intelligence artificielle. Nous avons ensuite analysé l'évolution de l'IA, et enfin son intégration dans ce secteur.

J'ai, par après, établi une revue de la littérature sur les théories et concepts concernant l'adoption de l'intelligence artificielle dans le secteur des soins de santé. Cela m'a permis de proposer des hypothèses. Un sondage a été effectué auprès d'un échantillon de Rwandais dans le but de tester ces hypothèses. Les principaux résultats de l'étude nous ont permis de constater que L'IA est/sera adoptée par les consommateurs dans le secteur des soins de santé en tenant compte de ces mesures :

- Ce sont les hommes qui ont plus tendance à s'intéresser aux tâches liées à l'outil technologique
- L'effort attendu (la facilité d'utilisation perçue)
- Les conditions facilitantes

Pour répondre à notre problématique, il semble que pour que les consommateurs puissent adopter un outil doté de l'IA dans le secteur des soins de santé, il convient de cibler principalement les hommes. Ils apprécient le peu d'effort à fournir pour utiliser cet outil et d'autre part à avoir à leur disposition des supports, des infrastructures et des organisations qui les aident à utiliser cet outil technologique.

Nous suggérons donc à Babyl Rwanda de cibler les consommateurs hommes, les plus habitués avec la technologie et ceux pour qui la performance attendue, la facilité d'utilisation (effort attendu), les conditions facilitantes sont des critères importants dans l'adoption.

Notre recherche s'est dirigée vers les déterminants de l'intention d'adopter un outil doté de l'IA dans le secteur des soins de santé. Une prochaine étape serait d'étudier les conséquences involontaires de l'adoption et l'utilisation de cet outil dans ce secteur. Par exemple : où l'exploitation des données récoltées via ces outils finira-t-elle ? Comment celles-ci seront-elles protégées ? Qui aura accès à ces données ? Pendant combien de temps seront-elles mises à la disposition des organismes/entreprises/hôpitaux ? Ce sont des questions qui ont obtenu peu de réponses jusqu'à ce jour. Des organismes de réglementation devraient, de ce fait, réagir.

De plus, la régulation de l'IA pourrait augmenter la confiance des futurs consommateurs ainsi que les professionnels de ce secteur.

Un autre exemple de l'une des conséquences involontaires : et si l'outil délivrait un mauvais diagnostic, qui sera considéré comme responsable ? La machine ? Il reste encore, ici, des questions éthiques très étendues.

Les promesses de l'IA dans ce secteur sont très prometteuses. Cependant tant que ces questions n'auront pas de réponses, cela représentera un frein à l'adoption de cet outil dans ce secteur.

Pour conclure, nous espérons que cette étude permettra d'encourager les recherches futures sur l'adoption de l'IA dans le secteur des soins de santé et, entre autres, les impacts involontaires de cette adoption et utilisation.

Bibliographie

Sources écrites

Livres/ouvrages :

Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (1979). *Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation Research* (6ème éd.). Californie, États-Unis: SAGE Publications.

Evrard, Y., Pras, B., Roux, E., & Desmet, P. (2009). *Market: Fondements et méthodes des recherches en marketing* (4ème éd.). Paris, France: Dunod.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*. Boston, Etats-Unis: Addison Wesley Publishing Company.

Gavard-Perret, M. L., Gotteland, D., Haon, C., & Jolibert, A. (2018). *Méthodologie de la recherche en sciences de gestion: Réussir son mémoire ou sa thèse* (6ème éd.). Paris, France: Pearson

Johnson, G., Whittington, R., Scholes, K., Angwin, D., & Regner, P. (2017). *Stratégique* (11ème éd.). Paris, France: Pearson.

Malhotra, N., Décaudin, J. M., Bouguerra, A., & Bories, D. (2014). *Études Marketing* (6ème éd.). Paris, France: Pearson.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. New-Jersey, États-Unis: Wiley.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations, 5th Edition*. New-York, États-Unis: Free Press.

Thiévert, R. A., & Baumard, P. (2014). *Méthodes de recherche en management* (4ème éd.). Paris, France: Dunod.

