

L'adaptation des entreprises du secteur de la santé à  
l'arrivée de l'intelligence artificielle sur le marché.

Mémoire de fin d'études de la 2<sup>ème</sup> année de Master

Master 2 spécialité Healthcare Business

Pauline SELLIER

Composition des membres du jury :

- Présidente de jury : Madame Daphné SALERNO
- Directrice de mémoire : Madame Hélène GORGE
- Membre professionnel : Monsieur Julien BLONDEAU

Date de soutenance : le 30 août, à 11h30

## REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser tous mes remerciements à l'ensemble de mes collaborateurs chez Evolucare et notamment à Monsieur Gilles JUVING de m'avoir permis d'effectuer mon année d'apprentissage au sein de la division imagerie médicale. Je suis très reconnaissante des connaissances, du savoir-faire qui m'a été enseigné, ainsi que de l'accueil qui m'a été réservé.

J'adresse ensuite mes remerciements, à Madame Hélène Gorge, en tant que directrice de mémoire mais aussi tutrice pédagogique, pour ses conseils, sa patience et sa disponibilité dans la réalisation de ce projet.

Je remercie également la Faculté d'Ingénierie et de Management de la santé, ILIS, pour toutes les opportunités d'expériences professionnelles, les enseignements ainsi que l'accompagnement dont j'ai pu bénéficier durant ces 5 années.

J'exprime également ma reconnaissance envers l'ensemble des professionnels que j'ai pu interroger afin de réaliser à bien ce mémoire. Merci pour votre écoute, votre patience et votre disponibilité.

Enfin, je remercie Monsieur Julien BLONDEAU pour son écoute et sa disponibilité à ma soutenance.

*Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Sommaire

Partie 1 : Revue de littérature .....	5
Partie 2 : Méthodologie de l'étude de terrain .....	34
Partie 3 : Résultats des entretiens .....	41
Partie 4 : Préconisations et recommandations.....	53
Annexe.....	I

## Introduction

**« A computer would deserve to be called intelligent if it could deceive a human into believing that it was human »**, Alain Turing

Bien que la notion d'intelligence soit beaucoup discutée actuellement, elle n'en est pas moins si récente. Cette notion « d'intelligence » dans les machines a pu être intégrée grâce au développement des technologies informatiques et robotiques.

Apparue dans les années 1950 par Alan Turing, elle s'est résumée à mimer le fonctionnement du cerveau humain, de sa logique lorsqu'il s'agit de prendre des décisions. Il s'agit, en effet, d'imiter les capacités cognitives humaines (raisonner, apprendre, planifier, comprendre, etc.). **[1]**

Depuis, l'intelligence artificielle est marquée par une accélération de sa croissance. Nous la retrouvons dans de nombreuses applications (téléphones, objets connectés etc.) et évidemment dans le secteur de la santé, représentant un des enjeux majeurs en termes d'innovations technologiques. C'est le cas notamment de l'imagerie médicale, division dans laquelle j'évolue. C'est la raison pour laquelle j'ai souhaité, par le biais de ce mémoire, approfondir ce sujet afin d'une part, de mieux le comprendre mais aussi de mieux appréhender le marché et son évolution.

Depuis la découverte des rayons X en 1895, la radiologie connaît un développement rapide et continu. Accentuée par différentes révolutions technologiques (échographie, scanner, IRM<sup>1</sup>, PACS<sup>2</sup>, télé radiologie, etc.), elle est aujourd'hui marquée par l'arrivée de l'Intelligence Artificielle (IA) **[2]**. Elle est présente tout au long du workflow<sup>3</sup> d'imagerie médicale à toutes les étapes, depuis la création de données jusqu'à leurs traitements. Cela implique des modifications des pratiques de travail quotidiennes, de l'organisation générale des sites mais soulève aussi des questions de responsabilités respectives des différents acteurs.

---

<sup>1</sup> IRM : Imagerie par résonance magnétique

<sup>2</sup> PACS : Picture Archiving and Communicating System (Archivage et transmission d'images médicales)

<sup>3</sup> Workflow : processus

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

On part aujourd'hui d'un constat. La majorité des secteurs d'activité (transport, militaire, médical, bancaire etc.) impactée par la révolution numérique et technologique, permet à ce jour, l'exploitation de l'intelligence artificielle. Cette dernière touche un large panel puisqu'elle est également présente dans notre vie personnelle, quotidienne.

Dans ce contexte, les enjeux des industriels sont considérables. La concurrence pousse les entreprises à de nouveaux investissements mais aussi de nouvelles stratégies, méthodes de travail dans un seul but, rester compétitif sur le marché. Il s'agit de satisfaire les nouveaux besoins des clients, être de plus en plus performant malgré des contraintes budgétaires ou encore réglementaires. **Dans cet environnement, comment les entreprises du secteur de la santé s'adaptent-elles à l'arrivée de l'intelligence artificielle sur le marché ?**

Afin de traiter le sujet et de répondre aux questionnements émis, j'ai mené des entretiens semi-directifs avec différents acteurs de l'industrie d'équipements médicaux.

Il s'agit de comprendre quelles sont les stratégies mises en place, les clés permettant de pénétrer le marché de l'intelligence artificielle afin d'en ressortir des recommandations pour des entreprises qui intègrent ou qui ont pour objectif d'intégrer ces nouvelles technologies dans leurs business.

Dans un premier temps, un zoom sera fait sur les définitions qui gravitent autour de l'intelligence artificielle ainsi que son fonctionnement afin de mieux comprendre ces nouvelles notions émergeant de l'actualité. Une réflexion sera portée sur les réussites et limites de ces nouvelles technologies avant de faire un focus de l'intelligence artificielle en imagerie médicale. Cette partie sera suivie de la méthodologie de l'enquête de terrain réalisée et de son analyse. Je conclurai ce mémoire par des recommandations pour les industriels d'équipements médicaux intégrant ou ayant pour objectif d'intégrer l'IA dans leurs futurs projets.

# Partie 1 : Revue de littérature

La partie « revue de littérature » permet d'apporter des connaissances, de faire l'état de l'art d'un domaine spécifique. Elle sera, dans cette étude, consacrée à la recherche d'éléments sur le concept de l'intelligence artificielle de manière générale, son fonctionnement et ses applications. Puis un focus sera réalisé sur l'intelligence artificielle appliquée en imagerie médicale, secteur d'activité dans lequel les enjeux sont considérables pour la prise en charge des patients. Les informations recueillies dans la littérature permettront d'établir des comparaisons avec les analyses des entretiens semi-directifs réalisés en Partie 3 par les acteurs de l'industrie médicale.

## I. L'intelligence artificielle : un marché en pleine croissance

La révolution numérique et technologique permet la pleine émergence de l'intelligence artificielle sur le marché. Cette partie sera consacrée à comprendre les différentes définitions, appellations consacrées à cette intelligence. Elle permettra d'appréhender son fonctionnement et ses applications dans différents domaines. Bien qu'elle présente de réelles opportunités pour divers secteurs d'activités, il faut garder à l'esprit qu'elle présente aussi ses limites. Elles sont à considérer en amont afin d'appréhender au mieux les changements que cela implique.

### A. Une multitude de définitions

#### a. Comment définir l'Intelligence Artificielle ?

Avant de déterminer ce qu'est l'Intelligence Artificielle (IA) ou encore de l'expliquer, il faut comprendre qu'il ne s'agit pas d'un phénomène nouveau. En effet, il faut remonter aux années 1950 pour en comprendre son origine par le biais de l'un des plus grands penseurs de l'Intelligence Artificielle, Alain Turing. [3]

On peut souligner l'un de ses plus fameux articles, « **Computing Machinery and Intelligence** » dans lequel il s'intéresse non pas à la capacité des machines à penser, problématique pour laquelle il n'y trouve pas d'intérêt mais plutôt à la place de l'ordinateur digital dans le jeu de l'imitation humaine. [3]

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Il introduit également dans cet ouvrage un concept qui portera par la suite son nom, le « Test de Turing ». Ce dernier consiste à mettre en situation une conversation entre un homme avec un autre homme et/ou une machine. Si l'homme interrogé n'est pas en mesure de définir s'il parle avec un homme ou une machine alors il est estimé que la machine a réussi le test avec succès [3].

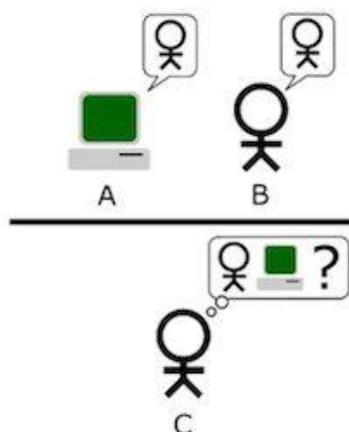


Figure 1 : Représentation schématique du test de Turing

Source: STROMBER J, Juin 2012, *Are you chatting with a human or a computer?* [4]

Des études menées par l'IFRI<sup>4</sup> sur le sujet suivant « Intelligence Artificielle : vers une nouvelle révolution militaire ? » [5] nous amène à comprendre l'évolution de l'IA ainsi que les différentes définitions ayant émergé autour de ce concept.

Le terme « Intelligence Artificielle » émergera la première fois en 1956 par l'un des organisateurs, John McCarthy lors d'un séminaire consacré à ce thème au Dartmouth College dans le New Hampshire.

Ce dernier précise que « l'enjeu est d'élaborer une machine qui se comporte d'une manière qu'on qualifierait d'intelligente si un être humain se comportait de la sorte ». [5]

<sup>4</sup> IFRI : Institut Français des Relations Internationales

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Après plusieurs années de recherches et de résultats promettants (premier chatbot<sup>5</sup> « ELIZA »), l'IA connaît plusieurs épisodes d'hiver<sup>6</sup> en 1970 puis en 1980. La discipline connaît un ralentissement de l'intérêt général et ne constitue plus une priorité pour les dépenses publiques. Cette décélération est due, entre autres, à un manque de performance des systèmes informatiques. [5]

C'est finalement dans la première décennie du XXI<sup>ème</sup> siècle que les progrès connaissent un nouvel essor. Cela est rendu possible grâce à 3 facteurs qui sont : une quantité importante de données (le fameux « big data »), une puissance informatique pour exploiter ces données et des algorithmes performants capables d'apprentissage. [5]

Encore aujourd'hui, la définition de l'Intelligence Artificielle fait débat. Cependant, deux idées principales ressortent. La première indique que l'IA est un programme informatique complexe et la seconde, que le but est de mimer des capacités cognitives similaires à celles d'un cerveau humain (raisonnement, apprentissage etc.) [5].

Selon Luc Julia, co-fondateur de Siri et vice-président de l'innovation chez Samsung, il est difficile de définir ce qu'est l'intelligence artificielle alors que l'intelligence humaine reste, elle-même, difficile à caractériser. [6]

Plusieurs définitions coexistent et se complètent. C'est notamment le cas de 3 grands acteurs influents.

Libération et France Inter ont notamment coéditer un hors-série sur le thème de l'IA dans lequel on retrouve une définition de Yann LeCun, chercheur en informatique français et directeur des études chez Facebook qui estime que l'IA doit « faire faire aux machines des activités qu'on attribue généralement aux animaux et aux humains ». [7]

Cette définition est complétée par le rapport Villani par Cédric Villani, député du gouvernement actuel et récompensé par la médaille Fields (haute distinction mondiale en mathématiques) en 2010.

---

<sup>5</sup> Chatbot : Logiciel programmé pour simuler une conversation naturelle

<sup>6</sup> Episodes d'hiver : Ralentissement de la recherche en IA dont des suspensions budgétaires

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Selon lui, l'IA est une quête, « un programme fondé autour d'un objectif ambitieux : comprendre comment fonctionne la cognition humaine et la reproduire ; créer des processus cognitifs comparables à ceux de l'être humain. » **[8]**

En automne 2017, Mary L. Cummings, ancienne pilote de chasse de l'US Navy et actuellement directrice de Humans and Autonomy Laboratory à Duke University, nous apporte une définition plus précise et définit l'IA dans un rapport du Chatham House<sup>7</sup> dans lequel elle a contribué. Elle détermine l'IA comme « la capacité d'un système informatique à accomplir des tâches qui nécessitent normalement de l'intelligence humaine, telle que la perception visuelle, la reconnaissance des paroles et la prise de décision » **[9]**.

Ces trois « personnalités » ont donc essayé de définir, selon leurs convictions, ce qu'est l'Intelligence Artificielle. Cependant, cette appellation fait débat. D'autres acteurs sont convaincus qu'elle n'existe pas et parlent alors d'Intelligence Augmentée, notion développée dans le chapitre suivant.

### b. Comment définir l'Intelligence Augmentée ?

Afin de définir ce qu'est l'Intelligence Augmentée, nous pouvons nous appuyer sur le livre de Luc Julia, cocréateur de Siri et vice-président de l'innovation chez Samsung.

Le titre choc de son livre intitulé « L'intelligence artificielle n'existe pas » marque réellement le contraste entre les opinions de chacun à ce sujet.

En effet, il revendique la notion d'intelligence artificielle puisqu'il insiste sur le fait que l'intelligence est déjà compliquée à comprendre. Ainsi, amener le concept d'artificiel sur quelque chose qui est difficilement caractérisable ne peut exister. **[6]**

Luc Julia parle alors d'Intelligence Augmentée car il s'agit d'augmenter notre propre intelligence grâce à un ensemble de systèmes mis à notre disposition. Il souhaite véhiculer un message fort, à savoir que les systèmes sont au service de l'homme mais que la réciproque n'est pas réalisable. **[6]**

---

<sup>7</sup> Chatham House : Royal Institute of International Affairs, équivalent britannique du Conseil des Relations Etrangères

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

On parle alors de « machine Learning », de « deep Learning », procédés permettant l'apprentissage d'une quantité importante de données dans le but de les reconnaître ensuite. Nous sommes dans la reconnaissance et non dans la connaissance [10]. Ces procédés seront détaillés dans le chapitre suivant.

Il évoque dans son livre P.266 que « l'intelligence augmentée va nous apporter du bien-être et du confort aussi bien matériel que spirituel ». [11]

Il tente d'éduquer le public en affirmant que : « Chacun de nous doit comprendre que l'intelligence augmentée améliore simplement les produits et les services mais ne remplace en aucun cas les humains qui les utilisent », P273. [11]

### B. Le fonctionnement de l'Intelligence Artificielle

Selon Alexia Audevard, présidente du meetup Toulouse Data Science et Co-organisatrice du Devfest<sup>8</sup> Toulouse [12], l'Intelligence Artificielle repose sur un ensemble de données (ou « datas ») constituant de véritables valeurs d'entrée.

Il s'agit, d'après Alexia Audevard, « d'un ensemble de faits qui permettent d'arriver à une conclusion ». On en distingue 3 types : les données structurées, données tabulaires que nous utilisons au quotidien ; les données semi-structurées, fichiers nécessitant une clé pour les décrypter et enfin les données non structurées (images, photos, films, texte etc) qui étaient, jusqu'à ce jour, peu accessibles au public. [12]

Aujourd'hui, notre société connaît une explosion de données via Internet qu'il est possible de traiter grâce aux capacités de calculs importantes ainsi qu'à l'ensemble des techniques utilisées. Alexia Audevard, nous présente dans la conférence [12] menée au Salon du Data, une approche du Machine Learning.

---

<sup>8</sup> Devfest : Conférence technique destinée aux développeurs.

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### a. Machine Learning (Apprentissage automatique ou supervisé)

On dénombre 7 grandes sous-parties gravitant autour de l'Intelligence Artificielle. Parmi celles-ci, on choisira d'étudier le Machine Learning et le Deep Learning, tous deux utilisés dans les applications les plus médiatisées.

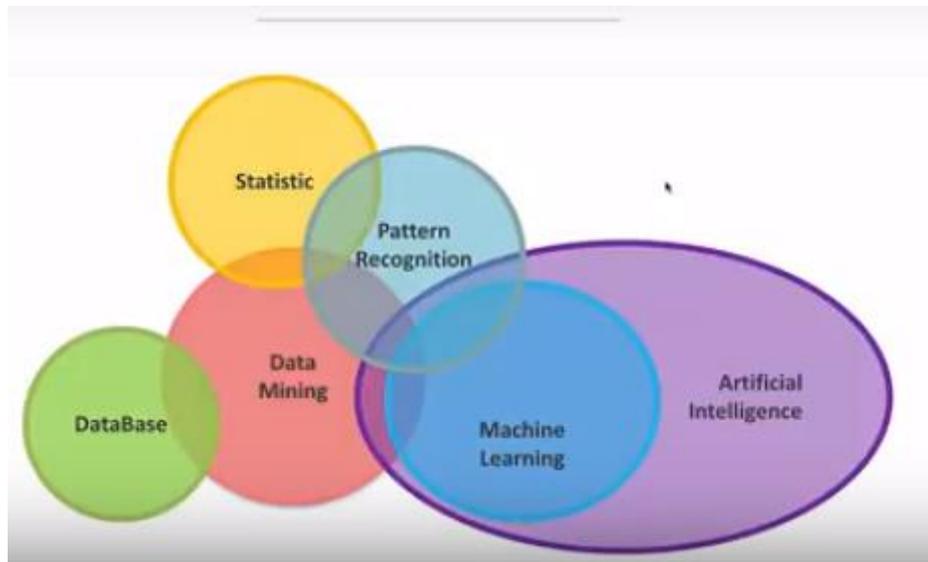


Figure 2 : Schéma représentant les 7 grandes sous-parties autour de l'intelligence artificielle

Source : AUDEVARD A., Septembre 2017, *Le machine learning de A à Z* [12]

- **Les statistiques** : Ce sous-ensemble mathématique permet d'analyser des observations.
- **Data base** : Une base de données est indispensable pour alimenter les algorithmes.
- **Pattern Recognition** : On peut extraire des patterns (autrement dit des motifs) afin de définir des corrélations entre plusieurs variables
- **Data Mining** : Les méthodes de Data Mining sont utilisées pour accéder à un grand ensemble de données ainsi qu'à reconnaître des corrélations entre variables
- **Machine Learning** :  
Le principe de cette technique utilisée consiste à entraîner une machine à reconnaître certaines caractéristiques d'un objet. [12]

Nous complétons cette approche par une explication provenant de Jean-Christophe Noel, ancien officier de l'armée de l'Air et actuellement chercheur à l'Institut Français des Relations Internationales (IFRI). [5]

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

En effet, des millions d'images encodées sont proposées au logiciel, en leurs précisant le résultat final : l'image exposée présente l'objet souhaité ou non.

