

Projet enjeux

ÉTATS DES LIEUX

Auteurs :

M. Amine NAIT CHARIF
M^{lle} Doha FEDDOUL
M. Youssef CHOUHAIDI
M. Florian NOUBOUSSI

Encadrants :

M. Fayçal NOUSHI
M. Hassan KHALILI

Version 1.0
du 20 février 2020

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
2	L'intelligence artificielle et le machine learning	3
2.1	L'intelligence artificielle :	3
2.2	Le machine learning	4
3	Le machine learning sous python	9
3.1	les librairies dédiées au machine learning	9
3.2	Quelques algorithmes en python de machine learning	9
4	les logiciels de traitement d'images médicales dans le monde et au maroc :	11
4.1	logiciel utilisés à travers le monde	11
4.2	Logiciel utilisés au Maroc	15
4.3	l'intelligence artificielle contribue aux recherches sur le cancer	15
	Conclusion	23

Table des figures

4.1	Résultat obtenu par un logiciel capable de détecter le cancer du sein (il identifie la région de la tumeur en rouge, et les régions saines en bleu)	. . .	12
-----	---	-------	----

Chapitre 1

INTRODUCTION

Après notre premier livrable concernant les prérequis à savoir sur les images médicales, les cancers et leurs détections, nous poursuivons avec une recherche sur les logiciels présents sur le marché ; tant à l'international qu'au Maroc.

Une première étude de l'état des lieux nous a permis de remarquer un fort emploi d'Intelligence Artificielle (IA ou AI en anglais pour Artificial Intelligence) et du Machine Learning (M.L). En effet l'I.A depuis son avènement, ne cesse de prendre de l'importance au sein des différents domaines où elle est appliquée. Ceci est dû au fait qu'elle permet de réaliser le traitement, avec un temps court et une précision jusqu'à présent au-dessus de celle humaine, d'énormes quantités de données ; une chose assez difficile pour l'Homme car soumis à des contraintes naturelles telles que la fatigue et la limite actuelle des aptitudes de son cerveau. Presque la quasi-totalité des secteurs d'activités au XXI^{ème} siècle sont ainsi touchés par les concepts d'I.A et de M.L, le secteur médical étant l'un des premiers. En effet, la phase de diagnostic en médecine est une étape importante car elle peut, en cas d'un diagnostic rapide d'une maladie chez un patient, favoriser un traitement rapide et efficace du malade ; également pour des maladies tel que le cancer, où un diagnostic tardif rend plus difficile voire même impossible le traitement, améliorer la précision des dispositifs de dépistage s'avère également primordial.

De récentes études ont prouvé qu'une analyse d'image médicale par une I.A présente moins de risques d'être erronée contrairement à une analyse réalisée par un radiologue ou toute autre personne compétente. L'I.A possède donc le fort avantage de pouvoir s'appuyer sur d'énormes quantités de données, de grandes puissances de calculs et des résultats (de tests précédents et autres résultats divers) sans pour autant être soumis à certaines limites très contraignantes aux quelles le cerveau humain est soumis.

De ce fait nous présenterons tout d'abord dans ce livrable ces deux notions citées plus haut, puis nous présenterons une liste des logiciels actuellement employés sur le marché et enfin une étude comparative entre médecins et l'Intelligence Artificielle.

Chapitre 2

L'intelligence artificielle et le machine learning

L'Intelligence Artificielle occupe une place majeure dans les progrès techniques et technologiques réalisés dans notre monde.

2.1 L'intelligence artificielle :

L'Intelligence Artificielle (I.A ou A.I pour Artificial Intelligence en anglais) est l'ensemble des théories et techniques misent en œuvre afin de simuler au sein des machines, de l'intelligence (humaine). L'apparition de ce concept est attribuée à John McCarthy en 1956 lors de la conférence de Dartmouth. Mais plusieurs scientifiques bien avant l'apparition effective de ce concept eurent à se pencher sur ce problème comme Alan Turing (à travers son célèbre test de Turing proposé en 1950), Ray J Solomonoff (qui étudiait la possibilité d'utiliser les probabilités pour rendre des machines intelligentes) et Marvin Minsky (considéré également comme le co-fondateur du concept d'Intelligence Artificielle).