Articles de revue:

Abbott, P., Sapsford, R., & Binagwaho, A. (2017). Learning from Success: How Rwanda Achieved the Millennium Development Goals for Health. *World Development*, 92, 103–116. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.11.013>

De Bort, C., Dufour, M., & Robin, J. (2018). L'impact des disruptions technologiques sur les professionnels de santé. *L'Économie politique*, 80(4), 42.
<https://doi.org/10.3917/leco.080.0042>

Dilsizian, S. E., & Siegel, E. L. (2013). Artificial Intelligence in Medicine and Cardiac Imaging: Harnessing Big Data and Advanced Computing to Provide Personalized Medical Diagnosis and Treatment. *Current Cardiology Reports*, 16(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1007/s11886-013-0441-8>

- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory Building From Cases: Opportunities And Challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- Fogel, A. L., & Kvedar, J. C. (2018). Artificial intelligence powers digital medicine. *npj Digital Medicine*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/s41746-017-0012-2>
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Huang, M., & Rust, R. T. (2018). Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., . . . Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2(4), 230–243. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
- Jones, L. D., Golan, D., Hanna, S. A., & Ramachandran, M. (2018). Artificial intelligence, machine learning and the evolution of healthcare. *Bone & Joint Research*, 7(3), 223–225. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.73.bjr-2017-0147.r1>
- Kvedar, J., Coye, M. J., & Everett, W. (2014). Connected Health: A Review Of Technologies And Strategies To Improve Patient Care With Telemedicine And Telehealth. *Health Affairs*, 33(2), 194–199. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.0992>
- Lee, C. S., Nagy, P. G., Weaver, S. J., & Newman-Toker, D. E. (2013). Cognitive and System Factors Contributing to Diagnostic Errors in Radiology. *American Journal of Roentgenology*, 201(3), 611–617. <https://doi.org/10.2214/ajr.12.10375>
- Li, J. P., & Kishore, R. (2006). How robust is the UTAUT instrument? *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research Forty four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future - SIGMIS CPR '06*, . <https://doi.org/10.1145/1125170.1125218>
- Nyatanyi, T., Wilkes, M., McDermott, H., Nzietchueng, S., Gafarasi, I., Mudakikwa, A., . . . Binagwaho, A. (2017). Implementing One Health as an integrated approach to health in Rwanda. *BMJ Global Health*, 2(1). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2016-000121>
- Otten, M., Aregawi, M., Were, W., Karema, C., Medin, A., Bekele, W., . . . Grabowsky, M. (2009). Initial evidence of reduction of malaria cases and deaths in Rwanda and Ethiopia due to rapid scale-up of malaria prevention and treatment. *Malaria Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-14>
- Price, W. N. (2017). Artificial Intelligence in Health Care: Applications and Legal Implications. *The SciTech Lawyer*, 14(1), 10–13. Récupéré sur <https://repository.law.umich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2932&context=articles>

Ravi, D., Wong, C., Deligianni, F., Berthelot, M., Andreu-Perez, J., Lo, B., & Yang, G. (2017). Deep Learning for Health Informatics. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(1), 4–21. <https://doi.org/10.1109/jbhi.2016.2636665>

Tetteh Ami-Narh, J., & Williams, P. A-H. (2012, octobre). A revised UTAUT model to investigate E-health acceptance of health professionals in Africa. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 3(10), 1383–1391. Récupéré sur http://www.cisjournal.org/journalofcomputing/archive/vol3no10/vol3no10_7.pdf

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

Venkatesh, V., Xu, X., & Thong, J. Y.L. (2013, 3 octobre). Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead. *Journal of the Association for Information Systems, Volume 17(5)*, 328–376. Récupéré sur http://www.vvenkatesh.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2016/01/2016_JAIS_Venkatesh-et-al.-UTAUT.pdf

Yin, R. K. (1981). The Case Study as a Serious Research Strategy. *Knowledge*, 3(1), 97–114. <https://doi.org/10.1177/107554708100300106>

Article de journal:

La Libre Belgique. (2017, 23 octobre). Voici le nombre de Belges dont le décès serait causé par une erreur médicale chaque année. Récupéré le 19 octobre, 2018, de <https://www.lalibre.be/belgique/voici-le-nombre-de-belges-dont-le-deces-serait-cause-par-une-erreur-medicale-chaque-annee-59ecd7e6cd7095e2f7124bef>