Ces images sont traduites par le logiciel en une série de nombres indiquant la présence ou non d'un motif caractéristique de l'image. Le résultat final est alors permis par une pondération de nombres.

2 résultats sont alors possibles :

- **Si le quotient obtenu est supérieur au seuil souhaité** alors l'image est correctement identifiée par le logiciel ;
- **Si le quotient obtenu est inférieur au seuil souhaité**, le logiciel ajuste l'image jusqu'à ce qu'elle soit correctement identifiée.

L'avantage de cette technique est que la marge d'erreurs diminue avec l'expérience et permet ainsi l'analyse d'un domaine vastes d'images. Ces techniques ont également l'atout d'apprendre sans avoir été programmées de manière explicite.

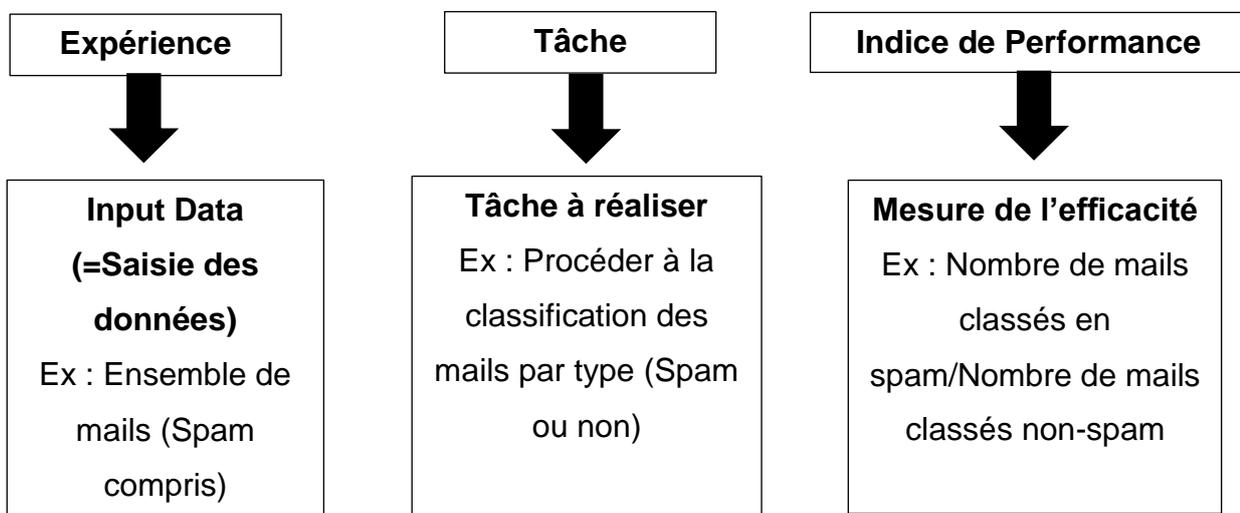


Figure 3 : Schéma récapitulatif du Machine Learning.

Les applications du Machine Learning sont multiples. Cette technique est utilisée lorsque l'expertise humaine n'existe pas ; ou quand celle-ci existe mais qu'elle est difficilement explicable.

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Le Machine Learning est également employé lorsque les solutions changent régulièrement au cours du temps (données en quantité importante et en constante évolution) et/ou dans des cas particuliers nécessitant une technique adaptée (Cas de l'empreinte biométrique) [5]

### b. Deep Learning (Apprentissage profond)

Selon Actulia [13], portail francophone indépendant consacré à l'intelligence artificielle et à la data science, le concept de Deep Learning est récent. En effet, il est rendu possible depuis l'amélioration de nos capacités de calcul et de nos systèmes informatiques.

Dérivé du Machine Learning, il peut être comparé à un réseau de neurones artificiels. Autrement dit, on retrouve de nombreuses couches de neurones entre la couche d'entrée, point de départ des données à traiter et la couche de sortie, délivrant le résultat du calcul. La pluralité des couches favorise la qualité des résultats. En effet, les couches ont pour rôle d'interpréter les informations des couches précédentes. Le réseau « Deep Learning » est une évolution d'un réseau de neurones simples comme montré dans le schéma ci-dessous :

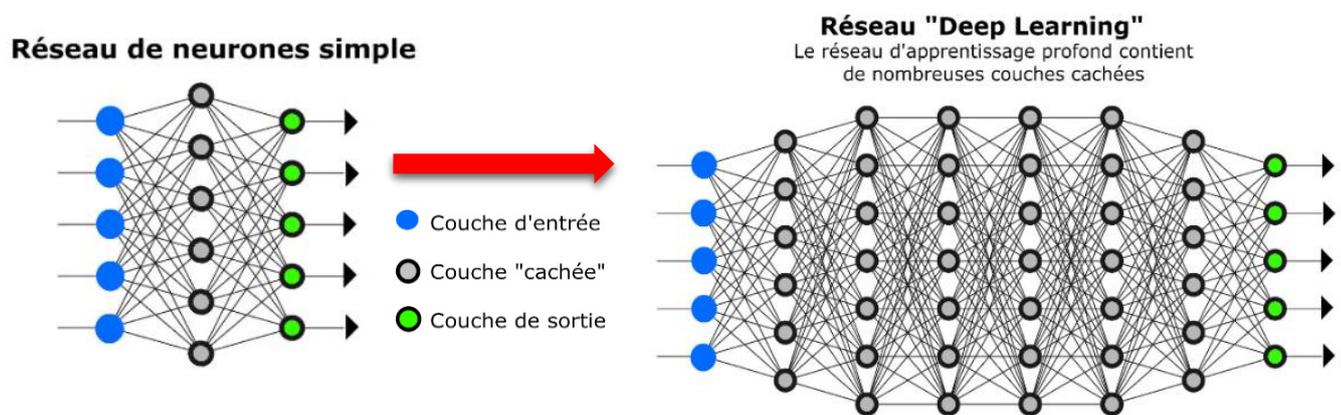


Figure 4 : Schéma représentant le réseau d'apprentissage profond, « Deep Learning »

Source : NACHEZ S., Février 2018, Qu'est-ce que le Deep Learning ? [13]

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

A chaque étape, les erreurs sont identifiées et renvoyées vers les couches inférieures de manière à ajuster le modèle. Le système procède à une mise à jour des informations, ce qui permet au système d'appliquer ce modèle pour des cas qu'il n'aurait encore jamais vu auparavant. Il repose sur les expériences vécues ainsi que sur les données initiales.

Ce processus d'auto-apprentissage permet à la machine d'apprendre par elle-même sans avoir reçu de programmation au préalable. Sa performance a su séduire de grands acteurs du domaine tels que Google, Apple ou encore Facebook **[13]**.

### C. Exemples de domaines d'application

L'intelligence artificielle est une technologie utilisée dans des secteurs d'activité très variés (Transport, banque, santé, armée etc.) avec un but commun : faire faire aux machines les tâches qu'accomplit un homme en utilisant son intelligence.

Il serait intéressant d'illustrer cette partie en prenant le cas de deux domaines d'application où l'Intelligence Artificielle ne fait pas l'unanimité.

#### a. Exemple des voitures autonomes

D'après le CEA<sup>9</sup> **[14]**, une « voiture autonome désigne une voiture dont la conduite est partiellement ou totalement automatisée ». L'industrie automobile ainsi que les organismes de recherche travaillent de manière collaborative depuis une vingtaine d'années vers l'automatisation entière de ces voitures, ne nécessitant plus d'intervention humaine.

L'OICA<sup>10</sup> définit une classification des 5 différents niveaux d'autonomies d'un véhicule que l'on peut retrouver détaillés sur le schéma ci-dessous :

---

<sup>9</sup> CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

<sup>10</sup> OICA International Organization of Motor Vehicle Manufacturers : Organisation internationale des constructeurs automobiles

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?



Figure 5 : Les cinq niveaux d'autonomie de la voiture selon l'OICA

Source : Les cinq niveaux d'autonomie de la voiture, <https://fr.scribd.com/document/365301484/Voitures-Autonomes> [15]

Ces véhicules autonomes sont dotés d'une multitude de technologies dont divers capteurs et logiciels agissant de manière coopérative grâce à l'Intelligence Artificielle. Ces techniques permettent au véhicule de recueillir l'ensemble des informations liées à l'environnement de la voiture afin de pouvoir ensuite les fusionner et les analyser. Cette étape mène ensuite à la prise de décision et à la mise en œuvre de l'action choisie. [14]

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

La première étape, **appelée perception des informations**, est en effet permise grâce à la multitude de capteurs dont dispose la voiture (caméras, radars, lasers etc). Ces derniers captent toutes les informations extérieures utiles à la conduite (panneaux de signalisation, trafic routier etc). La sécurité étant un point primordial, on retrouve alors une redondance des capteurs qui permet d'éviter toute faille. Les différents types de capteurs, permettent quant à eux, d'assurer une complémentarité des informations. **[14]**

C'est ensuite le cerveau de la voiture, le logiciel informatique qui assure le relais dans **la fusion et l'analyse des informations recueillies**. Il a reçu une phase d'apprentissage dans laquelle il a appris à mémoriser différents scénarios, à analyser précisément l'environnement extérieur de manière à apporter une réponse adaptée à chaque situation. Toutes les données sont analysées, travaillées afin de leur donner un sens en temps réel. C'est ainsi en fonction des résultats de ces analyses que le véhicule a la capacité de **prendre une décision**. Cette étape se poursuit par une **action qui active ou désactive des commandes** du véhicule en fonction de la prise de décision (freiner, stopper etc.) **[14]**.

# Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

## a1. Enjeux et défis de la voiture autonome

Les voitures autonomes de niveaux 4 et 5 comme détaillés ci-dessus, sont actuellement au stade de modèle. Leur commercialisation est prévue pour 2020-2025 [14]. Cependant, l'étape de mise sur le marché implique des limites technologiques et législatives selon le CEA :

	Miniaturisation et logiciels embarqués	Cybersécurité et big data	Infrastructures routières	Enjeu sociétal
Défi technologique	<p>Les unités informatiques sur lesquelles fonctionne l'IA sont trop volumineuses, ce qui représente une véritable contrainte par rapport aux caractéristiques physiques du véhicule.</p> <p>Comment optimiser la taille de ces unités ? Comment adapter les structures de l'IA aux caractéristiques physiques d'un véhicule ?</p>	<p>Des risques de perte de contrôle des véhicules autonomes par un tiers malveillant sont à prendre en compte en vue du volume important de données mobilisé par l'IA.</p> <p>Problème de protection des données : qui en est propriétaire ? Peuvent-elles être utilisées dans un autre cadre et comment ? Ces questions sont toujours en étude.</p>	<p>L'émergence des véhicules autonomes implique une modification des infrastructures routières et autoroutières.</p> <p>Qu'est-ce que le projet implique en termes de coût ? de temps ? Rentabilité ?</p>	<p>L'émergence de l'IA dans le marché de l'automobile implique des questions de sécurité. Le défi technologique est ici de gagner la confiance des consommateurs.</p>
Pistes de progrès	<p>Une éventuelle solution serait d'optimiser l'espace du logiciel informatique en minimisant les composants des algorithmes sans engendrer leurs performances.</p>	<p>La mise en place d'un système de cybersécurité performant (système d'anti-virus/Système de contrôle du logiciel avec mises à jour régulières) pourrait réduire le risque de perte de contrôle des véhicules.</p> <p>Plusieurs choix sont possibles vis à vis de la propriété des données :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le conducteur est propriétaire de ses données.</li> <li>• Le constructeur du logiciel est propriétaire des données.</li> </ul> <p>Dans un souci d'amélioration, les données du conducteur peuvent également être transmises au constructeur.</p>	<p>Il serait intéressant avant de procéder aux travaux d'effectuer des phases de test sur des circuits et/ou parcours grandeur nature en envisageant de multiplier les scénarios possibles.</p>	<p>L'idée serait de faire expérimenter la voiture autonome auprès de différents types de consommateurs afin d'instaurer une relation de confiance entre l'homme et la voiture.</p> <p>L'objectif est de démontrer et garantir la sécurité de ces nouvelles voitures en testant la robustesse des technologies utilisées.</p>

Figure 6 : Tableau présentant les défis technologiques des véhicules autonomes ainsi que les pistes de progrès

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### Cadre juridique et responsabilité

<b>Défi législatif</b>	La Convention de Vienne a fait l'objet d'une révision en 2016 afin d'autoriser sur les routes « les systèmes de conduite automatisée, à condition qu'ils soient conformes aux règlements des Nations Unies (ONU) sur les véhicules, ou qu'ils puissent être contrôlés voir désactivés par le conducteur »  L'ordonnance du 3 août 2016 prévoit l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques.
<b>Pistes de progrès</b>	La législation doit encore évoluer pour permettre l'autorisation sur les routes des véhicules entièrement autonomes mais aussi afin de prévoir la responsabilité de chacun en cas d'accidents.

Figure 7 : Tableau présentant les défis législatifs liés à la mise sur le marché des véhicules autonomes

#### b. Exemple du robot humanoïde, « Sophia »

En effet, prenons le cas de l'un des plus médiatiques robots humanisés, Sophia.

Jean-Gabriel GANASCIA, Professeur à l'université Pierre Marie Curie et Président du comité d'éthique du CNRS<sup>11</sup>, nous livre son avis lors d'une conférence intitulée « De l'intelligence artificielle à la singularité technologique » [16]. Il s'exprime alors sur le sujet en explicitant qu'il s'agit d'une escroquerie et qu'aucune technique d'IA n'est intégrée dans ce robot

Développée par la société Hanson Robotics de Hong Kong, ce robot a été conçu pour apprendre à imiter, mimer le comportement humain. Sophia est capable de répondre aux questions qui lui sont posées et a été ainsi reçue à différentes entrevues de renommée. Selon son créateur, Sophia utilise l'intelligence artificielle, le traitement de données visuelles, la reconnaissance faciale et vocale. [16]

En réalité, le robot n'a pas la capacité d'établir de conversations avec un humain. Il s'agit simplement d'un chatbot, c'est-à-dire qu'elle réagit par mots-clés et prononce, en réponse, des formules toutes faites. Le logiciel est configuré afin de donner l'illusion que Sophia est capable de comprendre une conversation et d'apporter des réponses spontanées à plusieurs questions. L'illusion est d'autant plus marquée par sa vraisemblance avec Audrey Hepburn et son comportement réaliste.[16]

<sup>11</sup> CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

En octobre 2017, Sophia obtient la citoyenneté saoudienne. Jean-Gabriel GANASCIA redéfinit la notion de citoyenneté en expliquant que celle-ci implique, en France, qu'un être humain émette des vœux, émette une volonté et soit capable d'émotions.

Or, les éléments doivent être remis dans leurs contextes puisque l'Arabie saoudite est dirigée sous une monarchie absolue dans laquelle chaque citoyen a pour devoir de faire acte d'allégeance à son souverain. **[16]**

On peut ainsi en conclure que cet exemple concret est issu d'une tentative de tromperie envers le public et qui a pour but ici, de créer des attentes irréalistes sur les avancées technologiques de l'intelligence artificielle puisque dans ce cas précis, aucune technologie sophistiquée n'est employée.

### *b1. Les conséquences sur notre société*

A l'occasion de la publication de son livre « Les 3 lois de la robotique – Faut-il avoir peur des robots ? », Jean-Claude HEUDIN, Directeur de l'institut de l'internet et du multimédia s'exprime dans le média « L'usine Digitale » **[17]** sur les polémiques fondées autour de l'IA. Parmi ces polémiques, ressurgissent deux types de conséquences sur notre société ; la première porte sur la peur attisée notamment par des personnalités. La seconde, plus réaliste, aborde les menaces régnant sur les emplois.