On distingue principalement deux types d'Intelligence Artificielle : l'I.A Forte et l'I.A Faible.

L'I.A Forte ou ascendante (Artificial Super Intelligence en anglais) est attribuée aux machines montrant des aptitudes "humaines" très poussées. Il s'agit entre autre de la créativité, de la capacité d'éprouver un sentiment, d'avoir pleinement conscience de son identité (de son existante en tant qu'individu pensif à part entière), de pouvoir effectuer des réflexions et prendre du recul sur celles-ci et d'analyser leurs véracités. Son développement est favorisé par la puissance (de calcul, de stockage et de traitement des informations) toujours croissante des machines conçues. Mais les progrès actuels sur ce sujet son quasi inexistants.

L'I.A Faible ou descendante (Artificial Narrow Intelligence) est quant à lui définie comme la reproduction par une machine d'un comportement spécifique à l'Homme. La machine ici se contente donc de reproduire sans pour autant comprendre le fonctionnement (le véritable principe) caché. On comprend donc l'emploi du terme "faible" dans la dénomination. L'IA faible permet donc de contourner le manque de connaissances effectives et précises de la communauté scientifique sur le fonctionnement de l'homme (les aspects émotionnelle et cognitive par exemple). La plupart des réalisations de machines intelligentes (la quasi-totalité) utilisent une I.A Faible ; les exemples en sont nombreux.

Le développement de l'I.A a connu un grand essor depuis les années 1950 (malgré l'énorme difficulté qu'elle représente) en raison de l'engouement de la communauté scientifique et des États vis à vis des multiples possibilités et avantages qu'une telle technologie (ou prouesse scientifique) pourrait fournir. En effet, l'I.A semble à ce jour, avoir considérablement amélioré la vie de l'homme sur terre. Cela s'observe par exemple à travers le domaine financier où elle permet d'analyser le risque lié à l'octroi d'un crédit (credit-scoring) à un client ; dans le domaine de la sécurité avec la reconnaissance faciale (en Chine notamment), le domaine de la robotique avec des robots intelligents (du moins de plus en plus apte si ce n'est déjà le cas à réussir le test de Turing) ou encore dans le secteur médical (qui sera le cas qui nous intéressera dans ce livrable) où elle offre la possibilité d'améliorer les techniques de diagnostics.

L'I.A regroupe plusieurs branches, parmi lesquelles on peut citer le Deep-Learning, le Data Mining, le Neural Network et le Machine Learning. Dans la suite nous nous intéresseront à ce dernier en présentant les techniques et concepts employés dans son développement, et son implémentation sous Python.

2.2 Le machine learning

A-Définition et historique

Le Machine Learning (Apprentissage Machine/Artificielle/Statistique) est une sous-branche de l'I.A qui se fonde beaucoup plus sur une approche mathématique probabiliste afin de permettre aux ordinateurs d'apprendre par eux-mêmes via le traitement d'énormes quantités de données.

Historiquement, tout comme pour l'I.A, il est difficile de situer avec exactitude l'année d'apparition du concept de Machine Learning ; des scientifiques dans les années 1940 à 1950 travaillaient d'ores et déjà sur des sujets relevant du M.L, comme par exemple Alan Turing. Mais le mot Machine Learning sera employé pour la première fois en 1959 par Arthur Samuel suite à la création (par lui) en 1952 d'un jeu de dame pour IBM qui apprenait au fil de jeux, parvenant à battre le 4^{ième} meilleur joueur des États-Unis de l'époque.

Le ML fait également suite à l'essor qu'a connu le domaine de l'informatique notamment avec la publication d'article tel que "On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem" d'Alan Turing en 1936, du développement de l'arithmétique binaire et des nombres à virgule flottante. Cet élan observé du côté informatique a été rendu possible grâce notamment aux progrès réalisés en mathématique, à l'avènement des premiers calculateurs et ordinateurs.

En effet, les mathématiques sont omniprésentes en informatique et le développement de la logique mathématique (grâce par exemple à Kurt Gödel et A. Church) justifie donc en partie les avancées rencontrées en Informatiques.