Rapports :

Accenture. (2018). *2018 CONSUMER SURVEY ON DIGITAL HEALTH*. Récupéré sur https://www.accenture.com/t20180306t103559z_w_us-en_acnmedia/pdf-71/accenture-health-2018-consumer-survey-digital-health.pdf

Accenture. (s.d.). Artificial Intelligence (AI) | What it is & Why it Matters | Accenture. Récupéré le 3 mars, 2019, de <https://www.accenture.com/us-en/insights/artificial-intelligence-index>

Assaf, S., Staveteig, S., & Birungi, F. (2018). *Trends in Maternal Health in Rwanda Further Analysis of the 2014-15 Demographic and Health Survey*. Récupéré sur <https://www.dhsprogram.com/pubs/pdf/FA108/FA108.pdf>

Conseil national de l'Ordre des médecins. (2018). *Médecins et patients dans le monde des data, des algorithme et de l'intelligence artificielle*. Récupéré sur <https://www.conseil-national.medecin.fr/publications/communiques-presse/medecins-patients-monde-data>

Deloitte. (2018). *TMT Predictions Afrique 2018*. Récupéré sur
<https://www2.deloitte.com/ga/fr/pages/technologies-medias-et-telecommunications/articles/tmt-predictions-afrigue-2018.html>

Gouvernement du Rwanda. (2004). *PLAN STRATEGIQUE DU SECTEUR SANTÉ 2005 – 2009*. Récupéré sur
https://www.uhc2030.org/fileadmin/uploads/ihp/Documents/Country_Pages/Rwanda/PlanStrategiqueSecteurSante_2009-2012.pdf

Institut Montaigne. (2019). *IA et emploi en santé : quoi de neuf docteur ?*. Récupéré sur
<https://www.institutmontaigne.org/publications/ia-et-emploi-en-sante-quoi-de-neuf-docteur>

Intel Corporation. (2018). *Overcoming Barriers in AI Adoption in Healthcare*. Récupéré sur
<https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/07/healthcare-iot-infographic.pdf>

Kagame, P. (2000). *VISION 2020 DU RWANDA*. Récupéré sur <http://www.ambarwanda-paris.fr/pdf/Vision-2020-fr.pdf>

LeCun, Y. (2015-2016). *Les enjeux de la recherche en intelligence artificielle..* Récupéré sur
<https://inria.fr/medias/actualites/generales/documents-pdf/lecun-enjeux-ia>

Meticulous Research. (2018). *Artificial Intelligence In Healthcare Market By Product (Hardware, Software, Services), Technology (Machine Learning, Context-Aware Computing, NLP), Application (Drug Discovery, Precision Medicine), End User, And Geography – Global Forecast To 2025*. Récupéré sur
<https://www.meticulousresearch.com/product/artificial-intelligence-healthcare-market/>

Mindfields Global. (2018). *Artificial Intelligence in Healthcare*. Récupéré sur
<https://www.mindfieldsglobal.com/artificial-intelligence-report>

Ministère de la Santé du Rwanda. (2007). *PLAN STRATEGIQUE POUR ACCELERER LA REDUCTION DE LA MORBIDITE ET MORTALITE MATERNELLE ET NEONATALE 2005-2015*. Récupéré sur
http://www.nationalplanningcycles.org/sites/default/files/country_docs/Rwanda/rwanda_mnh_plan_strategique_2005-2015.pdf

Ministère de la Santé, Office National de la Population, & ORC Macro. (2003). *Enquête sur la prestation des services de soins de santé 2001*. Récupéré sur
<https://dhsprogram.com/pubs/pdf/SPA4/SPA4.pdf>

Ministry of Finance and Economic Planning (MINECOFIN). (2013). *ECONOMIC DEVELOPMENT AND POVERTY REDUCTION STRATEGY II*. Récupéré sur
http://www.minecofin.gov.rw/fileadmin/templates/documents/NDPR/EDPRS_2.pdf

Ministry of Finance and Economic Planning, & National Institute of Statistics of Rwanda. (2014). *Fourth Population and Housing Census, Rwanda, 2012*. Récupéré sur <http://www.statistics.gov.rw/datasource/42>