Dans le premier cas, certaines angoisses apparaissent chez l'Homme de peur, de voir un jour, les robots ou les machines supplanter l'Homme voir même de le faire disparaître. On peut étayer ces ressentis par de nombreux propos véhiculés par des personnalités importantes du monde scientifique, notamment de Stephen Hawking (sommité du monde scientifique), l'entrepreneur Elon Musk (co-fondateur des sociétés Paypal, Space X, Tesla Motors et Solarcity) ou encore de Bill Gates (Microsoft). **[17]**

Selon eux, l'idée est simple : l'accroissement exponentiel des capacités de l'IA engendre sa capacité à apprendre par elle-même, cela grâce à l'évolution constante des systèmes informatiques (rapidité des calculs). Pourtant, ces personnalités ne sont en aucun cas spécialisées dans ces domaines de l'IA et de la robotique.**[17]**

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

En effet, les spécialistes reconnus dans ces domaines d'activité que sont l'IA ou l'informatique ne se reconnaissent pas du tout dans ces propos. On peut notamment relever les propos du roboticien Rodney Brooks du Massachusetts, Institute of Technology pointant une méconnaissance de la réalité des travaux de recherche « Je pense que l'inquiétude provient d'une erreur fondamentale ne distinguant pas la différence entre les récents et très réels progrès dans un domaine particulier de l'IA, et l'énormité de la complexité que nécessiterait l'élaboration d'une intelligence artificielle volontaire et sensible ». [17]

Cette peur est aussi accentuée par notre quotidien relaté dans différents films de science-fiction où dans la plupart des cas, les robots supplanteraient l'humain (Terminator, Matrix, I-robot etc.). Ces derniers véhiculent une peur grandissante pour les consommateurs que nous sommes en sachant qu'un avènement de notre ère contrôlée par les robots est improbable. Cette improbabilité peut s'expliquer par la complexité de l'intelligence humaine, issue de plusieurs millions d'années d'évolution. [17]

Comparativement au modèle humain, les différents programmes et systèmes architecturaux informatiques sont bien au deçà des capacités humaines actuelles. D'autant plus qu'en vue du matériel que nous avons à disposition, une conscience artificielle est impossible.

Cependant, il ne faut pas minimiser des sujets davantage prioritaires liés à cette robotique. C'est ici qu'intervient alors la deuxième conséquence ; à savoir celle des menaces que la robotique peut engendrer sur nos emplois. Cette dernière entraînerait moins de créations d'emplois qu'elle en détruirait. De nombreuses personnes s'insurgent sachant que des données indiqueraient qu'en 2025, plus de 3 millions de personnes seraient au chômage en France dans divers secteurs dû à la robotisation. La création d'emplois, elle, se limiterait à 500 000. [17]

Cela apparaît comme un résultat catastrophique qui toucherait à la fois les salariés mais aussi les cadres, dont les tâches quotidiennes seraient effectuées par des ordinateurs et robots. [17]

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### D. Les limites de l'Intelligence Artificielle

L'Intelligence Artificielle est une réelle opportunité pour divers secteurs d'activités. En France, elle représente aujourd'hui [18] :

- 40 M d'€ de financement public pour la recherche
- 5300 chercheurs
- Plus de 270 start-ups spécialisées

Selon une étude de Pwc [18], l'Intelligence Artificielle va nettement contribuer à la croissance de l'économie mondiale et faire grimper de 14% le PIB<sup>12</sup> mondial d'ici 2030, ce qui représente près de 15 milliards de dollars. Une augmentation de 55% de productivité du travail dans les gains du PIB est prévue grâce à l'IA entre 2017 et 2030.

Comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous, l'intelligence artificielle va générer des milliards d'euros dans le monde entier :

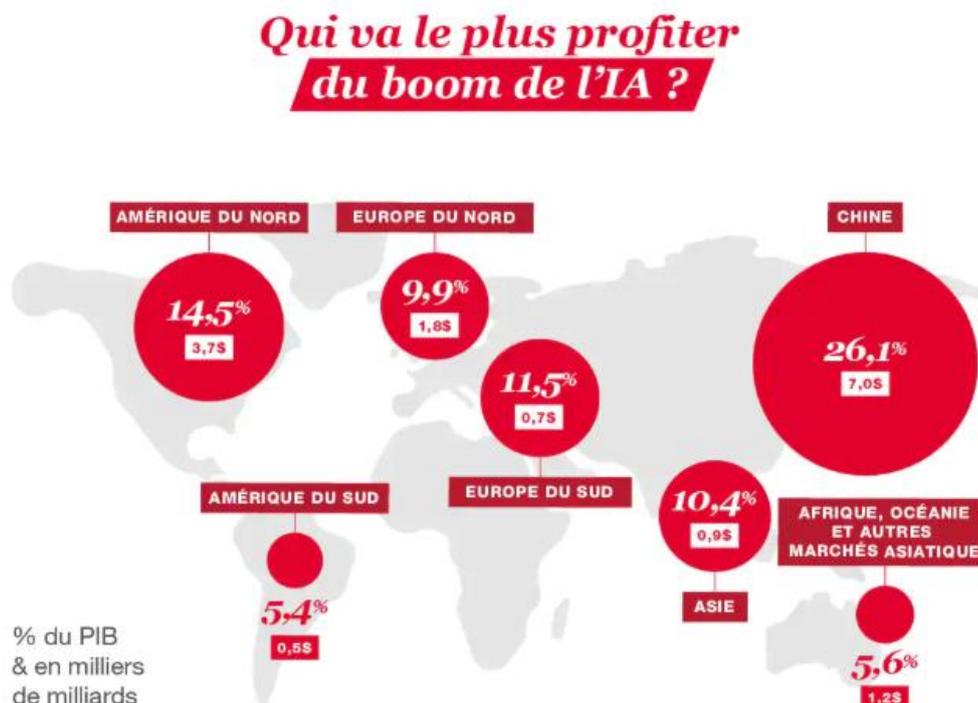


Figure 8 : Schéma représentant les milliards d'euros générés par l'IA par secteur géographique

Source : Pwc France, l'IA : un outil au service des hommes et des entreprises [18]

<sup>12</sup> PIB : Produit Intérieur Brut. Il s'agit d'un indicateur économique de la richesse produite par un pays à une période donnée.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Il faut bien garder à l'esprit qu'elle présente aussi des risques pour notre société qui connaît des changements dans ses pratiques quotidiennes. Il est donc indispensable de connaître l'ensemble des problématiques auxquelles fait face l'Intelligence Artificielle afin d'en tirer au mieux profit.

Dans une interview menée par Adrien de Tricornot, Jacques PRINTZ, créateur du Centre de Maîtrise des Systèmes et du Logiciel (CMSL) au CNAM<sup>13</sup> et Consultant auprès du Ministère de la Défense [19] s'exprime pour parler de l'intelligence artificielle et de ses limites :

- **Limites économiques** : Le coût de la main d'œuvre consacré à la recherche est très important pour le développement d'une IA efficace. En effet, on retrouve dans tout travail de recherche, une incertitude dans le résultat, davantage ressenti dans l'IA puisque c'est un domaine très vaste, encore assez méconnu des hommes et qui pose par conséquent, beaucoup de questions. La difficulté est alors de réussir à intéresser les investisseurs.

La maintenance ainsi que les mises à jour régulières des logiciels sont également à prendre en compte. La sauvegarde des données n'est également pas à négliger car la récupération de celles-ci est fastidieuse et entraîne des coûts considérables.

- **Limites humaines** : Les besoins en main d'œuvre pour développer des lignes de code sont extrêmement importants. Dans le cas du robot américain COZMO, il nécessite 1 600 000 lignes de code. Un programme de cette taille se fait avec plus de 100 programmeurs qui vont collaborer pendant 3 ou 4 ans. Ce qui représente un travail considérable en termes notamment de management. Les équipes sont amenées à communiquer, à échanger, à travailler en équipe. De plus, selon des observations statistiques, il a été démontré que l'humain commet 5 à 10 erreurs par heure dans son travail quotidien, ce qui représente un reliquat d'erreurs considérables qu'il faut parvenir à compenser.

---

<sup>13</sup> CNAM : Centre National des Arts et Métiers

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

En parallèle avec les limites économiques, une ligne de code coûte 1 à 2h de travail selon la qualité du code sachant qu'en France, on travaille 1735 heures par an.

Le coût du travail en France est légèrement inférieur à 34€/h.

Ainsi, après calcul, on en déduit que 1 600 000 lignes de code coûtent entre **54 500 000€ et 108 800 000€**.

- **Limites techniques** : Bien que l'IA soit déjà très efficace et performante, elle n'égale pas pour autant le cerveau. Le nombre d'opérations effectuées par un cerveau est largement supérieur à celui d'un microprocesseur. A titre indicatif, le cerveau est 40 millions de fois plus performant qu'un ordinateur. On rencontre aussi des limites matérielles (Ex : taille des transistors insuffisante).  
Il faut également garder à l'esprit que l'IA n'est pas infallible. On peut rappeler l'accident de la voiture autonome d'Uber sur une phase de test en Arizona ayant percuté une femme le 18 Mars 2018.
- **Limites émotionnelles** : Contrairement à toute machine telle qu'elle soit, un humain peut ressentir et reconnaître des émotions.
- **Limites cognitives** : On remarque un réel écart de fonctionnement entre le cerveau humain et un ordinateur. En effet, ce dernier fonctionne selon un système binaire (par des 0 ou 1) tandis que le cerveau utilise un réseau de neurones complexe et étendu, par conséquent difficile à reproduire.

De plus, à l'inverse de l'homme, les machines ne peuvent pas penser par elles-mêmes. Elles sont capables de résoudre un problème grâce à des bases initialement inculquées mais ne sont pas dotées de conscience.

- **Limites éthiques** : Parler d'éthique revient à parler de l'Homme dans l'unique but de garantir et protéger ses libertés individuelles. De nombreux débats existent sur les questions morales que posent l'Intelligence Artificielle et sur ce qui est acceptable ou non.

La CNIL a publié un rapport de synthèse du débat public **[20]** qu'elle a animé sur ce thème : Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle :

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Dans ce rapport, on s'intéresse ici aux 6 problématiques soulevées lors de ce débat :

### **1) *Autonomie humaine au défi de l'autonomie des machines***

Bien que les algorithmes soient déjà très efficaces et performants, ils ne sont pas infaillibles comme souvent jugés. L'homme étant soumis à commettre lui-même des erreurs, les questions qui se posent se tournent alors sur le sujet de la confiance et des responsabilités : L'homme ne porte-t-il pas une confiance excessive envers les machines ? N'est-il pas amené à déléguer toute responsabilité ?

### **2) *Biais, discrimination et exclusion***

L'algorithme, démunie de conscience, n'a pas la capacité de repérer et d'identifier les effets indésirables de la programmation (biais, discrimination, exclusion). Il n'a pas la possibilité de différencier le bien du mal. Comment appréhender ainsi cette problématique ?

### **3) *Fragmentation algorithmique : la personnalisation contre les logiques collectives***

Les algorithmes, au même titre que le Web, ont un véritable enjeu de personnalisation pour l'individu. Cependant, il faut rester vigilant à ce que ce profilage ne nuise pas au bien-être du collectif. Comment parvenir à ne pas nuire au collectif au détriment de la personnalisation ?

### **4) *Entre limitation des mégafichiers et développement de l'Intelligence Artificielle : un équilibre réinventé***

Pour fonctionner, un algorithme a besoin d'une quantité importante de données afin de réaliser au mieux son apprentissage. La question que l'on se pose est de savoir comment exploiter ces données tout en protégeant les libertés individuelles de chacun.

### **5) *Qualité, quantité, pertinence : l'enjeu des données fournies à l'IA***

Dans un souci d'efficacité des algorithmes, il est nécessaire de les alimenter avec nombre de données sélectionnées avec soin et pertinence en fonction des besoins et attentes escomptées afin de minimiser toute erreur. Comment et dans quel cadre alimenter au mieux un algorithme ?

### **6) L'identité humaine au défi de l'IA**

L'autonomie des machines étant de plus en plus grandissante et l'Homme ayant sa propre identité, est-il possible de parler d'éthique des algorithmes ?

**En conclusion de cette première sous partie**, nous avons constaté que plusieurs définitions de l'intelligence artificielle coexistent et se complètent. Au-delà d'intelligence artificielle, on parle aussi d'intelligence augmentée. Cette intelligence est permise aujourd'hui grâce à une révolution technologique (puissance des calculs, systèmes informatiques performants, algorithmes puissants). Le machine Learning et le deep Learning sont les deux techniques les plus utilisées. La première permet à la machine de reconnaître des objets à la suite d'un apprentissage. Elle a l'avantage d'être exploitée lorsque l'expertise humaine n'existe pas ou quand elle est difficilement explicable. La seconde est, quant à elle, permise par un réseau de neurones artificiels et a la capacité d'ajuster son modèle en fonction des expériences vécues.

L'intelligence artificielle s'applique à divers secteurs d'activité tels que dans le secteur du transport avec les voitures autonomes. Cependant, elle peut, selon les cas, créer des attentes irréalistes (Robot Sophia). Bien que cette dernière constitue de réelles opportunités, il faut garder à l'esprit qu'elle présente encore des limites (économiques, législatives etc.) afin d'appréhender au mieux son arrivée dans nos quotidiens. Il est alors intéressant d'aborder l'intelligence artificielle dans le secteur médical et plus précisément, en radiologie.

## **II. L'intelligence artificielle dans le monde de la radiologie**

L'intelligence artificielle est en plein essor et les recherches s'élargissent afin d'avoir accès à des systèmes de plus en plus performants. Un but précis : les appliquer à tout type de secteur d'activité. C'est le cas ici, des pratiques médicales, pour lesquelles une valeur ajoutée est attendue par le radiologue pour lui-même et pour son patient.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Cette partie abordera dans un premier temps les enjeux auxquels fait face l'imagerie médicale et comment calibrer les problématiques en intégrant l'intelligence artificielle. Ce point sera illustré par un focus sur OphtAI, produit sur lequel je travaille au sein de mon entreprise.

Un point sera effectué sur les questionnements qui règnent autour des risques liés à l'éthique des données de santé, suivis d'exemples d'actions mises en place afin d'appréhender au mieux les problématiques.

Enfin, une ouverture sera menée sur la perception de l'arrivée de l'intelligence artificielle par les futures générations de radiologues, directement concernées par ce sujet.

### A. L'intelligence artificielle et la radiologie : un duo à calibrer

Nesrine Benyahia, Présidente de DrData et Stéphane Boyer, Directeur Général d'Artérys nous éclairent sur les enjeux de l'IA en radiologie sur le site web d'information, Théma Radiologie [21].

Bien que la radiologie n'en soit pas à sa première innovation, l'arrivée de l'intelligence artificielle constitue un nouvel espoir face à une offre de radiologie devenue insuffisante. En effet, on parle de problèmes liés aux délais d'obtention de rendez-vous notamment en IRM, de pertinence de soins, de prévention.

L'imagerie médicale ne satisfait plus aujourd'hui les besoins des patients et constitue un réel problème en vue de sa transversalité en médecine.

Ces manques sont dus entre autres à des problèmes organisationnels sur les territoires mais aussi tarifaires. C'est la raison pour laquelle un engagement collectif dans le cadre de Masanté2022 annoncé par le Président de la République [21], a été mis en place afin de répondre aux différents défis du système de santé français.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

L'IA peut permettre d'apporter un réel soutien et une expertise aux radiologues. Les applications sont multiples : allègement de la charge de travail (automatisation de tâches répétitives), une meilleure prise en charge du patient, priorisation des cas les plus urgents, un diagnostic plus précis, une exploitation des données permettant de traiter les pathologies les plus rares.

L'imagerie médicale a pour ambition d'apporter une nouvelle médecine, dite la médecine des 3P :

- Préventive : Cela consiste à la mise en place de campagnes de sensibilisation, informations et conseils afin d'encourager le public à avoir une bonne hygiène de vie
- Personnalisée : Cela consiste à proposer le bon traitement au bon moment à un groupe de patients
- Prédictive : Cela consiste à prévoir l'apparition d'une maladie avant toute expression de symptômes [21]

### B. Exemple d'OphtAI

OphtAI, joint-venture de la société Evolucare dans laquelle j'évolue depuis plus d'un an, présente une plateforme Web intégrant l'intelligence artificielle pour le dépistage des maladies oculaires (rétinopathie diabétique, glaucome, dégénérescence maculaire liée à l'âge etc.).

Ce produit a été pensé et développé à la suite d'un constat ; En effet, on recense en France une pénurie du nombre d'ophtalmologues, ce qui implique des délais de rendez-vous considérables.

On constate également qu'il y a 3.7 millions de diabétiques en France, ce qui représente un véritable enjeu de santé publique. Cette maladie entraîne une grave complication qui touche 50 % des patients diabétiques de type 2 [22], appelée la rétinopathie diabétique (atteinte des yeux : œil et rétine).

Elle représente, d'ailleurs, la première cause de cécité chez les personnes de plus de 65 ans [22]. Par ailleurs, la problématique qui se pose est que la maladie peut se déclarer sans même qu'il n'y ait de signes d'alerte.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

La prévention est donc indispensable : contrôles réguliers effectués par un spécialistes et dépistages. C'est dans ce contexte que la plateforme intervient.

Selon l'OMS<sup>14</sup>, rien que pour la rétinopathie diabétique, il faudrait être en mesure d'analyser 2.3 millions d'images par jour pour assurer à chaque patient diabétique [23], un dépistage annuel. L'intelligence Artificielle est alors un atout incontournable pour relever ces défis.

Le produit OphtAI possède un double rôle ; en effet, il permet de soutenir l'activité de l'ophtalmologue (suivi du workflow) mais comprend aussi une plateforme de télé dépistage intégrant l'intelligence artificielle.