De plus les progrès de la physique en particulier en électronique ont rendu possible la création de composantes électroniques fort importantes que sont les tubes à vide (à l'époque), le transistor et les condensateurs. Ces composantes ont permis la création des premiers calculateurs (ENIAC 1945 ; Colossus 1943) et ordinateurs (IBM 701 en 1952) qui font usages d'une grande puissance de calcul et de mémoire qui s'avèrent indispensables à l'essor de l'Intelligence Artificielle et donc du Machine Learning.

Une mémoire est un dispositif électronique qui sert à stocker des informations. De grandes capacités mémoires permettent donc aux machines de pouvoir, sur des durés très longues, conserver d'énormes quantités d'informations et ainsi faciliter leurs analyses en comparant les plus anciennes aux plus récentes. Ceci fait référence à la notion de Big-Data et des Data-Centers, notions inévitablement rencontrées dans le domaine du Machine Learning. Également, le Cloud Computing (utilisation de serveurs informatiques distants grâce à un réseau comme Internet) a également favoriser le développement du M.L. Pour des données de plus en plus grandes, afin de limiter le temps de traitement, les scientifiques font recours à des techniques de calcul toujours plus sophistiquées et puissantes.

Le M.L aujourd'hui tout comme l'I.A impacte de nombreux secteurs (militaire, robotique, sécurité, apprentissage et médical). L'implémentation du M.L sur machine se fait grâce à un Data Scientist.

B-Le data scientist et le machine learning

Un Data Scientist est une personne (informaticien, mathématicien, chercheur ou ingénieur) dont le premier objectif est de produire des méthodes (automatisées, autant que possible) de tri et d'analyse de données, afin d'en extraire des informations utiles. Afin d'y parvenir, il suit un ensemble d'étapes ordonnées qui s'achève par une implémentation d'un programme auto-apprenant sur machine (usage du Machine Learning). Ces différentes étapes sont :

- La collecte des données (Dataset) : La première étape pour le Data scientist consiste à collecter les données (Le "cold start problem" désigne la situation où l'on commence sans données véritables, la logique mathématique et du Data scientist constituent alors le socle du développement).

- Le nettoyage des données : Il est question ici de ne garder que des données consistantes et complètes. Cette étape peut être effectuée par un Data architect.
- La problématisation du problème : Le Data scientist par la suite définit une problématique afin d'estimer la faisabilité du projet et écarte ainsi dès le début toutes pistes complexes et inutiles. (L'idéal est de passer par une phase de prototypage qui permet de tester la viabilité du projet).
- Le développement de modèle mathématique : On recherche à cette phase un modèle mathématique probabiliste expliquant le mieux possible la répartition observée des données (une bonne modélisation statistique). Ce modèle, implémenté sur machine, sera soumis à de nombreux tests afin de vérifier sa véracité. Les techniques d'apprentissages au sein du M.L diffèrent d'un Data Scientist à l'autre.

C-Les techniques d'apprentissage en machine learning Plusieurs techniques (méthodes d'apprentissages) peuvent être employées en M.L. parmi lesquelles on peut citer : l'apprentissage supervisé, non-supervisé, par renforcement et par transfert.

1-L'apprentissage supervisé

Elle permet de classer des données à partir de données traitées au préalable. Elle résout les problèmes de classification et de régression.

On parle de classification lorsque le critère sur lequel on se base pour classer des données est "un critère discret" (prend des valeurs discrètes). Par exemple, lorsqu'on présente au programme une série de photos sur lesquelles se trouve un individu A et qu'on lui dise "Voici l'individu A"; l'apprentissage supervisé par classification consiste donc à donner par la suite au logiciel une autre série d'image et de lui demander de retrouver les images sur lesquelles figure notre individu A : on parle de prédiction (la prédiction témoignera de l'aptitude du programme à apprendre par lui-même).

On parle de régression lorsque au contraire le critère sur lequel on se base classer les données est un "critère continu" (prend des valeurs continues).

Les méthodes d'apprentissage structurées sont :

- En classification : Les réseaux de neurones, les plus proches voisins, les machines à vecteurs de support et les arbres décisionnels (... etc.)
- En régression : Les régressions linéaires, les machines à vecteurs de support et les forêts d'arbres de décision (... etc.)

Les applications de cette technique d'apprentissage sont très nombreuses d'autant plus que l'on sait assez bien la mettre au point. On peut citer parmi tant d'autres :

La reconnaissance de formes, la reconnaissance de l'écriture manuscrite, la reconnaissance vocale, le traitement automatique de la langue et la Bio-informatique.