Ministry of Health. (2015). *Health Sector Policy Rwanda*. Récupéré sur http://www.moh.gov.rw/fileadmin/templates/policies/Health_Sector_Policy___19th_January_2015.pdf

National Institute of Statistics of Rwanda (NISR) [Rwanda], Ministry of Health (MOH) [Rwanda], & ICF International. (2015). *Rwanda 2014-15 Demographic and Health Survey - Key Findings*. Récupéré sur <https://www.dhsprogram.com/pubs/pdf/SR229/SR229.pdf>

National Institute of Statistics of Rwanda Kigali, Ministry of Finance and Economic Planning Kigali, Ministry of Health Kigali, The DHS Program, & ICF International. (2016). *Rwanda Demographic and Health Survey 2014-15 Final Report*. Récupéré sur <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR316/FR316.pdf>

OCDE, & Commission Européenne. (2018). *Panorama de la santé : Europe 2018*. Récupéré sur https://www.oecd.org/fr/sante/systemes-sante/Panorama-de-la-sant%C3%A9-Europe-2018-CHARTSET_FRAN%C3%87AIS.pdf

PwC Health Research Institute. (2017). *Top health industry issues of 2018 A year for resilience amid uncertainty*. Récupéré sur <https://www.pwc.com/us/en/health-industries/assets/pwc-health-research-institute-top-health-industry-issues-of-2018-report.pdf>

PwC. (2017). *What doctor? Why AI and robotics will define New Health*. Récupéré sur <https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/ai-robotics-new-health.pdf>

PwC. (2017). *Sherlock in Health How artificial intelligence may improve quality and efficiency, whilst reducing healthcare costs in Europe*. Récupéré sur <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/studie-sherlock-in-health.pdf>

Razzaki, S., Baker, A., Perov, Y., Baxter, J., & Mullarkey, D. (2018). *A comparative study of artificial intelligence and human doctors for the purpose of triage and diagnosis*. Récupéré sur <https://arxiv.org/pdf/1806.10698v1.pdf>

Tsang, L., Kracov, D., Mulryne, J., Strom, L., Perkins, N., Dickinson, R., . . . Jones, B. (2017). *The Impact of Artificial Intelligence on Medical Innovation in the European Union and United States*. Récupéré sur <https://www.arnoldporter.com/-/media/files/perspectives/publications/2017/08/the-impact-of-artificial-intelligence-on-medical-innovation.pdf>

Villani, C., Schoenauer, M., Bonnet, Y., Berthet, C., & Cornut, A. C. (2018). *Donner un sens à l'intelligence artificielle - Pour une stratégie nationale et européenne*. Récupéré sur <https://hal.inria.fr/hal-01967551/document>

Weng, S., NIHR Research Fellow (School for Primary Care Research), Care Stratified Medicine (PRISM), Division of Primary Care, School of Medicine, & University of Nottingham. (2018). *INTRODUCING MACHINE LEARNING FOR HEALTHCARE RESEARCH*. Récupéré sur <https://www.nottingham.ac.uk/research/groups/primarycarestratifiedmedicine/documents/s-weng-machine-learning-presentation-25.1.18.pdf>

Thèses de doctorat :

Cheikho, A. (2015). L'adoption des innovations technologiques par les clients et son impact sur la relation client - Cas de la banque mobile (Thèse de doctorat). Université Nice Sophia Antipolis, Nice. Récupéré de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01231801/document>

Dubeau, A. (2015). Déterminants de l'utilité perçue, par les étudiants, de leur programme de formation collégiale technique (Thèse de doctorat). Université de Québec, Trois-Rivières. Récupéré d'Archipel, l'archive de publications électroniques de l'UQAM <https://archipel.uqam.ca/8135/1/D2979.pdf>

Mémoires :

Ake, A. (2017). Détermination des facteurs favorisant ou inhibant l'adoption d'une plateforme de gestion de santé mobile et l'intérêt pour un suivi personnalisé par le pharmacien par les québécois (Mémoire de maîtrise). Université du Québec, Montréal. Récupéré d'Archipel, l'archive de publications électroniques de l'UQAM <https://archipel.uqam.ca/10672/1/M15100.pdf>