Les bénéfices sont alors multiples :

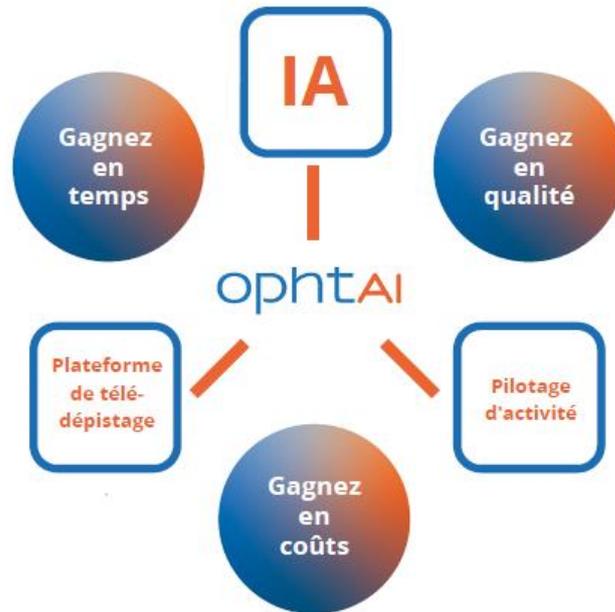
- **Aide au diagnostic** : Possibilité d'inclure dans l'affichage de l'image le retour du résultat de l'intelligence artificielle suivi d'une cartographie des lésions ainsi que la stratégie thérapeutique à suivre (référéable vers un ophtalmologue ou non) ;
- **Aide à l'organisation** : Possibilité de trier la liste de travail en fonction du retour de l'intelligence artificielle (priorité des dossiers par exemple en fonction de la gravité) ;
- **Aide à la saisie** : possibilité de préremplir par l'IA le formulaire diagnostique et d'éditer le compte-rendu modifiable par reconnaissance vocale.
- **Optimisation de l'activité** : L'organisation du travail collaboratif est optimisée entre les orthoptistes et les ophtalmologues. Le client gagne en temps, en qualité mais aussi en coût comme démontré ci-dessous : [22]

---

<sup>14</sup> OMS : Organisation Mondiale de la Santé

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Outil de pilotage  
d'activité : meilleure  
organisation  
Retour de l'IA  
inférieur à 3  
secondes



Sensibilité = 99 %  
Spécificité = 87 %  
Les performances de  
l'IA permettent aux  
médecins de consacrer  
plus de temps aux cas  
critiques et gagner ainsi  
en qualité de diagnostic.

Figure 9 : Schéma représentant les bénéfices de l'IA

Source : OPHTAI, 2019, Plateforme Web avec Intelligence Artificielle pour le dépistage des maladies oculaires [24]

Le gain de temps avec une qualité supérieure entraîne une réduction des coûts. De plus, cela permet une augmentation considérable de la patientèle.

### C. L'éthique en santé : risques et questionnement

Selon Jérôme BERANGER, chercheur (PhD) associé en éthique du numérique à l'unité Inserm de l'Université Paul Sabatier de Toulouse [25], les risques éthiques de l'Intelligence Artificielle sont accentués par une perte de contrôle face aux machines, des questions de responsabilités respectives mais aussi des soucis liés à la sécurité et à la confidentialité :

#### a. La perte de contrôle

Le principal risque dont il faut prendre connaissance concerne la perte de contrôle face aux machines. Plusieurs cas sont à garder en vigilance ; c'est notamment le cas d'une prise de décision non adaptée au patient à la suite d'une analyse erronée ou biaisée.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Contrairement à l'IA, les professionnels de santé doivent garder à l'esprit que la machine n'est pas capable d'esprit critique et qu'il en ressort des responsabilités de chacun.

Ces derniers doivent comprendre le fonctionnement de la machine et doivent être en capacité d'expliquer aux patients l'analyse qui a été menée pour en déduire le diagnostic et le traitement thérapeutique choisi. Cela relève de l'obligation déontologique des soignants. La machine représente un outil d'aide au diagnostic mais ne doit supplanter l'homme.

### b. La déresponsabilisation

L'intervention d'outils d'aide au diagnostic soulève en effet des questions liées aux responsabilités respectives des acteurs du domaine. Dans le cas où la machine commet une erreur, il est indispensable de connaître à qui incombe la faute. Est-ce du ressort de l'éditeur du logiciel ? du développeur ? de l'acheteur ? de l'utilisateur ? de la machine ?

Afin de concilier les progrès technologiques et ces questions éthiques, il est important d'échanger à ce sujet au préalable afin d'anticiper les dérives que pourraient causer les nouvelles technologies. L'éthique permet de trouver des compromis et de palier aux délais importants de mise en place d'une régulation. (Élaboration et adoptions des lois)

### c. L'éthique des données de santé

La réflexion éthique des données de santé ne peut se faire sans introduire la notion d'algorithmes. Les données de santé, n'ont pas de valeur si elles ne sont pas traitées. Quant aux algorithmes, ils ne peuvent fonctionner sans valeurs d'entrée. Il s'agit de questionner ces algorithmes et vérifier l'absence de biais.

Il s'agit aussi de s'intéresser à la sécurité et à la confidentialité des données privées mais aussi à la collecte des données pour en certifier la qualité (nature des données, type de collecte, traçabilité, etc.). Enfin, il faut vérifier que l'usage fait de ces données corresponde à la finalité définie initialement.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### d. Le questionnement éthique : actions mises en place

Les enjeux éthiques du monde du numérique ne sont pas récents ; Cependant, l'essor des progrès technologiques (IA, big data, robotique) soulève de nouvelles questions éthiques dont il est indispensable de cadrer tant sur la partie conception que sur l'usage.

Ces interrogations, bien qu'elles puissent être élargies pour tout domaine, concernent essentiellement les questions de vie privée et de protection des données, de biais et discriminations algorithmiques mais aussi de responsabilités liées à la délégation de tâches envers la machine. [25]

Diverses actions ont été mises en place afin de discuter de ces interrogations et de mener une réflexion éthique profonde pour tenter d'y apporter des solutions ; C'est le cas par exemple de la **Mission Villani [8]** qui consiste à lancer des débats à l'échelle nationale et pour tout domaine.

Le CNIL<sup>15</sup>, abordé dans le point l) d), joue également un rôle majeur dans cette réflexion éthique ; cela passe notamment par la publication du **rapport public [20]** présentant les 6 problématiques majeures liées à l'éthique.

Les travaux de l'Espace d'Ethique d'Ile de France consacrés aux « Big Data et pratiques biomédicales » [26] ont également permis d'identifier les grandes lignes à développer.

Parmi celles-ci, le CNOM<sup>16</sup> présente une éthique de la vigilance et de la réflexion. Il s'agit d'anticiper les impacts produits par les nouvelles technologies. Pour cela, il est recommandé que chaque acteur du domaine soit impliqué à toutes les étapes du processus et considéré comme un agent de la réflexion éthique.

Une éthique « by design » (dès la conception) doit être pensée par le biais de démarches d'évaluation des impacts ou encore par des techniques de scénarisation. [26]

---

<sup>15</sup> CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

<sup>16</sup> CNOM : Conseil National de l'Ordre des Médecins

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Enfin, une réflexion sur les pratiques professionnelles doit être menée ainsi que sur l'intégration d'éventuels nouveaux métiers ou tiers technologiques impliquant un réajustement de l'organisation des pratiques ainsi que des pouvoirs respectifs de chacun.

[26]

### D. L'Intelligence Artificielle perçue par la nouvelle génération

Selon un sondage réalisé par Cédi KOUMAKO [26], Président de l'UNIR<sup>17</sup> sur une population de 158 étudiants en radiologie, la majorité souhaite avoir une activité mixte lorsqu'ils démarreront leurs vies professionnelles, c'est-à-dire une activité dans un cabinet ainsi qu'évoluer en contexte hospitalier. Le but de cette question a été de cibler les ambitions de la future génération afin de mieux comprendre les enjeux.

Parmi ces étudiants, 93% des étudiants n'ont jamais eu de contact avec l'Intelligence Artificielle et 97% n'ont pas suivi de formation en rapport avec l'Intelligence Artificielle.



Figure 9 : Graphique représentant le pourcentage d'étudiants impliqués dans un projet d'IA

Source : FNMR, Juin 2018, L'intelligence artificielle : rêve ou cauchemar du radiologue ? [26]

<sup>17</sup> UNIR : Union nationale des internes et jeunes radiologues

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Cependant, la majorité des répondants éprouve un intérêt à recevoir une formation si ça leur été proposé.

Cette nouvelle génération n'éprouve pas d'inquiétude quant à l'avenir du radiologue. Selon eux, l'IA ne fera pas disparaître les radiologues. Beaucoup pensent que l'imagerie complexe (imagerie digestive, imagerie d'urgence etc.), sera toujours assurée par l'humain car cette dernière ne permet pas de fournir d'images ressemblant à une norme. Ainsi, la logique qui s'en dégage est de s'orienter vers les cas complexes car étant rares, la machine ne pourra jamais les interpréter de manière autonome.

Il existe quand même un contraste : la majorité des étudiants pensent que l'intelligence artificielle ne remplacera pas le métier de radiologue. Elle est perçue comme un réel impact positif pour la pratique quotidienne de leur futur métier. Pourtant, ils éprouvent une inquiétude pour leur avenir. Beaucoup pensent d'ailleurs que l'IA sera intégrée dans leurs pratiques quotidiennes d'ici 15 à 20 ans. Ils ne sont pas encore prêts à intégrer cette nouvelle pratique, sûrement par manque de formation.

### ***En conclusion de cette première partie,***

Nous pouvons dire que l'intelligence artificielle est complexe à définir. Certaines personnalités donnent leurs propres définitions d'intelligence artificielle alors que d'autres tendent à qualifier cette intelligence d' « augmentée ». Bien qu'elle existe depuis environ 70 ans, elle connaît un plein essor depuis le développement de nos systèmes informatiques (rapidité des calculs, puissance des algorithmes etc.) Parmi les outils que comporte l'IA, on recense le Machine Learning et le Deep Learning, tout deux capables d'auto-apprentissage sans avoir été programmés au préalable. On peut retrouver cette IA dans de nombreux secteurs d'activité avec l'essor notamment du transport grâce aux véhicules autonomes (voitures, camions etc.).

Cette nouvelle technologie est également applicable au secteur médical. En effet, la radiologie fait face à une offre de soins jugée insatisfaisante (délais de rendez-vous excessifs, manquements en termes de soin et de prévention etc).

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

De plus, une nouvelle médecine, appelée médecine des 3P (Préventive, Personnalisée, Prédicative) fait son apparition. C'est dans ce contexte que l'IA peut jouer un rôle déterminant notamment par la délégation de tâches répétitives et fastidieuses par les machines de telle sorte que le radiologue puisse favoriser la relation médecin/patient.

Bien que l'IA soit une réelle opportunité, elle contient également ses limites ; notamment la perte de contrôle des machines. Elle soulève également des questions de responsabilités respectives en cas d'erreurs. Enfin, il faut veiller, en amont, à discuter des problématiques liées à la sécurité et à la confidentialité des données. Ces questions sont toujours d'actualité ; c'est dans ce but que sont menées diverses actions au niveau national.

## Partie 2 : Méthodologie de l'étude de terrain

L'arrivée de l'intelligence artificielle sur le marché impacte un ensemble d'acteurs à différents niveaux. En parallèle avec la filière « Healthcare Business » que j'ai suivi, j'ai souhaité m'intéresser aux industriels en équipements médicaux. Afin de mieux comprendre leurs démarches, j'ai souhaité m'entretenir avec eux, acteurs au cœur de ce nouveau business.

Cette partie s'organise en trois parties :

- La première présentera la méthode de recueil de données choisie, à savoir l'entretien semi-directif ;
- La deuxième expliquera le guide d'entretien et présentera les différents acteurs interviewés ;
- La troisième abordera la réalisation des entretiens ;

### I. L'entretien

Cette partie consacrée à l'entretien de manière générale permet, tout d'abord, d'en donner une définition mais aussi de comprendre les différents types d'entretiens et leurs enjeux. Dans ce cas d'étude, j'ai choisi l'entretien semi-directif, à travers lequel j'ai pu recueillir des informations sur un sujet cadré. L'outillage nécessaire à la bonne réalisation de ce type d'entretien sera détaillé dans cette partie.

#### A. Un outil efficace et adaptable

Selon Madeleine Grawitz, juriste et sociologue française, l'entretien est un « procédé scientifique d'investigations utilisant un processus de communication pour recueillir des informations en rapport avec le but fixé » [27].

Il est à différencier du questionnaire dans lequel on peut retrouver un ensemble de questions fermées et/ou ouvertes. Le but n'est pas de faire un interrogatoire mais de construire la pensée de l'interviewé autour d'une thématique. L'entretien doit constituer un véritable échange autour d'une ligne directrice afin de remplir les objectifs fixés.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Afin de ne pas influencer l'interlocuteur, il est indispensable que l'enquêteur/chercheur reste neutre dans cet échange et soit dans une écoute active.

### a. Les différents types de méthodes qualitatives

Il existe 3 types d'entretiens que l'on définit de la manière suivante [28] :

- Entretien directif : Il est composé de questions ouvertes ou fermées, impliquant des réponses courtes. L'enquêteur n'attend pas de réponses approfondies et particulièrement construites.
- Entretien semi-directif : Il est composé uniquement de questions ouvertes, préparées au préalable dans ce qui constitue **le guide d'entretien**.  
Il permet de vérifier des hypothèses, illustrer la théorie grâce à des opinions recueillis lors de témoignages individuels.
- Entretien non directif : Il se déroule à partir d'un thème général sur lequel la personne interrogée parle comme elle le désire.

L'entretien semi-directif est dans mon cas d'étude, le plus adapté.

### b. L'entretien semi-directif

L'entretien semi-directif se déroule en 3 phases [28], [29] :

- La préparation de l'entretien (guide d'entretien détaillé dans le II.)
- La réalisation de l'entretien avec l'interviewé (visuel/verbal)
- La retranscription de l'entretien et le compte-rendu

L'entretien semi-directif est la méthode la plus utilisée sur le terrain. A travers cette démarche participative, l'enquêteur peut recueillir des informations et les opinions de l'interviewé concernant les thèmes établis dans le guide d'entretien et ainsi valider ou invalider les hypothèses de départ. L'entretien se déroule selon une ligne directrice à la suite d'une question de recherche définie ; cependant l'enquêteur peut décider d'approfondir

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

certaines sujets plus intéressants en fonction des besoins du projet. Il est libre quant à la façon de poser des questions et peut aborder des domaines initialement non prévus.

Dans le cadre d'un entretien semi-directif, on compte différents types d'analyse :

- Par thème ou transverse
- Par entretien
- En lien avec le discours
- Relations par opposition
- Structurale

La méthode d'analyse la plus adaptée, selon moi, est l'analyse par thème entre les différents entretiens afin d'établir des comparaisons.

### c. Outillage nécessaire à l'entretien semi-directif

#### **Les questions**

La formulation des questions doit être adaptée à la personne interviewée : vocabulaire clair, simple, spécialisé en fonction du sujet. Il est préférable de reformuler la question si on constate un manque de compréhension de la part de l'interviewé dans le but de recevoir une réponse satisfaisante et cadrée. La reformulation permet aussi de redéfinir en d'autres termes ce que la personne vient de dire dans le but d'obtenir son accord et d'éliminer tout contresens. Cela permet de réorganiser les propos et de favoriser le dialogue.

Les questions ouvertes sont à privilégier : elles permettent à l'interlocuteur de répondre librement, de développer sa réponse et de prouver son niveau d'investissement.

Le choix de questions directes implique l'interlocuteur et l'amène à prendre position sur la thématique posée. On peut également introduire des questions projectives qui permettent une vision future du projet.

#### **Les attitudes verbales et non verbales**

Afin de mettre en confiance l'interviewé, il est préférable de commencer l'entretien par une présentation brève ainsi qu'un rappel des objectifs de l'entretien.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Cette partie peut être poursuivie d'une première question : « Pouvez-vous me parler de vous » afin d'instaurer un climat de confiance.

De plus, le ton, l'intensité, le rythme et les silences marqués sont importants pour favoriser l'expression des opinions de l'interlocuteur. **[29]**

### d. Délimitation de l'étude

Dans le but de recueillir une quantité suffisante d'informations, il est préférable de se fixer un nombre moyen d'entretiens à réaliser, c'est ce qu'on appelle la saturation empirique.

On peut également arrêter les entretiens lorsque l'on retrouve une redondance des données entre les entretiens, c'est la saturation théorique. **[30]**

Dans le cas de cette étude, la deuxième méthode a été adoptée. J'ai eu l'opportunité de réaliser 5 entretiens avec des acteurs aux statuts variés, avec notamment une restriction de leurs temps disponible.

## B. Analyse des données

### a. Retranscription des données

La retranscription est la première étape de l'analyse du contenu des entretiens ; elle consiste à réécrire l'ensemble des informations recueillies grâce à l'enregistrement audio et ce, mot par mot. Le texte formé par la retranscription est appelé « verbatim », ce sont en d'autres termes les données brutes de l'entretien qui vont permettre d'appréhender l'analyse. Le texte brut ne doit être en aucun cas modifié. **[32]**

### b. Codage des données

Le codage de données est un processus qui permet de lire les entretiens ligne par ligne, étape par étape, de manière à décrire les données brutes et les classer pour en faire ressortir des concepts globaux. C'est une méthode qui prend du temps et qui demande de la minutie pour ne pas écarter d'informations importantes. Le codage ne se limite pas à la description des phénomènes mais à une compréhension globale via un processus de sélection, simplification et transformation des données. Selon Miles et Huberman, le codage

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

est un « processus de réduction provisoire via un processus de sélection, de simplification, d'abstraction et de transformation des données » **[31],[32]**.

### c. Classification des données selon les méthodes de codage

Codage ouvert : C'est un processus qui s'organise selon une approche inductive puisque la classification n'a pas été établie avant réalisation de l'entretien. A partir des différents thèmes, il s'agit de repérer dans le texte des sous-ensembles et de les souligner pour marque de repérage.