Butler, N., et Deprez, D. (2017). Quelles sont les conditions favorables à l'innovation technopédagogique avec un tableau blanc interactif ? Étude quantitative et qualitative, menée selon une fusion du modèle SAMR et du modèle TPACK, à la lumière du modèle UTAUT (Mémoire de maîtrise). Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve. Récupéré de <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A10011>

Kessler, S.K., et Martin, M. (2017). How do potential users perceive the adoption of new technologies within the field of Artificial Intelligence and Internet-of-Things? - A revision of the UTAUT 2 model using Voice Assistants (Mémoire de maîtrise). Lund University, Lund. Récupéré de <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/8909840>

Syllabi :

Lugen, M. (2015). Petit guide de méthodologie de l'enquête. Syllabus. ULB, Bruxelles.
Paquet, G, Schrooten, V. et Simons, S. (2018). Rédiger son mémoire en gestion. Syllabus. ICHEC, Bruxelles.

Sites Web/Pages Web:

ActuIA. (2018, 24 janvier). Différence entre apprentissage supervisé et apprentissage non supervisé. Récupéré le 14 janvier, 2019, de <https://www.actuia.com/vulgarisation/difference-entre-apprentissage-supervise-apprentissage-non-supervise/>

AI And Healthcare: A Giant Opportunity. (2019, 11 février). Récupéré le 27 mars, 2019, de <https://www.forbes.com/sites/insights-intelai/2019/02/11/ai-and-healthcare-a-giant-opportunity/>

Average Salary in Rwanda 2019. (s.d.). Récupéré le 27 mai, 2019, de <http://www.salaryexplorer.com/salary-survey.php?loc=180>

Babyl Rwanda Facebook. (s.d.). Récupéré le 7 octobre, 2018, de <https://www.facebook.com/babylrwanda>

Babyl Rwanda. (s.d.). Welcome to Babyl: The largest digital health service provider in Rwanda.. Récupéré le 2 octobre, 2018, de <http://www.babyl.rw/>

Banque Mondiale. (2018, 3 décembre). Rwanda - Vue d'ensemble. Récupéré le 27 mai, 2019, de <https://www.banquemoniale.org/fr/country/rwanda/overview>

Bastien, L. (2018a, 3 juillet). Analyse de données : top 5 des algorithmes Big Data Analytics. Récupéré le 3 décembre, 2018, de <https://www.lebigdata.fr/analyse-de-donnees-algorithmes>

Bastien, L. (2018b, 27 novembre). Intelligence Artificielle et Big Data : une convergence révolutionnaire. Récupéré le 1 décembre, 2018, de <https://www.lebigdata.fr/intelligence-artificielle-et-big-data>

Bastien, L. (2018c, 6 juillet). Machine Learning et Big Data : définition et exlications de la combinaison. Récupéré le 3 décembre, 2018, de <https://www.lebigdata.fr/machine-learning-et-big-data>

Bastien, L. (2018d, 7 décembre). Deep Learning ou apprentissage profond : définition, concept. Récupéré le 10 février, 2019, de <https://www.lebigdata.fr/deep-learning-definition>

Bizimungu, J. (2018, 11 janvier). Babyl's chatbot to enhance digital healthcare platform. Récupéré le 7 mai, 2019, de <https://www.newtimes.co.rw/section/read/227369>

Broke, S., (2018). How chatbots will shape the future of healthcare?. Récupéré le 28 Janvier, 2019, de <https://chatbotsmagazine.com/how-chatbots-will-shape-the-future-of-healthcare-fa8e30cebb1c>

- Cattell, J., Chilukuri, S., & Levy, M. (s.d.). How big data can revolutionize pharmaceutical R&D. Récupéré le 11 octobre, 2018, de <https://www.mckinsey.com/industries/pharmaceuticals-and-medical-products/our-insights/how-big-data-can-revolutionize-pharmaceutical-r-and-d>
- Charlet, J. (2018, 6 juillet). Intelligence artificielle et santé | Inserm - La science pour la santé. Récupéré le 20 janvier, 2019, de <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/intelligence-artificielle-et-sante>
- Chenavaz, R. (2018, 19 avril). Étude de cas : le pari d'IBM Watson dans la santé. Récupéré le 25 février, 2019, de <https://theconversation.com/etude-de-cas-le-pari-dibm-watson-dans-la-sante-94385>
- Codes USSD, IHM, MMI : comment les utiliser et à quoi servent-ils ? (s.d.). Récupéré le 8 mai, 2019, de <https://www.myforfaitmobile.com/aides-telephonie/codes-ussd-ihm-mmi>
- Darlington, K. (2018, 6 août). The Impact of Artificial Intelligence in Healthcare - OpenMind. Récupéré le 22 février, 2019, de <https://www.bbvaopenmind.com/en/technology/digital-world/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-asistencia-sanitaria/>
- Data Bridge Research. (2017, 1 novembre). Global Internet of Things (IoT) Healthcare Market – Industry Trends and Forecast to 2024 | Data Bridge Market Research. Récupéré le 25 février, 2019, de <https://databridgemarketresearch.com/reports/global-internet-of-things-iot-healthcare-market>
- Degandt, R. (s.d.). Marché des objets santé connectés chiffres et les produits disponibles. Récupéré le 27 février, 2019, de <https://stylistme.com/sante-connectee/marche-des-objets-sante-connectes>
- Denis, A. (2018, 14 novembre). Comment mettre en place un projet d'IA dans un établissement de santé.... Récupéré le 15 avril, 2019, de <https://experiences.microsoft.fr/business/intelligence-artificielle-ia-business/projet-ia-sante/>
- Dickson, B. (2018, 9 avril). AI could help reduce the administrative costs of health care. Récupéré le 10 avril, 2019, de <https://venturebeat.com/2018/04/08/ai-could-help-reduce-the-administrative-costs-of-health-care/>
- Digital Wallonia. (2017, 6 septembre). Traitement Automatique du Langage (TAL) : opportunités pour les entreprises. Récupéré le 27 janvier, 2019, de <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/tal>
- Elsevier. (2018, 26 novembre). Bridging the human-machine gap in AI-augmented healthcare. Récupéré le 27 novembre, 2018, de <https://www.healthcareit.com.au/article/bridging-human-machine-gap-ai-augmented-healthcare>

Faggella, D. (2019, 31 janvier). Machine Learning in Healthcare: Expert Consensus from 50+ Executives. Récupéré le 24 février, 2019, de <https://emerj.com/ai-market-research/machine-learning-in-healthcare-executive-consensus/>

Frost & Sullivan. (2016, 5 janvier). From \$600 M to \$6 Billion, Artificial Intelligence Systems Poised for Dramatic Market Expansion in Healthcare. Récupéré le 20 mars, 2019, de <https://ww2.frost.com/news/press-releases/600-m-6-billion-artificial-intelligence-systems-poised-dramatic-market-expansion-healthcare/>

Futura. (s.d.). Intelligence artificielle. Récupéré le 10 octobre, 2018, de <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/>

Gerlat, P. Y. (2018, 31 mai). Les hôpitaux de Lyon testent l'intelligence artificielle dans leurs usages avec l'aide de Microsoft. Récupéré le 13 octobre, 2018, de <https://www.actuia.com/actualite/les-hopitaux-de-lyon-testent-l-intelligence-artificielle-dans-leurs-usages-avec-laide-de-microsoft/>

Hutt, R. (2016, 7 avril). 5 things to know about Rwanda's economy. Récupéré le 11 mai, 2019, de <https://www.weforum.org/agenda/2016/04/5-things-to-know-about-rwanda-s-economy/>

Imanishimwe, E. (2018, 20 juillet). Mobile Phone Penetration In Rwanda Hits 76.6%. Récupéré le 7 avril, 2019, de <https://taarifa.rw/2018/07/20/mobile-phone-penetration-in-rwanda-hits-76-6/>

Impact of Artificial Intelligence in Healthcare Industry. (2018, 28 septembre). Récupéré le 7 mars, 2019, de <https://tekshapers.com/blog/Impact-of-Artificial-Intelligence-in-Healthcare-Industry>