Ces sous-ensembles peuvent être variés : idées, concepts, mots, morceaux de phrases, partie spécifique d'un thème général etc. **[32]**

Après avoir expliqué les clés pour réussir un entretien, il est maintenant nécessaire d'aborder ce qu'est le guide d'entretien, trame indispensable à sa réalisation.

## II. Le guide d'entretien

### A. Structure du guide

Le guide d'entretien peut se définir comme « la liste des thèmes auxquels l'interviewer s'intéresse, thèmes sur lesquels il est susceptible d'effectuer ses relances » **[33]**.

Le guide d'entretien est donc un support pour l'enquêteur qui permet de vérifier des hypothèses initialement établies. Il peut être plus ou moins détaillé en fonction des besoins du projet et en fonction du temps disponible consacré par nos interlocuteurs.

En moyenne, on compte 1h pour un entretien. Il est alors important de calibrer le guide d'entretien afin de respecter le temps initialement prévu.

Le guide que j'ai rédigé est constitué de 12 questions, ce qui permet d'aborder les thèmes essentiels en étant la plus concise possible. Les questions n'ont pas toujours été formulées dans le même ordre ou formulées de la même manière.

# Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Mémoire réalisé dans le cadre d'un Master Marketing des Produits de Santé

Sujet : « Comment les entreprises s'adaptent elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ? »

Contact : Pauline SELLIER – deiserpauline@gmail.com Port : 06 81 09 39 02

## Guide d'entretien sur l'impact de l'arrivée de l'IA perçu par les entreprises

Nom :

Prénom :

Entreprise :

Fonction :

Mail :

=====

### Introduction

Bonjour, Je me présente, je suis Pauline SELLIER. Je suis étudiante en Master 2 Marketing des Produits de Santé à l'ILIS (Institut Lillois d'Ingénierie de la Santé) à Lille. Dans le cadre de mon mémoire de fin d'études, j'ai choisi de travailler sur un sujet d'actualité, qui est l'Intelligence Artificielle. J'ai souhaité me focaliser sur une problématique plus précise, qui est la suivante : « Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'IA sur le marché ? ».

Avant de commencer l'entretien, m'autorisez-vous à enregistrer notre conversation ? ...

- 1) Pouvez-vous me parler un peu de vous et de votre poste ?
- 2) Quels sont les impacts de l'Intelligence Artificielle pour votre profession ? N'hésitez pas à donner des exemples, des illustrations afin que ce soit plus concret.
- 3) Que pensez-vous de l'intégration de l'Intelligence Artificielle en radiologie ?
- 4) Quels sont les enjeux pour votre entreprise ? (enjeu d'innovation, enjeu financier etc.... afin d'étudier chaque type impact)
- 5) Quel a été le processus d'intégration de l'IA au sein de votre entreprise / sa genèse ?
- 6) Quelles sont les interrogations auxquelles vous avez dû faire face ou qui sont toujours d'actualité ?
- 7) Quels sont, selon vous, les forces de ce nouveau business ?
- 8) Quels sont, selon vous, les faiblesses de ce nouveau business ?
- 9) Quels sont, selon vous, les opportunités de ce business ?
- 10) Quels sont, selon vous, les menaces de ce business ?
- 11) Selon vous, selon votre expérience, quels sont les facteurs clés de réussite ?
- 12) Pour conclure cet entretien, connaissez-vous d'autres expériences en termes d'application de l'IA dans le secteur de la santé. Si oui, qu'en pensez-vous ?

*Figure 10 : Guide d'entretien réalisé pour les entretiens semi-directifs*

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### III. Réalisation des entretiens

#### A. Prise de contact

J'ai pris contact avec différents professionnels de santé via différents canaux de communication (LinkedIn, Mail, recommandations etc.) afin de convenir d'un rendez-vous téléphonique avec chacun d'entre eux. Leur intervention dans la réalisation de ces enquêtes a été très enrichissante. En effet, les caractéristiques de chaque individu sont différentes : l'entreprise dans laquelle le professionnel travaille, son âge, son expérience, son statut. Ce qui permet une diversité de réponses et d'opinions.

Nom et Prénom	Statut	Entreprise	Durée de l'entretien
<b>François VORMS</b>	Président Directeur Général	Canon Medical	45 :10
<b>Clément LECAT</b>	Ingénieur Recherche & Développement, Ph.D.	Evolucare Technologies	38 :20
<b>Antonin MARCAULT</b>	Directeur commercial en informatique et santé	Philips Healthcare	28 :45
<b>Benjamin TARTER</b>	Women Health Market Leader	Samsung Healthcare	27 :12

Figure 11 : Tableau récapitulatif des personnes interviewées

Les personnes interrogées lors de ces entretiens ont un emploi du temps chargé, c'est la raison pour laquelle j'ai essayé d'être la plus concise possible. Le but de ces entretiens a été de recueillir un certain nombre d'informations à savoir leur expérience concernant l'IA, les stratégies mises en place mais aussi les difficultés, les questions auxquelles ils ont dû faire face afin d'en dégager des préconisations, des recommandations pour diverses entreprises ayant, ou pas, intégré l'IA au sein de leurs produits.

Les entretiens se sont déroulés autour d'un échange spontané de manière à ouvrir la discussion et enrichir le recueil de données de la part de l'interlocuteur afin d'en garantir des résultats plus concluants.

## Partie 3 : Résultats des entretiens

### I. Analyse transverse entre entretiens

Lors des différents entretiens réalisés, j'ai constaté, selon les profils, selon leur expérience au sein de l'entreprise des similitudes mais aussi des divergences en termes d'opinions ? L'analyse de ces entretiens se fera en fonction des questions posées et des thèmes majeurs abordés durant ces échanges :

- Les impacts de l'IA sur leurs professions
- Les opinions des industriels sur l'intégration de l'IA en radiologie
- Les enjeux de l'IA pour les entreprises
- La genèse de l'IA
- Le SWOT de l'IA vu par les industriels
- Les facteurs clés de réussite

#### A. Les impacts de l'intelligence artificielle sur la profession des industriels

En analysant les réponses des industriels, on constate des similitudes dans leurs perceptions des impacts de l'Intelligence artificielle et on en déduit ainsi plusieurs types d'impacts :

- **Impact sur la recherche d'une solution avec pour promesse : gain de temps et efficience.**

Le premier impact pour la profession des industriels de santé consiste, en effet, à proposer des solutions dont la promesse est de faire gagner du temps aux clients et de l'efficience sur plusieurs problématiques : réduction des artéfacts d'une image, différenciation de niveaux de gris pour des diagnostics plus précoces. La recherche doit être ciblée sur le développement d'une solution ayant un réel impact sur les organisations.

Par exemple, Clément LECAT (Ingénieur en R&D) considère que sa profession est impactée par le besoin vital de rechercher une solution dont la promesse est le gain de temps et l'efficience : « **Ce que cela change au niveau de l'entreprise, c'est la sortie de briques intelligentes qui vont nous attirer de nouvelles parts de marché (...)** ». L'enjeu est

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

important, l'entreprise doit s'adapter aux nouveaux besoins des clients et y répondre pour assurer sa survie sur le marché : « être innovant par rapport à la concurrence (...) ».

Cette promesse offerte par les industriels à leurs clients peut être projetée en interne et applicable. L'objectif est de gagner en efficacité et en temps également dans leur propre travail : « Il y a des choses qu'on va essayer d'automatiser. Il y a des méthodes qui existent mais on essaie de trouver la méthode la plus rapide et la plus efficace pour ne pas passer trop de temps sur nos tâches (...). »

Cette opinion est partagée par Antonin MARCAULT (Directeur commercial en informatique et santé) : « accompagner et automatiser certaines tâches qui sont vraiment des tâches fastidieuses et sans valeur ajoutée ».

François VORMS (Directeur Général CANON) part, quant à lui, d'un constat. Un des objectifs de l'imagerie médicale est de réduire la dose administrée au patient afin de moins irradier le patient. Afin de pallier le bruit créé par la réduction de dose, Canon propose un système de reconstruction d'images grâce au big data. La promesse est donc de créer un algorithme qui détecte les artefacts afin de les éliminer.

C'est le propos tenu par M. VORMS « C'est donc l'impact d'avoir moins de dose et d'avoir même une image à dose égale, une image encore plus définie et l'avantage est que cela va permettre aux praticiens de gagner du temps ».

### ▪ Impact de validation clinique

Un autre impact, et pas des moindres, vise la validation clinique. C'est le cas notamment du diagnostic en imagerie médicale et en pathologie numérique selon Antonin MARCAULT: « c'est quelque chose qui va apparaître un peu plus tard parce que cela demande des phases de validation clinique qui sont longues et fastidieuses avant qu'on ait des algorithmes qui puissent automatiser certains diagnostics (...) ».

## Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### B. Les opinions des industriels sur l'intégration de l'IA en radiologie

#### ▪ L'IA ne remplacera pas l'homme !

L'avis est unanime : l'IA ne remplacera pas l'homme.

Selon François VORMS, « l'idée n'est surtout pas de remplacer le radiologue (...) Quand un praticien lit plusieurs examens à la suite, le taux de risques de passer à côté d'une anomalie s'accroît ».

Il est complété par les propos notamment d'Antonin MARCAULT : « Il y a quand même un fantasme autour, est ce que l'IA va remplacer le radiologue même si je pense qu'on en est très loin à la fois technologiquement et à la fois fonctionnellement ».

« Leur métier va être transformé en profondeur mais il faut que ce soit une aide pour eux. Cela ne doit pas remplacer l'Homme, enfin c'est ma vision », selon Clément LECAT.

Enfin, Benjamin TARTER, illustre ces idées par un exemple en obstétrique : « La question de l'IA se pose sur les médecins de dépistage, qui réalisent des échographies où dans 97% des cas, tout est normal. Le but de l'IA serait d'aider ces praticiens à s'assurer que tout est normal sur le fœtus, et lui permettre de ne pas rater les 2% (...) ».

En conclusion, l'IA selon nos experts, doit être un soutien pour les praticiens et non les supplanter. L'objectif est de confier les cas les plus basiques aux machines afin que les médecins puissent se concentrer sur les cas les plus complexes avec plus de valeur ajoutée mais aussi de réduire le taux d'erreurs dû à la fatigue oculaire/cérébrale des médecins.

#### ▪ Des apports différents

##### L'expertise :

Selon Clément LECAT : « Plus on va apprendre, plus on sera capable de détecter avec l'IA certaines pathologies (...) contrairement à l'œil humain qui aura de grande difficulté à la détecter ».

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Benjamin TARTER, illustre cette idée avec l'exemple de l'endométriose : « ce n'est que depuis quelques années que cette pathologie a été reconnue (...). L'IA permettrait d'apporter un nivellement vers le haut de tous les praticiens ».

### La sécurité :

Comme abordé dans le premier point, la sécurité est un point majeur dans la prise en charge d'un patient. L'IA permet ainsi de palier aux taux d'erreurs possibles commises par l'humain. Par exemple, Clément LECAT cite le cas des ophtalmologues : « Par exemple, un ophtalmologue pour la rétinopathie diabétique, 3 fois sur 10 ils passent à côté du mauvais résultat ». Pour pallier ce taux d'erreurs, il cite la sortie d'un algorithme dont le « taux de réussite est de 96% ».

### L'organisation :

Les outils intégrés aux produits déjà existants vont permettre d'apporter de multiples bénéfices qui auront un impact sur les organisations.

Antonin MARCAULT explique que « les outils qu'on apporte dans nos produits vont enrichir soit le contexte du patient ou apporter plus d'informations aux radiologues (...) ou automatiser certaines tâches rébarbatives sans valeur ajoutée qui sont une perte de temps et va améliorer la connaissance fine des images (...) ».

François VORMS déclare que « la machine va pouvoir hiérarchiser les patients à traiter en priorité. Par ce biais de l'IA, on est dans l'organisation et le workflow ».

#### ▪ **Des craintes exprimées : excès de confiance envers les machines ?**

Les craintes des industriels se rejoignent sur la question de confiance envers les machines. Ces derniers redoutent le fait que les praticiens fassent trop confiance à l'intelligence artificielle.

Clément LECAT : « Ma crainte sur le futur c'est que l'on fasse trop confiance à l'IA car on appelle cela intelligence mais en réalité ce n'est pas de l'intelligence. C'est juste quelque chose que l'on programme. »

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Benjamin TARTER : « L'intelligence artificielle est très vaste et nous ne sommes même pas sûrs de connaître la bonne définition ».

Pour la majorité des acteurs du domaine, l'intelligence artificielle reste un domaine vaste et flou, raison pour laquelle des craintes apparaissent.

### C. Les enjeux de l'intelligence artificielle pour les industriels de santé

Les enjeux représentés par le marché de l'Intelligence artificielle en France pour les industriels de santé sont multiples et se rejoignent dans les différents entretiens.

#### ▪ **Enjeu financier : profit ou perte ?**

Clément LECAT, expose le sujet du budget consacré au recrutement des chercheurs. En effet, ce sont des profils spécifiques qui, cependant, développent des solutions à fort potentiel. Ce qui représente un enjeu considérable en termes d'innovation : « Nos profils ne sont pas des profils que tu trouves sur le marché donc forcément en termes de coût, on va revenir plus cher qu'un développeur ».

Cependant, plusieurs solutions sont mises en place notamment par l'Etat pour pallier cet enjeu financier :

Clément LECAT nous explique que « l'avantage, c'est que grâce aux aides et aux crédits d'impôts, on devient beaucoup moins chers ». De plus, les projets bénéficient d'aide de financement, permettant aux entreprises de rester à la pointe de la technologie.

Les entreprises sont impactées financièrement par un budget conséquent dédié à la recherche et développement en intelligence artificielle. François VORMS s'exprime à ce sujet : « Ces impacts sont aussi financiers évidemment. Il faut pouvoir offrir ce service à nos clients ».

En conclusion, les avis sont mitigés : malgré les frais engendrés par le développement de cette nouvelle technologies, les entreprises peuvent bénéficier d'aides provenant de l'Etat.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### ▪ **Enjeu d'innovation**

L'innovation est un dénominateur commun pour l'ensemble des entreprises. Elle permet d'assurer leur survie sur le marché :

Benjamin TARTER : « Notre objectif est de mettre en avant notre rapidité d'innovation afin de conforter les médecins sur notre forte croissance depuis quelques années sur le secteur du médical. »

François VORMS : « C'est un passage obligé, un impératif pour une société dans l'image d'investir dans l'IA ».

### ▪ **Enjeux globaux en santé**

Les enjeux globaux en santé sont à prendre en compte puisqu'il s'agit de développer une solution pour répondre aux différentes problématiques du système de santé français. Selon Antonin MARCAULT, cela tourne autour de 4 enjeux majeurs : « améliorer l'expérience des patients », « améliorer le résultat en santé », « améliorer l'expérience du personnel » et « un enjeu structurel pour le système de soins avec une réduction des coûts ».

Les enjeux se positionnent donc selon différents niveaux :

Le patient : Il s'agit de développer des outils dans lesquels on tient compte des indicateurs afin de mesurer l'expérience des patients. Cette dernière comprend la satisfaction du patient et les résultats généraux.

Le personnel : L'objectif est de faire évoluer le personnel dans de bonnes conditions avec des outils adaptés.

Le système de soins : Il s'agit de réfléchir à développer une solution avec plus de fonctionnalités mais à budget constant.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### D. La genèse de l'IA

Le processus d'intégration de l'IA a été un besoin ressenti par les entreprises en termes d'innovation. Derrière ce besoin, se trouve un réel intérêt de développer de nouveaux projets pour assurer la survie sur le marché et rester compétitif par rapport à la concurrence. Les différents entretiens ont permis de constater que les stratégies permettant la mise en place de l'IA dans les entreprises, sont communes à tous. On compte 5 principales stratégies :

#### ▪ **Mise en place de collaborations avec des laboratoires de recherche**

Clément LECAT s'exprime sur le sujet : « L'IA est un domaine très vaste. On ne peut pas être compétents dans tous les sous-domaines de l'IA et donc on crée des liens avec des laboratoires de recherche. »

Antonin MARCAULT, exprime que Philips « souhaite développer un écosystème ouvert avec 4 labos en France ».

#### ▪ **Mise en place de collaborations avec des start-up**

La majorité des répondants collabore, pour leurs développements en IA, avec des start-ups innovantes ou l'envisage pour le futur.

C'est le cas notamment de Philips et Evolucare :

Antonin MARCAULT : « On souhaite développer un travail d'étroite collaboration avec des start up innovantes. On a travaillé avec les incubateurs de la ville de Dakar il y a 3 ans qui incluent une soixante de start up chaque année. »

Clément LECAT : « Par la suite, il y aura peut-être éventuellement des collaborations avec des start-up ».

Ces collaborations permettent aux entreprises de « gagner en temps et en agilité » selon François VORMS.

## *Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### ▪ **Demande de fonds d'investissement**

Les interlocuteurs interrogés estiment indispensable de lever des fonds pour investir de manière générale en recherche et développement et plus précisément, dans l'IA. C'est une étape indispensable pour rester dans la course, assurer sa survie sur le marché et doper sa croissance.

C'est notamment ce qu'explique Antonin MARCAULT :

Philips souhaite être en avance en termes d'innovation et « dépense près de 10% du CA en recherche et développement dont 60% de cette somme liée à l'informatique avec l'IA ».

De plus, un « fond d'investissement avec la BPI<sup>18</sup> de 350 millions d'euros pour investir dans les start-ups les plus innovantes » a été effectué.

### ▪ **Rachat de société compétente dans le domaine**

L'intégration de l'IA se fait aussi par le rachat de sociétés ayant des compétences dans le domaine. C'est le cas par exemple de Canon : « On a aussi une société qui est une émanation d'une autre société qu'on avait racheté qui est OLEA MEDICAL. Ils ont créé une start up qui fait aussi du développement de l'IA. C'est donc un partenariat qui se fait avec le groupe. »

### ▪ **Mise en place de veille technologique**

Le domaine de l'industrie de la santé fait face à une concurrence accrue en termes d'équipements médicaux. C'est la raison pour laquelle les entreprises doivent procéder à une veille technologique afin de rester compétitifs et de connaître les atouts et motivations des concurrents. C'est le cas notamment de François VORMS qui exprime que « Nous, dans les géographies (Europe, Etats-Unis, France), on peut faire une veille technologique de ce qui se peut se passer dans les sociétés autour de nous ».

---

<sup>18</sup> BPI (Banque Populaire d'Investissement) : organisme de soutien au financement des entreprises innovantes

## Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### E. Le SWOT de l'IA vu par les industriels

	<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<b>François VORMS</b>	<p>« Le patient reste au cœur de la philosophie de canon »</p> <p>« Développement qui assure la pérennité de l'entreprise »</p> <p>« Renforce les partenariats scientifiques »</p> <p>« Être plus présent sur le marché donc que du bénéfice »</p> <p>« Plus de revenus et donc on peut continuer à faire de l'innovation »</p> <p>« Réinvestir le CA dans l'innovation »</p> <p>« Mieux traiter les patients »</p>	<p>« Ça a coûté beaucoup d'argent à développer »</p> <p>« Cela reste encore optionnel mais ce sera par la suite quelque chose qui sera intégré automatiquement (...) »</p>	<p>« Cela reste encore optionnel mais ce sera par la suite quelque chose qui sera intégré automatiquement (..) »</p>	<p>« On doit faire face à des contraintes de coût »</p> <p>« On se bat beaucoup à travers notre syndicat, le SNITEM pour essayer de faire comprendre aux autorités que l'accès à l'innovation n'est pas gratuit »</p>
<b>Clément LECAT</b>	<p>« Développer des produits innovants »</p> <p>« Intégrer le marché avec des parts représentatives »</p> <p>« Améliorer la prise en charge du patient et sauver des vies »</p>	<p>« Il y a un coût pour l'entreprise malgré qu'on soit en auto-suffisance »</p> <p>« Il faut beaucoup de données ce qui est compliqué à obtenir »</p> <p>« Il faut réussir à les qualifier (...) ne pas se contenter d'un seul avis »</p>	<p>« Acquérir de nouvelles parts de marché »</p>	<p>« Au niveau de la législation »</p> <p>« Si le médecin se rend compte que la machine fait beaucoup d'erreurs, est-ce qu'il va continuer à l'utiliser ? »</p> <p>« On avance un peu dans le flou »</p> <p>« La concurrence est aussi présente »</p> <p>« Vol de propriété intellectuelle »</p> <p>« Espionnage industriel »</p>

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

<p><b>Antonin MARCAULT</b></p>	<p>« C'est à la fois un multi marketing qu'on peut accoler sur pas mal de choses mais un suivi technologique qui va bouleverser de manière extraordinaire les produits qu'on a utilisé »</p>	<p>« Développer dans l'esprit de chacun de nos chercheurs l'usage et l'intégration de l'IA, chose qui n'est pas encore tout à fait assimilée »</p>	<p>« Il y a un réel marché à développer avec les futures générations de médecins »</p>	<p>« Structuration réglementaire »                  « L'autre verrou à débloquent c'est le financement des projets »                  « Dans d'autres géographies, les choses vont un peu plus vite »                  « Phases de validation cliniques longues et fastidieuses »</p>
<p><b>Benjamin TARTER</b></p>	<p>« Samsung a les moyens financiers qui permettent d'investir dans l'IA »</p>	<p>« Base de données issue des établissements hospitaliers jugée insuffisante pour entraîner les algorithmes »</p>	<p>« Capter les médecins de demain »                  « L'IA sera je pense applicable et appliquée avec la prochaine génération de médecins »                  « Faire évoluer la médecine, les diagnostics et la prise en charge patient »                  « Le partage de la connaissance est la clé de la réussite »</p>	<p>« La vraie menace aura lieu le jour où l'IA sera vraiment présente »                  « Il faudra garder la connaissance (..) et ne pas perdre le contrôle »                  « Par automatisation des choses, nous perdons le savoir-faire »                  « Que deviendront les médecins ? les sociétés qui vendent des dispositifs médicaux ? »                  « Ce terme s'est banalisé alors qu'il ne fait pas encore parti de notre quotidien »                  « L'IA n'existe pas de nos jours, ce n'est qu'une reproduction d'un paramètre créé par l'homme »</p>

*Figure 12 : Analyse du SWOT vu par les industriels*

## Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

### F. Les facteurs clés de réussite

Pour la majorité des répondants, les facteurs clés de réussite sont multiples :

Comme présenté dans le tableau, la majorité a répondu en fonction de ce qui leur paraissait être des priorités. En revanche, pour Benjamin TARTER, la question est claire : il n'y a pas de facteurs clés de réussite.

	<b>François VORMS</b>	<b>Clément LECAT</b>	<b>Antonin MARCAULT</b>	<b>Benjamin TARTER</b>
<b>Compréhension des professionnels de santé</b>	« Ça va passer par la notion et la compréhension des professionnels de santé de l'intérêt de ces modules » « Le facteur de succès, c'est l'adoption » « Il doit y avoir un développement de l'utilisation et de l'obligation »			« Elle arrivera progressivement, mais sera ralentie par la méfiance des médecins, par le juridique aussi »
<b>Création de valeur ajoutée</b>		« Il faut déjà avoir une idée qui sorte du lot, cohérente, qui apporte un plus au produit »		
<b>Communication adaptée</b>		« Il faut faciliter l'intégration de cette brique et il faut être convaincu de son utilisation »		
<b>Infrastructure nécessaire</b>		« Se doter de l'infrastructure nécessaire. C'est un investissement non négligeable pour l'entreprise »		

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

<b>Accès à l'innovation</b>	« On se bat beaucoup à travers notre syndicat pour essayer de faire comprendre aux autorités que l'accès à l'innovation n'est pas gratuit »			
<b>Coopération industrielle</b>			« Indispensable sur cette thématique puisque ça touche au développement propre, métier propre de ces acteurs »	
<b>Regroupement de données</b>			« Regroupement de données à l'échelle du territoire, région ou fédération nationale » « Voir dans les données d'un établissement ce qui est vraiment utilisable »	
<b>Aspect éducationnel</b>			« Enjeu d'éducation dans le cursus des jeunes médecins pour sensibiliser en premier niveau de connaissance l'IA »	
<b>Pas de facteurs clés de réussite</b>				« Il faut voir pas à pas » « L'IA ne révolutionne rien aujourd'hui » « Il n'y a pas de clé de réussite. Nous proposerons progressivement (...) »

*Figure 13 : Analyse des facteurs clés de réussite*

## Partie 4 : Préconisations et recommandations

### I. Synthèse du diagnostic

#### A. Analyse du SWOT

L'analyse d'un SWOT<sup>19</sup> est un outil adapté dans cette étude pour comprendre le marché de l'intelligence artificielle et son environnement. L'analyse comprend les forces et les faiblesses du business, mais aussi ses opportunités et menaces.

Cette analyse permettra de soulever des recommandations pour les entreprises s'interrogeant sur l'émergence de cette nouvelle technologie sur le marché.

	<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<b>Interne</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Développement de produits innovants permettant d'assurer la pérennité de l'entreprise</li><li>• Intégration de parts de marché représentatives</li><li>• Renforcement des partenariats scientifiques</li><li>• Augmentation des revenus permettant de réinvestir le CA dans l'innovation</li><li>• Amélioration de la prise en charge du patient</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Banalisation du terme d'« IA »</li><li>• Fantômes véhiculés autour de la technologie</li></ul>
<b>Externe</b>	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nouvelle génération de médecins à cibler</li><li>• Evolution de la médecine, des diagnostics et des prises en charge des patients</li><li>• Partage de connaissance via les partenariats</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coût important de financements de projets</li><li>• Réglementation à structurer</li><li>• Perte du savoir-faire dû à l'automatisation</li><li>• Perte de contrôle de la machine</li><li>• Avenir flou des médecins</li><li>• Avenir flou des industriels de santé</li><li>• Recherche avancée et plus rapide à l'étranger</li></ul>

Figure 14 : Analyse du SWOT de l'émergence du marché de l'IA en France

<sup>19</sup> SWOT (Strengths/Weaknesses/Opportunities/Threats) : Outil permettant d'évaluer les forces, faiblesses, opportunités et menaces d'une démarche stratégique

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### B. Plan d'actions : comment les entreprises doivent-elles intégrer l'intelligence artificielle à leurs activités ?

D'après l'analyse des entretiens semi-directifs, les recherches bibliographiques ainsi que les recherches annexes, on peut soulever plusieurs éléments de réponses sur les stratégies mises en place actuellement par des entreprises afin que celles qui s'interrogent, puissent appréhender le marché de l'IA avec plus de confiance.

Les entreprises modernes évoluent selon de nouvelles politiques, de nouvelles règles de fonctionnement visant à optimiser chaque étape du processus. C'est la loi des 5 zéro : zéro défaut, zéro panne, zéro stock, zéro délai et zéro papier.

Dans ce contexte, l'émergence de l'IA doit être perçue comme un impact positif et doit représenter une réelle opportunité pour les entreprises.

L'innovation représente un enjeu majeur d'avenir pour les industriels de santé. Cependant, l'accès à l'innovation est soumis à différentes contraintes que les entreprises doivent pallier.

Afin d'envisager au mieux l'avenir, l'entreprise devrait préparer en amont le terrain et faire preuve d'anticipation. Il serait judicieux de commencer par analyser les processus dans leur globalité afin de repérer les tâches rébarbatives, coûteuses et qui pourraient être automatisables (deep Learning, chatbot, assistants virtuels etc.) dans le but de gagner en temps et en efficacité. L'IA va avoir un double impact sur le travail : à la fois sur les emplois à faible valeur ajoutée mais aussi sur les tâches nécessitant des capacités cognitives plus importantes puisque du temps serait libéré aux praticiens qui n'auront plus à assurer les tâches basiques. Dans l'analyse, il serait important de prendre également en considération les indicateurs de performance (KPI), observer quelles tâches seraient améliorables et de quelle manière faire intervenir ces nouvelles technologies dans un but d'optimisation maximale.

Ce changement ne peut se faire sans l'implication des salariés pour lesquels l'organisation est clairement impactée. Il serait nécessaire de les préparer à l'intégration de l'intelligence artificielle dans leurs pratiques quotidiennes (réunions, groupes de travail etc.).

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Il faut tenir compte de l'impact de l'IA sur les personnes car elles seraient amenées à collaborer avec les machines. C'est ainsi le rôle des managers d'instaurer un climat de confiance de manière progressive et cela passe d'abord par la communication qui permet d'éviter toute résistance au changement. Le dialogue doit permettre de leur démontrer les impacts positifs de l'émergence de nouvelles technologies et les convaincre de leurs utilités. La gestion de ce changement de projet doit se faire également selon les compétences de chacun.

Concernant les salariés, le recrutement des chercheurs devrait être ciblé et spécifique. Ces derniers doivent être issus de cursus spécialisés dans l'enseignement supérieur. Les résultats de leurs recherches sont estimés à fort potentiel en vue de leurs parcours même s'ils sont plus coûteux pour l'entreprise qu'un développeur au cursus classique. Cependant, pour pallier l'aspect financier, l'Etat propose des bourses spécifiques ainsi que des crédits d'impôts.

Peu importe l'ancienneté du salarié dans l'entreprise, cette dernière devrait veiller à l'évolution du poste pour le personnel existant et veiller à ce que les nouveaux employés soient formés sur le domaine d'activité. Ainsi, l'entreprise pourrait proposer à ses employés une formation continue et spécifique à l'IA.

Il serait également nécessaire de faire un état des lieux des moyens techniques disponibles dans l'entreprise. Le département des ressources humaines devrait se doter de l'infrastructure nécessaire (matériel informatique avec puissance de calcul importante) ainsi qu'une base de données permettant d'entraîner les algorithmes.

Les données sont principalement contenues dans les dossiers médicaux des patients que l'on retrouve dans les hôpitaux ou médecins de ville (diagnostics, examens, antécédents etc.). L'accès aux données reste encore limité ; cependant des partenariats avec des centres hospitaliers sont possibles. De la même manière, des bases de données anonymes rendues possibles grâce aux dons de patients (images, diagnostic etc.) seraient également envisageables. De plus, des mesures sont prises : Dans le cadre du rapport Villani, une infrastructure appelée Health Data Hub sera mise à disposition et permettra de regrouper

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

les données du Système national des données de santé et de la recherche clinique et biologique.

De plus, les coûts de projets de recherche en intelligence artificielle sont considérables, c'est la raison pour laquelle les PME ou ETI peuvent bénéficier de subventions nationales voir européennes. Ces aides ont pour but d'aider les entreprises à être à la pointe de la technologie.

À la suite des entretiens menés ainsi qu'aux recherches effectuées, il est recommandé, pour le développement de produits dits innovants, d'instaurer un partage de connaissances par le biais de partenariats (laboratoires de recherche, start-ups, rachat de sociétés compétentes dans le domaine etc.). Effectivement, les laboratoires de recherche sont sollicités pour assister à des conférences dans le monde entier, ce qui permet d'être en quête de nouveautés. La collaboration avec les start-ups permet de gagner en temps et en agilité, contrairement aux difficultés qui peuvent être rencontrées dans des entreprises de taille considérable.

Il est également intéressant d'apprendre des autres entreprises ayant adopté les technologies de l'IA, les observer, analyser leurs réussites et leurs échecs éventuels afin de l'appliquer à l'entreprise. C'est ce que l'on appelle la veille concurrentielle

Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

Projection	Moyens financiers		Moyens techniques	Moyens structurels	Moyens humains	
Faire un état des lieux de ce que possède l'entreprise qui souhaite intégrer l'IA à ses activités	OUI	NON	Infrastructure informatique suffisante (Puissance de calculs etc.) Base de données en collaboration avec un établissement hospitalier Base de données anonyme basée sur le don des patients pour l'entraînement des algorithmes Analyser l'ensemble du processus de l'activité afin de définir les tâches rébarbatives et sans valeur ajoutée afin de les automatiser	Superficie de la surface de travail suffisante et adaptée au projet (locaux administratifs, locaux techniques etc.)	Personnel existant	Recrutement
	Investissements en R&D, spécialisé dans l'IA	Bourses Crédits d'impôts Subventions nationales/européennes Appel de fond d'investissement			Formation continue et spécifique IA via des entreprises de consulting Implication du personnel dans le projet (réunions, groupes de travail)	Recherche de profils spécifiques en enseignement supérieur et adaptés par le biais de chasseur de têtes + Formations spécifiques produit si nécessaire Implication du personnel dans le projet (réunion, groupes de travail)
Echéancier à partir du 1 <sup>er</sup> Janvier 2020	Immédiat	1 <sup>er</sup> trimestre pour effectuer les démarches administratives (Mars 2020)	1 <sup>er</sup> trimestre (Mars 2020)	Janvier - Février 2020	1 <sup>er</sup> semestre (Juin 2020)	1 <sup>er</sup> semestre (Juin 2020)
<b>Réaliser une veille technologique afin d'observer les entreprises ayant intégré l'IA à leurs activités</b> <b>Réaliser des partenariats avec des laboratoires de recherche, collaboration avec start-ups ou rachats de sociétés compétentes dans le domaine</b>						

Figure 15 : Plan d'actions pour une entreprise souhaitant intégrer l'IA à son activité

## Conclusion

Nous pouvons dire que l'intelligence artificielle est complexe à définir. Certaines personnalités donnent leurs propres définitions d'intelligence artificielle alors que d'autres tendent à qualifier cette intelligence d'« augmentée ». Bien qu'elle existe depuis environ 70 ans, elle connaît un plein essor depuis le développement de nos systèmes informatiques (rapidité des calculs, puissance des algorithmes etc.) Parmi les outils que comporte l'IA, on recense le Machine Learning et le Deep Learning, tous deux capables d'auto-apprentissage sans avoir été programmés au préalable. On peut retrouver cette IA dans de nombreux secteurs d'activité avec l'essor notamment du transport grâce aux véhicules autonomes (voitures, camions etc.).

Cette nouvelle technologie est également applicable au secteur médical. En effet, la radiologie fait face à une offre de soins jugée insatisfaisante (délais de rendez-vous excessifs, manquements en termes de soin et de prévention etc.).

De plus, une nouvelle médecine, appelée médecine des 3P (Préventive, Personnalisée, Prédicative) fait son apparition. C'est dans ce contexte que l'IA peut jouer un rôle déterminant notamment par la délégation de tâches répétitives et fastidieuses par les machines de telle sorte que le radiologue puisse favoriser la relation médecin/patient.

Bien que l'IA soit une réelle opportunité, elle contient également ses limites ; notamment la perte de contrôle des machines. Elle soulève également des questions de responsabilités respectives en cas d'erreurs. Enfin, il faut veiller, en amont, à discuter des problématiques liées à la sécurité et à la confidentialité des données. Ces questions sont toujours d'actualité ; c'est dans ce but que sont menées diverses actions au niveau national.

À la suite des entretiens semi-directifs menés auprès des acteurs de l'industrie médicale, plusieurs éléments de réponses sur les stratégies et méthodes de travail mises en place en sont ressortis. La première étape indispensable pour toute entreprise est d'anticiper en amont les besoins de l'entreprise afin de gagner en temps et en efficacité. Le but étant de faciliter les tâches quotidiennes en les déléguant aux machines. La préparation en amont doit se faire également au niveau du département des ressources humaines (gestion des compétences, communication, implication du personnel etc.)