Is Rwanda the testing market for latest digital health technology? | Digital health sector in Rwanda. (2019, 24 janvier). Récupéré le 26 février, 2019, de <https://www.dr-hempel-network.com/health-policies-in-india/digital-health-sector-in-rwanda/>

Jalinière, H. (2018, 28 août). L'intelligence artificielle DeepMind, de Google, peut détecter 50 maladies oculaires aussi bien que votre ophtalmo. Récupéré le 31 Janvier, 2019, de https://www.sciencesetavenir.fr/sante/ia-et-sante-deepmind-google-bouscule-l-ophtalmologie_126994

Kabogo, J. (2018, 31 octobre). Understanding the role of big data in healthcare. Récupéré le 10 juin, 2019, de <https://www.newtimes.co.rw/lifestyle/understanding-role-big-data-healthcare>

Kantengwa, S. (2017, 31 octobre). Babyl Rwanda on providing digital healthcare. Récupéré le 26 avril, 2019, de <https://www.newtimes.co.rw/section/read/222717>

Khairy, R. (2017, 16 mai). Rwanda Government pioneers Smart City Innovation with SRG and Nokia | Nokia. Récupéré le 24 mai, 2019, de <https://www.nokia.com/about>

us/news/releases/2017/05/16/rwanda-government-pioneers-smart-city-innovation-with-srg-and-nokia/

Lastennet, L. (2018, 7 avril). Apprentissage automatique (Machine learning). Récupéré le 15 octobre, 2018, de <https://prevn.fr/blog/machine-learning/>

L'intelligence artificielle au service de la santé : entre révolution et prudence. (2017, 1 février). Récupéré le 19 février, 2018, de <https://www.innovasso.fr/dossier/lintelligence-artificielle-au-service-de-la-sante-entre-revolution-et-prudence/>

Majster, D. (s.d.). Coordination digitale des soins : enjeux et opportunités pour les GHT. Récupéré le 7 juin, 2019, de <https://fr.intersystems.com/blog/coordination-des-soins-et-numerique-enjeux-et-opportunites-ght>

MedicalDirector. (2018, 28 mai). Is AI set to transform the future of healthcare? Récupéré le 7 octobre, 2018, de <https://www.healthcareit.com.au/article/ai-set-transform-future-healthcare>

MedicalDoctor. (2018, 16 février). Report reveals AI is critical to transforming healthcare - MedicalDirector NewsHub. Récupéré le 12 octobre, 2018, de <https://www.medicaldirector.com/news/future-of-health/2018/02/report-reveals-ai-critical-transforming-healthcare>

Messanh Ledy, N. (2018, 5 décembre). Rwanda : la croissance économique attendue à 7,2% en 2018 (FMI). Récupéré le 30 mai, 2019, de <https://www.financialafrik.com/2018/12/05/rwanda-la-croissance-attendue-a-72-en-2018-fmi/>

Miliard, M. (2017, 27 octobre). Healthcare AI poised for explosive growth, big cost savings. Récupéré le 15 mars, 2019, de <https://www.healthcareitnews.com/news/healthcare-ai-poised-explosive-growth-big-cost-savings>

Nachez, S. (2018, 5 février). Qu'est-ce que le Deep Learning ? Récupéré le 14 février, 2019, de <https://www.actuia.com/actualite/quest-deep-learning/>

NEJM Catalyst. (2017, 1 janvier). What is value-based healthcare? - NEJM Catalyst. Récupéré le 4 février, 2019, de <https://catalyst.nejm.org/what-is-value-based-healthcare/>

One of the largest AI platforms in healthcare is one you've never heard of, until now. (s.d.). Récupéré le 27 novembre, 2018, de <http://newsroom.gehealthcare.com/new-apps-smart-devices-launch-healthcare-edison-ai-platform/>

Polytechnique Montréal. (2018, 19 juillet). Des réseaux de neurones profonds identifient les tumeurs. Récupéré le 15 février, 2019, de <https://www.polymtl.ca/carrefour-actualite/nouvelles/des-reseaux-de-neurones-profonds-identifient-les-tumeurs>

Population of Rwanda 2017. (s.d.). Récupéré le 24 avril, 2019, de <https://www.populationpyramid.net/rwanda/2017/>