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

A savoir que les entreprises peuvent bénéficier d'aides provenant de l'Etat concernant le financement de nouveaux salariés aux cursus spécialisés. De plus, les coûts de recherche en intelligence artificielle étant considérables, les entreprises ont la possibilité d'être éligibles à des subventions nationales voir européennes. Les industriels médicaux peuvent également faire appel à des fonds d'investissement.

Le choix des infrastructures a aussi son importance puisque cela constitue la base de travail pour développer de nouvelles solutions. Concernant l'accès aux données, plusieurs dispositifs et mesures sont possibles : partenariats avec les centres hospitaliers ou médecins de villes, les bases de données des patients basées sur l'anonymat ainsi que des bases de données fournies par l'Etat dans le cadre du rapport Villani.

Dans un souci d'innovation, il est recommandé d'instaurer un partage de connaissances par le biais de nombreux partenariats (laboratoires de recherches et start-up).

Enfin, pour toute entreprise ayant fait le choix de développer l'intelligence artificielle ou qui souhaiterait le faire, il est conseillé d'observer et d'analyser les expériences des autres entreprises du domaine, ce qu'on appelle la veille concurrentielle. Il peut être également judicieux, si jugé nécessaire, de procéder à des rachats d'entreprises compétentes dans le domaine dans un souci de gain de temps et d'efficience.

## Bibliographie

- [1] HEUDIN J-C., D'où vient le concept d'intelligence artificielle, [Disponible en Ligne], <https://iatranshumanisme.com/2015/08/08/interview-comment-est-nee-lintelligence-artificielle/>
- [2] DEMIRDIJAN H., Novembre 2007, La radiographie (I) – Histoire de la découverte des rayons X et de leur application en médecine, [Disponible en Ligne], <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/la-radiographie-i-histoire-de-la-decouverte-des-rayons-x-et-de-leur-application-en-medecine-1196>
- [3] DELAHAYE JP., L'intelligence artificielle et le test de Turing, [Disponible en Ligne], <https://culture.univ-lille1.fr/fileadmin/Ina/Ina66/Ina66p04.pdf>
- [4] STROMBER J., Juin 2012, Are You Chatting With a Human or a Computer? [Disponible en Ligne], <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/are-you-chatting-with-a-human-or-a-computer-131277499/>
- [5] INSTITUT FRANÇAIS DES RELATIONS INTERNATIONALES, Octobre 2018, NOEL J-C., Intelligence Artificielle : Vers une nouvelle révolution militaire ? [Disponible en Ligne], [https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/fs84\\_noel.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/fs84_noel.pdf)
- [6] JULIA L., Janvier 2019, L'intelligence artificielle n'existe pas, [Disponible en Ligne], <https://www.actuia.com/actualite/lintelligence-artificielle-nexiste-pas-entretien-avec-luc-julia-co-createur-de-siri-et-vice-president-de-linnovation-chez-samsung/>
- [7] Comment l'intelligence artificielle va changer vos vies, Décembre 2017, Paris, Liberation/France Inter, p11
- [8] VILLANI C., Septembre 2017, Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne, [Disponible en Ligne], [https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani\\_Presse\\_FR-VF.pdf](https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Presse_FR-VF.pdf)
- [9] THE ROYAL INSTITUTE OF INTERNATIONAL AFFAIRS, Janvier 2017, CUMMINGS M.L., Artificial Intelligence and the Future of Warfare, [Disponible en Ligne], <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf>
- [10] JULIA L., Janvier 2019, L'intelligence artificielle n'existe pas, Editions First
- [11] JULIA L., Janvier 2019, L'intelligence artificielle n'existe pas, Editions First, p266-273
- [12] AUDEVARD A., Septembre 2017, Le machine learning de A à Z, [Disponible en Ligne], <https://www.actuia.com/actualite/machine-learning-de-a-a-z-replay-de-conference-dalexia-audevart-salon-de-data/>

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

- [13]** NACHEZ S., Février 2018, Qu'est-ce que le Deep Learning, [Disponible en Ligne], <https://www.actuia.com/actualite/quest-deep-learning/>
- [14]** COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES, Novembre 2017, L'essentiel sur la voiture autonome, [Disponible en Ligne], <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-voiture-autonome.aspx>
- [15]** Les cinq niveaux d'autonomie de la voiture, [Disponible en Ligne], <https://fr.scribd.com/document/365301484/Voitures-Autonomes>
- [16]** GANASCIA J-G., Mars 2019, De l'intelligence artificielle à la singularité technologique, [Disponible en Ligne], <https://www.espace-sciences.org/conferences/de-l-intelligence-artificielle-a-la-singularite-technologique>
- [17]** HEUDIN J-C., Février 2015, Intelligence artificielle : faut-il avoir peur des robots ? [Disponible en Ligne], <https://www.usine-digitale.fr/article/intelligence-artificielle-faut-il-avoir-peur-des-robots.N314918>
- [18]** Pwc France, l'IA : un outil au service des hommes et des entreprises, [Disponible en Ligne], <https://www.pwc.fr/fr/decryptages/humain/intelligence-artificielle-comment-tirer-parti-de-ces-nouveaux-amis.html>
- [19]** PRINTZ J., 1<sup>er</sup> trimestre 2019, Les limites technologiques et humaines de l'intelligence artificielle, [Disponible en Ligne], [https://www.xerficanal.com/strategie-management/emission/Jacques-Printz-Les-limites-technologiques-et-humaines-de-l-intelligence-artificielle\\_3746601.html](https://www.xerficanal.com/strategie-management/emission/Jacques-Printz-Les-limites-technologiques-et-humaines-de-l-intelligence-artificielle_3746601.html)
- [20]** COMMISSION NATIONALE DE L'INFORMATIQUE ET DES LIBERTES, Décembre 2017, Comment permettre à l'Homme de garder la main ? Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle, [Disponible en Ligne], <https://www.cnil.fr/fr/comment-permettre-lhomme-de-garder-la-main-rapport-sur-les-enjeux-ethiques-des-algorithmes-et-de>
- [21]** BENYAHIA B., BOYER S., Octobre 2018, Imagerie et IA : un duo à réguler finement au bénéfice du patient, [Disponible en Ligne], <http://www.thema-radiologie.fr/actualites/2169/imagerie-et-ia-un-duo-a-reguler-finement-au-benefice-du-patient.html>
- [22]** OPHTAI, 2019, Intelligence Artificielle pour le dépistage de la rétinopathie diabétique [Brochure]

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

- [23] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Prévention de la cécité et des déficiences visuelles : Maladies oculaires prioritaires, [Disponible en Ligne], <https://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index6.html>
- [24] OPHTAI, 2019, Plateforme Web avec Intelligence Artificielle pour le dépistage de maladies oculaires [Brochure]
- [25] BERANGER J., Avril 2019, Quelle éthique pour l'IA en santé, [Disponible en Ligne] <https://www.sanofi.fr/fr/labsante/quelle-ethique-pour-l-ia-en-sante>
- [26] FEDERATION NATIONALE DES MEDECINS RADIOLOGUES, Juin 2018, L'intelligence artificielle : rêve ou cauchemar du radiologue, P96-100, [Disponible en Ligne], [https://www.fnmr.org/publication/autres/pdf/201810\\_fnmr\\_livre\\_ia.pdf](https://www.fnmr.org/publication/autres/pdf/201810_fnmr_livre_ia.pdf)
- [27] GRAWITZ M., 2001, Méthodes des sciences sociales, 11<sup>ème</sup> éd., Paris, Dalloz, p644
- [28] HABCHI K., Septembre 2011, Vers une valorisation du territoire de Moselle et Madon par les activités physiques de pleine nature, [Disponible en Ligne], [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDSCI\\_M\\_2011\\_HABCHI\\_KARIM.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDSCI_M_2011_HABCHI_KARIM.pdf)
- [29] POISSON M., Octobre 2008, Les différents types d'entretien, [Disponible en Ligne], <http://cours-ifcs-brunopoupin.wifeo.com/documents/Les-diffrents-Types-dentretiens.pdf>
- [30] SAVOIR-ZACJ L., 1995, Comment peut-on construire un échantillonnage scientifiquement valide ? Recherches qualitatives, Hors-Série N°5, Pages. 99 à 111
- [31] MILES M., HUBERMAN M., 2003, Analyse des données qualitatives. Edition De Boeck, 626 Pages.
- [32] ANDREANI J-C.& CONCHON F., Méthodes d'analyse et d'interprétation des études qualitatives : état de l'art en marketing, [Disponible en Ligne], [https://www.academia.edu/6938970/METHODES\\_DANALYSE\\_ET\\_DINTERPRETATION\\_DES\\_ETUDES\\_QUALITATIVES\\_ETAT\\_DE\\_LART\\_EN\\_MARKETING](https://www.academia.edu/6938970/METHODES_DANALYSE_ET_DINTERPRETATION_DES_ETUDES_QUALITATIVES_ETAT_DE_LART_EN_MARKETING)
- [33] ROMELAER P., 2005, « Chapitre 4. L'entretien de recherche ». Dans : P. Roussel & F. Wacheux (Dir), Management des ressources humaines : méthodes de recherche en sciences humaines et sociales (pp101-137), Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### Glossaire

IRM : Imagerie par résonance magnétique

PACS : Picture and Archiving Communication System (Archivage et transmission d'images médicales)

IA : Intelligence Artificielle

IFRI : Institut Français des Relations Internationales

CEA : Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives

OICA : Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles

CNRS : Comité National de la Recherche Scientifique

PIB : Produit Intérieur Brut

CMSL : Centre de Maîtrise des Systèmes et Logiciels

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

CNOM : Conseil National de l'Ordre des Médecins

UNIR : Union Nationale des Internes et jeunes Radiologues

BPI : Banque Publique d'Investissement

KPI : Key Performance Indicator (Indicateurs clés de performance)

PME/ETI : Petites et Moyennes Entreprises/Entreprises de Taille Intermédiaire

SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces)

# *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

## Table des figures

FIGURE 1 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU TEST DE TURING .....	6
FIGURE 2 : SCHEMA REPRESENTANT LES 7 GRANDES SOUS-PARTIES AUTOUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE .....	10
FIGURE 3 : SCHEMA RECAPITULATIF DU MACHINE LEARNING. ....	11
FIGURE 4 : SCHEMA REPRESENTANT LE RESEAU D'APPRENTISSAGE PROFOND, « DEEP LEARNING » .....	12
FIGURE 5 : LES CINQ NIVEAUX D'AUTONOMIE DE LA VOITURE SELON L'OICA .....	14
FIGURE 6 : TABLEAU PRESENTANT LES DEFIS TECHNOLOGIQUES DES VEHICULES AUTONOMES AINSI QUE LES PISTES DE PROGRES .....	16
FIGURE 7 : TABLEAU PRESENTANT LES DEFIS LEGISLATIFS LIES A LA MISE SUR LE MARCHE DES VEHICULES AUTONOMES .....	17
FIGURE 8 : SCHEMA REPRESENTANT LES MILLIARDS D'EUROS GENERES PAR L'IA PAR SECTEUR GEOGRAPHIQUE.....	20
FIGURE 9 : GRAPHIQUE REPRESENTANT LE POURCENTAGE D'ETUDIANTS IMPLIQUES DANS UN PROJET D'IA .....	31
FIGURE 10 : GUIDE D'ENTRETIEN REALISE POUR LES ENTRETIENS SEMI-DIRECTIFS .....	39
FIGURE 11 : TABLEAU RECAPITULATIF DES PERSONNES INTERVIEWEES .....	40
FIGURE 12 : ANALYSE DU SWOT VU PAR LES INDUSTRIELS .....	50
FIGURE 13 : ANALYSE DES FACTEURS CLES DE REUSSITE .....	52
FIGURE 14 : ANALYSE DU SWOT DE L'EMERGENCE DU MARCHE DE L'IA EN FRANCE .....	53
FIGURE 15 : PLAN D'ACTIONS POUR UNE ENTREPRISE SOUHAITANT INTEGRER L'IA A SON ACTIVITE.....	57

## Table des matières

REMERCIEMENTS .....	1
Sommaire .....	2
Introduction .....	3
Partie 1 : Revue de littérature .....	5
I. L'intelligence artificielle : un marché en pleine croissance .....	5
A. Une multitude de définitions .....	5
a. Comment définir l'Intelligence Artificielle ? .....	5
b. Comment définir l'Intelligence Augmentée ? .....	8
B. Le fonctionnement de l'Intelligence Artificielle .....	9
a. Machine Learning (Apprentissage automatique ou supervisé) .....	10
b. Deep Learning (Apprentissage profond).....	12
C. Exemples de domaines d'application.....	13
a. Exemple des voitures autonomes.....	13
b. Exemple du robot humanoïde, « Sophia ».....	17
D. Les limites de l'Intelligence Artificielle.....	20
II. L'intelligence artificielle dans le monde de la radiologie.....	24
A. L'intelligence artificielle et la radiologie : un duo à calibrer .....	25
B. Exemple d'OphtAl.....	26
C. L'éthique en santé : risques et questionnement.....	28
a. La perte de contrôle.....	28
b. La déresponsabilisation .....	29
c. L'éthique des données de santé .....	29
d. Le questionnement éthique : actions mises en place .....	30
D. L'Intelligence Artificielle perçue par la nouvelle génération .....	31
Partie 2 : Méthodologie de l'étude de terrain .....	34
I. L'entretien .....	34

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

A.	Un outil efficace et adaptable.....	34
a.	Les différents types de méthodes qualitatives .....	35
b.	L'entretien semi-directif.....	35
c.	Outillage nécessaire à l'entretien semi-directif.....	36
d.	Délimitation de l'étude .....	37
B.	Analyse des données .....	37
a.	Retranscription des données .....	37
b.	Codage des données.....	37
c.	Classification des données selon les méthodes de codage.....	38
II.	Le guide d'entretien.....	38
A.	Structure du guide .....	38
III.	Réalisation des entretiens.....	40
A.	Prise de contact.....	40
Partie 3 : Résultats des entretiens .....		41
I.	Analyse transverse entre entretiens .....	41
A.	Les impacts de l'intelligence artificielle sur la profession des industriels .....	41
B.	Les opinions des industriels sur l'intégration de l'IA en radiologie .....	43
C.	Les enjeux de l'intelligence artificielle pour les industriels de santé.....	45
D.	La genèse de l'IA.....	47
E.	Le SWOT de l'IA vu par les industriels .....	49
F.	Les facteurs clés de réussite.....	51
Partie 4 : Préconisations et recommandations.....		53
I.	Synthèse du diagnostic .....	53
A.	Analyse du SWOT .....	53
B.	Plan d'actions : comment les entreprises doivent-elles intégrer l'intelligence artificielle à leurs activités ?.....	54
Conclusion .....		58

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Bibliographie .....	60
Glossaire.....	63
Table des figures .....	64
Annexe.....	I

# Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?

## Annexe

### Guide d'entretien sur l'impact de l'arrivée de l'IA perçu par les entreprises

Nom : VORMS

Prénom : François

Entreprise : Canon Medical System

Fonction : Directeur General

Mail : [francois.vorms@eu.medical.com](mailto:francois.vorms@eu.medical.com)

=====

### Introduction

Bonjour, Je me présente, je suis Pauline SELLIER. Je suis étudiante en Master 2 Marketing des Produits de Santé à l'ILIS (Institut Lillois d'Ingénierie de la Santé) à Lille. Dans le cadre de mon mémoire de fin d'études, j'ai choisi de travailler sur un sujet d'actualité, qui est l'Intelligence Artificielle. J'ai souhaité me focaliser sur une problématique plus précise, qui est la suivante : « Comment les entreprises s'adaptent-elles à l'arrivée de l'IA sur le marché ? ».

Avant de commencer, m'autorisez-vous à enregistrer cet entretien ?

#### 1) **PS** : Pouvez-vous me parler un peu de vous et de votre poste ?

**FV** : Je suis François VORMS, je suis Directeur Général de Canon Medical France depuis un peu plus de 10 ans. Canon Medical France c'est anciennement Toshiba Medical France qui est la division de Toshiba et qui est une entité qui fabrique du matériel d'imagerie (échographie, scanner, IRM, salles d'angiographie pour la radiologie conventionnelle) qui sont aussi pour une partie dans tout ce qui concerne le traitement, le post-traitement d'images. C'est là d'ailleurs que l'IA joue son rôle. Puis un savoir faire qui va aussi pouvoir avoir un intérêt, qui est la fabrication (alors ça n'a jamais été fait sous la marque TOSHIBA et ne le sera jamais sous CANON) mais on fabrique pour certaines sociétés des analyseurs de sang.

Mais le cœur de métier aujourd'hui c'est le matériel d'imagerie et tout ce que cela comporte autour, à la fois dans le développement des systèmes de captation d'images mais aussi de traitement et de post-traitement.

|

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

- 2) **PS** : Quels sont les impacts de l'Intelligence Artificielle pour votre profession ? N'hésitez pas à donner des exemples, des illustrations afin que ce soit plus concret.

**FV** : Alors on est tous à travailler effectivement sur l'IA, alors ce qu'il faut savoir c'est que l'IA existe depuis plus d'une dizaine d'années. Nous on a l'habitude dans nos propos de dire qu'il existe 3 niveaux d'IA : L'IA basique : On demande à une machine de faire ce que l'homme peut faire. On a, en imagerie, ce qui existe depuis une 10aine d'années, ce qu'on appelle les CAD c'est-à-dire des systèmes qui vont faire un repérage, un entourage, un comptage sur une image : on délimite un contour, et puis on lui apprend et une fois que la machine sait reconnaître un gris clair d'un gris foncé qu'elle va faire un contour. De manière que le médecin puisse ainsi interpréter ce que la machine a préparé.