Poushter, J. (2017, 20 mars). Smartphone Ownership and Internet Usage Continues to Climb in Emerging Economies. Récupéré le 19 mai, 2019, de <https://www.pewresearch.org/global/2016/02/22/smartphone-ownership-and-internet-usage-continues-to-climb-in-emerging-economies/>

Prichep, E., & Akintore Kabbatende, A. (2018, 22 août). Could Rwanda become Africa's healthcare leader? Récupéré le 17 mai, 2019, de <https://www.weforum.org/agenda/2018/08/why-rwanda-could-become-africa-healthcare-leader/>

Ram, A. (2019, 13 février). NHS England lifts block on Babylon's GP at Hand service. Récupéré le 7 mars, 2019, de <https://www.ft.com/content/c2eab56e-2fb4-11e9-ba00-0251022932c8>

Rauline, N. (2018). Le Rwanda épicentre de l'Afrique numérique. Récupéré le 12 mars, 2019, de https://www.lesechos.fr/16/06/2017/LesEchosWeekEnd/00081-009-ECWE_le-rwanda--epicentre-de-l-afrigue-numerique.htm

Reflexion Medical Network. (s.d.). Pénurie dans le secteur de soins de santé | Jobhealth. Récupéré le 14 juin, 2019, de <http://www.jobhealth.be/fr/page/penurie-dans-le-secteur-de-soins-de-sante>

Renard, P. (2018, 10 juillet). Intelligence artificielle et imagerie médicale. Récupéré le 20 octobre, 2018, de https://www.devicemed.fr/dossiers/composants-oem/electriques_electroniques/intelligence-artificielle-et-imagerie-medicale/16400

Research ICT Africa. (2017, 26 juin). Beyond Access data: Research ICT Africa (RIA) ICT household surveys in 2017. Récupéré le 29 mai, 2019, de <https://researchictafrica.net/2017/06/26/beyond-access-data-research-ict-africa-ria-ict-household-surveys-in-2017/>

Robbe, J. (2018, 8 avril). Santé connectée : les 4 chiffres qu'il faut.... Récupéré le 7 février, 2019, de <https://experiences.microsoft.fr/business/intelligence-artificielle-ia-business/sante-connectee-chiffres/>

Rwanda Age structure - Demographics. (2018, 20 janvier). Récupéré le 17 mai, 2019, de https://www.indexmundi.com/rwanda/age_structure.html

Straub, I. (2018, 20 février). Intelligence artificielle et apprentissage automatique : les prédictions pour 2018. Récupéré le 4 février, 2019, de <https://siecledigital.fr/2018/02/20/intelligence-artificielle-et-apprentissage-automatique-predictions-2018/>

The Medical Futurist. (2018, 5 septembre). Wakanda Is Real: Digital Health In Africa - The Medical Futurist. Récupéré le 4 mai, 2019, de <https://medicalfuturist.com/digital-health-in-rwanda>

Tractica. (2018, 21 décembre). Artificial Intelligence Software Market to Reach \$89.8 Billion in Annual Worldwide Revenue by 2025 | Tractica. Récupéré le 30 décembre, 2018, de <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-software-market-to-reach-89-8-billion-in-annual-worldwide-revenue-by-2025/>

Velluet, Q. (2018, 31 juillet). Intelligence artificielle : un premier master d'excellence au Rwanda. Récupéré le 29 avril, 2019, de <https://www.jeuneafrique.com/emploi-formation/608697/rwanda-un-nouveau-master-d-excellence-en-intelligence-artificielle/>

Watson : comment marche l'IA d'IBM dans la santé, la banque.... (2017, 30 novembre). Récupéré le 7 février, 2018, de <https://www.journaldunet.com/solutions/reseau-social-d-entreprise/1196452-ibm-watson/>

« Machine learning » : apprentissage supervisé ou non supervisé. (2018, 21 mars). Récupéré le 15 mai, 2018, de <https://medium.com/@bobkrc/machine-learning-apprentissage-supervis%C3%A9-ou-non-supervis%C3%A9-bced5be4fd7f>

Source orale :

Entretien :

McNeill, T. (2018, 1 novembre). *CEO de Babyl Rwanda*. [Entretien]. Bruxelles.