Ensuite il y a ce que l'on appelle le machine Learning : C'est donc le deuxième niveau le plus profond de l'Intelligence Artificielle. On considère que l'on apprend à la machine à reconnaître des choses et puis, par elle-même, au fur et à mesure, elle continue à s'enrichir.

Ensuite, on a le dernier niveau qui est le deep Learning : C'est finalement une machine Learning qui est reliée avec le Big Data et là on va avoir une machine qui apprend et qui va intégrer une somme de datas qui va lui permettre d'être toujours plus précise.

Donc nous, on est complètement dans ce domaine-là jusqu'au Deep Learning et les premières applications de l'IA et du Deep Learning, nous, alors on n'est pas les seuls parce que certains sont en train de nous rejoindre mais nous on l'a adapté pour la qualité de l'image, la définition et l'amélioration des images.

Je m'explique : Aujourd'hui, quand on fait une imagerie notamment avec des rayons X, si l'on veut avoir une image extrêmement définie, il faut mettre beaucoup de rayons. Si on met moins de rayons, on a du bruit. Donc ce que l'on a fait avec notre système de reconstruction itérative, on a créé un algorithme qu'on entraîne en usine avec des centaines de milliers d'images pour lui faire reconnaître, à chaque fois, sur une image prédéterminée que la machine est capable de reconnaître ce qui est du bruit de ce qui n'en est pas, donc de reconnaître les artéfacts. Donc du coup, cela nous a permis une fois que cet algorithme est entraîné, de l'implanter (parce que d'un point de vue légal, on n'a pas le droit de laisser une machine qui continue d'apprendre toute seule) dans notre scanner puisque la première application était pour le scanner. Aujourd'hui, quand un examen est fait, on a donc besoin de moins de dose donc on va moins irradier le patient et puis, on va pouvoir faire parfois des examens plus rapides. C'est donc l'impact d'avoir moins de dose et d'avoir même pour une image à dose égale, une image encore plus définie et l'avantage que cela va avoir c'est que cela va permettre aux praticiens de gagner du temps (une image nette permet un diagnostic plus facile donc moins de fatigue, plus de rapidité et donc plus de temps patient). Voilà ce qu'a donc été la première application chez nous de l'IA.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Vous avez dû voir dans la presse qu'on a installé notre premier site à Dijon et on va donc continuer.

On a une autre approche aussi pour l'IRM, qui est là un peu plus compliquée. Pour avoir une bonne image, il ne faut pas que le patient ne bouge ni qu'il soit stressé. Il faut des séquences longues et donc de la même façon, avec ces séquences si on les fait plus courtes, on aura une moins bonne définition. Avec l'aide de l'IA, on va reconstruire (c'est pour ce que nous appelons le Deep Learning Reconstruction) une image qui va être fiable, parfaite, basée sur des centaines de milliers d'exams et qui vont nous permettre de gagner en temps et en précision.

Là-dessus, on n'est pas les seuls puisqu'il y a une société américaine qui parle aussi de DLR. Mais voilà c'est la première approche que l'on a de l'IA, soit la reconstruction d'images grâce au big data.

Le deuxième axe de développement que l'on a c'est sur la précision là aussi, cad que l'on a pour ce qui est de canon développé un scanner avec des détecteurs extrêmement fins qu'on va avoir une palette de gris, une échelle de gris extrêmement importante et qui est supérieure à ce que peut détecter l'œil humain. L'IA va pouvoir distinguer ces différents niveaux de gris et on pense que l'on va pouvoir faire des diagnostics encore plus précoces sur une image qui pourrait apparaître avec un gris homogène à l'œil humain.

La machine pourra reconnaître ces différents niveaux de gris et pouvoir mettre sans doute en évidence des anomalies anatomiques telles que les tumeurs à un stade plus précoce.

Après, on a la reconnaissance des éléments constitutifs sur des reconnaissances de textures avec un algorithme mis en place qui peut comparer par rapport à sa base de données incluant des centaines de milliers d'exams.

Ensuite, on a aussi des positionnements automatiques de coupe ou de malades pour qu'ils soient positionnés dans la machine de façon optimale, ce qui évite de refaire des exams. La difficulté est de se rendre compte que l'examen n'est pas satisfaisant pour interpréter et il faut recommencer et c'est source de stress, irradiations, perte de temps. L'IA permet de gagner en qualité mais aussi va avoir un impact sur les organisations.

Aujourd'hui, il n'y a plus de médecine sans imagerie quel que soit le médical. Les maladies chroniques, même le cancer ne se guérit pas totalement mais les risques de mort diminuent car il y a de plus en plus de suivi et d'exams qui sont réalisés. Inflation importante du nombre d'exams aidée par l'IA car moins de temps et ce sera plus sûr. C'est une mini-révolution qui est en train de démarrer.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### 3) **PS : Que pensez-vous de l'intégration de l'Intelligence Artificielle en radiologie ?**

**FV :** L'idée n'est surtout pas de remplacer le radiologue car on en aura toujours besoin mais on sait que sur certains examens, il y a des études qui ont été faites aux Etats-Unis. Pour n'importe quel être humain performant, au bout d'un certain temps il va y avoir une fatigue oculaire et/ou cérébrale. Quand un praticien lit plusieurs examens à la suite, le taux de risques de passer à côté d'une anomalie s'accroît. Si une partie de ce qui est le basique est faite par la machine, le médecin va avoir une aide car la machine va pousser une alerte de manière que le médecin ne passe pas à côté d'une image.

Il y a un réel intérêt pour le diagnostic, pour la sécurité, pour l'organisation. Ce sont un peu pour moi les 3 éléments.

Généralement, les examens s'enchaînent et ce n'est que dans l'après-midi que les médecins vont faire du post-traitement et vont interpréter les images. Aujourd'hui, on sait déjà faire. Au fur et à mesure que l'on fait les examens, la machine commence à analyser les examens pendant que le médecin réalise l'examen d'un autre patient. En faisant cette première analyse, la machine va pouvoir hiérarchiser les patients à traiter en priorité. Par ce biais de l'IA, on est encore dans l'organisation et le workflow.

### 4) **PS : Quels sont les enjeux pour votre entreprise ? (Enjeu d'innovation, enjeu financier etc.... afin d'étudier chaque type impact)**

**FV :** On est dans une activité influencée par l'innovation donc c'est sûr que si on n'est pas dans ce domaine, on va très vite être débordés et ne plus être dans la performance. C'est un passage obligé, un impératif pour une société dans l'image d'investir dans l'IA.

Ces impacts sont aussi financiers évidemment. Il faut pouvoir offrir ce service à nos clients.

### 5) **PS : Quels moyens mettez-vous en place pour intégrer l'IA au sein de votre entreprise, quel a été le processus de développement ?**

**FV :** Il y a des développements qui peuvent oui se faire avec des start-ups pour gagner en temps et en agilité par rapport à la lourdeur qu'on peut avoir dans de grosses sociétés.

C'est essentiellement des développements qui sont faits au niveau de la maison mère donc au Japon. Je sais qu'on est à 12% du CA consacré à la recherche et au développement. Par contre, je ne connais pas celle qui est consacrée à l'IA. C'est un investissement important qui se décide au niveau Corporate.

Nous, dans les géographies (Europe, Etats-Unis, France), on peut faire une veille technologique de ce qui peut se faire dans les sociétés autour de nous mais on n'a pas cette indépendance.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Bon en Europe, on a un des centres de recherche d'excellence en IA à Edimbourg en Ecosse mais cela s'est fait car ça vient d'un historique de rachat d'une société de post-traitement que l'on a développé.

On a aussi une société qui est une émanation d'une autre société qu'on avait racheté qui est OLEA MEDICAL. Ils ont créé une start up qui fait aussi du développement d'IA. C'est un partenariat qui se fait aussi avec le groupe.

### **6) PS : Quelles sont les interrogations auxquelles vous avez dû faire face ou qui sont toujours d'actualité ?**

**FV :** Au sein de l'entreprise, non. Au contraire. C'est à la fois une fierté. Nous étions les premiers à commercialiser cela. Cela montre qu'on est à la pointe de l'innovation.

Après par rapport aux praticiens, il y a eu cette époque il y a 1 an où le métier du radiologue était remis en question. Il y avait des appréhensions quant à la fin du métier de radiologue.

Les questions sont plus au niveau de la machine et du machine Learning. Les questions étaient « est ce que si l'on utilise une machine, on peut encore la contrôler ? »

C'est un algorithme défini et qui est entraîné par rapport à une base de données et qui va jusqu'à un certain niveau. Une fois que le module est implanté dans la machine, il réagit en fonction de ce qui lui a été appris mais il n'apprend pas sur les examens qui sont réalisés sur site. C'était une réflexion qui était faite à l'époque.

En revanche, comme c'est qqch de vivant, cela ne nous empêche pas nous dans le labo de recherche de continuer à engranger des examens qui viennent de nos machines et de renforcer la puissance de cet algorithme et donc on va avoir des versions, des upgrades, qui permettront à notre module d'IA de faire toujours plus précis, de faire de nouvelles indications (ex : neuro), d'affiner l'existant.

Après tout comme n'importe quel matériel médical, on fait face à des contraintes (réglementation, marquage CE, contrainte de preuve d'efficacité et sécurité).

C'est vrai que notre premier module installé à Dijon à amener les praticiens à faire évoluer leurs stratégies thérapeutiques sur certaines indications.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### **7) PS : Quels sont, selon vous, les forces de ce nouveau business ?**

**FV :** Les avantages c'est ceux que l'on a défini :

Pour la société : développement qui assure la pérennité de l'entreprise et on renforce les partenariats scientifiques pour les patients et avec les professionnels de santé

Cela nous permet d'être plus présents sur le marché donc que du bénéfice. On est là pour apporter de l'innovation donc si on a une empreinte sur le marché importante, on a plus de revenus et donc on peut continuer à faire de l'innovation. Le but n'est pas de faire l'argent pour faire de l'argent, c'est de réinvestir notre CV dans l'innovation et aller plus vite et la finalité c'est de mieux traiter les patients.

On préfère que nos proches aient de bons examens.

Le patient reste au cœur de la philosophie de Canon. On n'a jamais été dans une dynamique de compromis ou d'options. Par exemple, un scanner n'est pas anodin. A l'époque, les doses d'irradiation étaient importantes. Le jour où on a réussi à développer des outils de réduction de dose, ce n'était pas quelque chose d'optionnel.

L'IA est un peu particulier aujourd'hui car ça a coûté beaucoup d'argent à développer. Cela reste encore optionnel mais ce sera par la suite quelque chose qui sera intégré automatiquement sur tous les scanners de toutes gammes.

### **8) PS : Quels sont, selon vous, les faiblesses de ce nouveau business ?**

**FV :** Pour moi, comme j'ai dit précédemment, l'IA est un peu particulière aujourd'hui car ça a coûté beaucoup d'argent à développer et cela va coûter encore. Pour l'instant c'est encore optionnel mais cela devrait être par la suite quelque chose qui sera intégré automatiquement dans les outils et les pratiques quotidiennes.

### **9) PS : Quels sont, selon vous, les opportunités de ce business ?**

**FV :** Comme je l'ai dit, c'est optionnel aujourd'hui mais cela deviendra « normal » par la suite et ce sera une opportunité pour nous, industriels de santé.

### **10) PS : Quels sont, selon vous, les menaces de ce business ?**

**FV :** Développer des choses pareilles à un coût et l'accès à l'innovation n'est pas gratuit. Notre domaine est sinistré à ce niveau-là. On a besoin d'avoir des retours sur investissement nous derrière, c'est pour cela qu'on se bat contre notre syndicat pour essayer de faire comprendre aux autorités que l'innovation a un coût.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

### 11) **PS** : Selon vous, selon votre expérience, quels sont les facteurs clés de réussite ?

**FV** : Ça va passer par la notion et la compréhension des professionnels de santé de l'intérêt de ces modules et c'est essentiellement sur ce point. C'est pour cela que l'on a beaucoup communiqué. C'est quelque chose qui apporte.

Par exemple le Pr à Dijon a vu tout de suite l'intérêt sur le scanner des urgences en termes de gain de temps, de sécurité.

Le facteur de succès c'est l'adoption et que ce soit considéré comme qqch d'incontournable. On est moins dans une approche marketing mais plutôt dans de l'innovation. C'est ce qu'on a connu un peu sur les véhicules avec l'ABS. Maintenant, on le retrouve sur toutes les gammes.

C'est la même chose pour la reconstruction d'images/la détection, c'est quelque chose qui va devenir générique et qui sera présente sur toutes les machines.

Par rapport à la société, on doit faire face à des contraintes de coût parce que de la même façon, si je fais le parallèle avec l'automobile, l'ABS était qqch qui coûtait très cher. Il y a eu une adoption en termes de sécurité, d'intérêt. Il doit y avoir un développement de l'utilisation et d'obligation.

Les professionnels globalement sont tous convaincus. Aujourd'hui, développer des choses pareilles a un coût. C'est l'accès à l'innovation, c'est tout le travail que les industriels essaient de faire. Notre domaine est assez sinistré en termes de prix. Il y a beaucoup de négociation, les prix sont de plus en plus bas et l'innovation a un coût. On se bat beaucoup à travers notre syndicat, le SNITEM pour essayer de faire comprendre aux autorités que l'accès à l'innovation n'est pas gratuit. On a besoin d'avoir un minimum de retour sur investissement derrière.

### 12) **PS** : Pour conclure cet entretien, connaissez-vous d'autres expériences en termes d'application de l'IA dans le secteur de la santé. Si oui, qu'en pensez-vous ?

**FV** : Oui alors c'est l'IA en termes de montée d'un niveau. Finalement, l'imagerie et tout ce que l'on a soit un élément d'une vision un peu plus globale pour le côté prédictif et préventif de la maladie. Se dire qu'avec l'IA, on va intégrer les données en imagerie et on va les croiser avec des données cliniques, d'analyse. Si on arrive à développer des algorithmes qui corréle l'image à une pathologie, à un profil génomique, à des données d'analyses, épidémiologiques. Seule la machine pourra intégrer ces datas. Il existe déjà des réunions de concertations professionnelles où les professionnels se réunissent et échangent sur un cas particulier. Le but est que les données soient utiles à toutes les spécialités.

*Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

13) **PS** : Connaissez-vous d'autres acteurs de la santé avec lesquels je pourrai réaliser cet entretien ?

**FV** : Philips, GE, Siemens qui auront des approches similaires mais aussi différentes. Je sais que pour Philips, ils sont sur la réalité augmentée.

A voir avec les 3 autres grands.

Il y a d'autres domaines où je pourrai éventuellement vous faire passer des contacts.

Il pourrait y avoir une société qui est l'émanation d'OLEA MEDICAL avec un de mes contacts qui n'est pas médecin mais informaticien et qui travaille sur l'Intelligence Artificielle. Il a de l'expérience, il pourrait vous apporter quelques éléments.

## *Comment les entreprises du secteur médical s'adaptent-elles à l'arrivée de l'Intelligence Artificielle sur le marché ?*

Pauline SELLIER

Master 2 Healthcare Business

Plusieurs définitions de l'intelligence artificielle coexistent et se complètent ; il s'agit à la fois d'un programme informatique **complexe** et d'un système permettant de **mimer** le comportement du **cerveau humain**. Un seul but : **faciliter** nos tâches quotidiennes et **favoriser** l'humain. Grâce au développement des technologies informatiques, l'intelligence artificielle est en plein essor. Elle devient alors un véritable attrait pour les constructeurs d'équipements médicaux qui doivent rester **compétitifs** face à une concurrence importante sur le marché. La finalité est **l'amélioration** de la **prise en charge des patients**, la **maîtrise** de ces systèmes tant sur le plan technologique que sur le plan réglementaire ainsi que **l'accompagnement** des professionnels de santé dans les **changements** de leurs pratiques quotidiennes.

L'objet de ce mémoire vise alors à analyser quelles **stratégies** et **méthodes de travail** sont mises en place par les entreprises du secteur médical afin de rester attractifs sur le marché. La mise en place de différents **partenariats** pourrait donc apporter des solutions aux problématiques nombreuses que rencontrent les différents acteurs et protagonistes de l'IA.

**Mots-clés** : complexe, mimer, cerveau humain, faciliter, favoriser, compétitif, amélioration, prise en charge patients, maîtrise, accompagnement, changements, stratégies, méthodes de travail, partenariats

### **How are medical companies adapting to the arrival of artificial intelligence on the market?**

Several definitions of artificial intelligence coexist and complement each other; it is both a **complex** computer program and a system for **mimicking** the behavior of the **human brain**. One goal: **facilitate** our daily tasks and **promote** the human. Thanks to the development of computer technologies, artificial intelligence is booming. It becomes a real attraction for medical devices manufacturers who must remain **competitive** to face competition of the market. The aim is to **improve the patient care**, **control** of these systems both technologically and regulatory plan and **support** for health professionals in the **changes** in their daily practices.

The purpose of this thesis is to analyze what **strategies** and **methods of work** are put in place by the medical companies in order to remain attractive on the market. The establishment of different **partnerships** could provide solutions to the many problems that face the different actors and protagonists of AI.

**Keywords**: complex, mimicking, human brain, facilitate, promote, competitive, improve, patient care, control, support, changes, strategies, methods of work, partnerships