2-L'apprentissage non supervisé

L'apprentissage non supervisé s'oppose à l'apprentissage supervisé en ce sens qu'ici l'on ne dispose pas de base de données déjà classée et exploitable pour la prédiction.

Il est utilisé pour répondre à deux types de tâches :

- Le Clustering (le regroupement) : L'algorithme est alimenté par toutes les données afin que, sous la base de différentes statistiques connues sur ces données, il puisse les répartir en N groupes pour lesquels les paramètres de données sont similaires. Les algorithmes utilisés ici sont : les algorithmes de plus proche voisins, les arbres de décision, les réseaux de neurones ... etc.
- La Réduction de dimension : Elle consiste à réduire le nombre de paramètres tout en gardant une cohérence sur la variation globale. On retrouve donc le même regroupement que ce soit avec les paramètres originaux ou ceux réduits.

Ils sont fréquemment utilisés avec les algorithmes d'analyse en composantes principales (PCA).

3-L'apprentissage par renforcement

Il consiste à implémenter un algorithme cherchant constamment à se rapprocher le plus possible de la solution d'un problème. L'algorithme nous propose donc un résultat assez convenable afin de nous aider dans la prise de décision. Cette méthode est donc adaptée pour des problèmes d'optimisation. Les algorithmes employés en apprentissage par renforcement sont parmi tant d'autres : Q-Learning ou Monte-Carlo, SARSA et les réseaux de neurones (les plus utilisés sur le net). Elle est utilisée en : robotique (déplacement de robots dans des conditions mouvantes), optimisation des déplacements d'ascenseurs, Jeux stratégiques (...etc.).

4-L'apprentissage par Transfert

Il consiste à utiliser les données relatives à un environnement au sein d'un autre environnement voisin. Les deux environnements ne doivent donc pas trop différer de peur de n'obtenir des résultats erronés.

Comme exemple on a l'emploi d'un réseau de neurones portant sur la détection manuscrite d'une langue A sur une autre langue "voisine" B

Chapitre 3

Le machine learning sous python

3.1 les librairies dédiées au machine learning

Les librairies python intervenant de près ou de loin dans le M.L sont : Numpy, Scipy, Scikit-learn, Theano, TensorFlow, Keras, PyTorch, Pandas et Matplotlib.

3.2 Quelques algorithmes en python de machine learning

On peut citer :

1. **La régression linéaire** Permet de déterminer une équation de droite ou de plan de la forme $y=ax+b+\xi(x)$ à partir d'un certain nombre de points donnés.

- Y : variable recherchée ; endogène (dépendante)
- X : variable prédictive ; exogène (indépendante)
- a et b paramètre du modèle.
- ξ bruit ou perturbation générée

Ce type d'algorithmes n'est valable que lorsqu'il existe de simples relations entre les données. Un cas particulier est la régression logistique.

2. **les arbres de décision** Ce type d'algorithmes n'est valable que lorsqu'il existe de simples relations entre les données. Un cas particulier est la régression logistique.
3. **RANDOM FOREST (Forêt d'arbres décisionnels/aléatoires)** Il est basé sur le concept de bagging/inférence statistique et arbres décisionnels. Il apprend via de multiples arbres de décision, permettant ainsi de réduire la complexité.

4. **SVM (Machines à Vecteur de Support)** : Ils sont utilisés pour des problèmes de régression. Ils permettent de résoudre des problèmes non linéaires, de travailler avec des données à plusieurs paramètres, de limiter l'usage excessif d'hyperparamètres et de garantir de bons résultats théoriques.

5. **NAÏVE BAYES (Classification Naïves Bayésienne)**

Il est basé sur le théorème de Bayes et permet d'attribuer une probabilité d'apparition d'un label (événement) sachant un certains nombres de données initiales. L'algorithme calcule ainsi la probabilité d'apparition de tous les labels. Il est qualifié de naïf car durant les calculs, plusieurs paramètres sont négligés.

6. **KNN (Algorithm des Plus Proches Voisins)** Il recherche les N valeurs les plus proches de la variable à prédire et des données connues et retourne la classe de la majorité des voisins.

7. **réseau de neurones et deep learning**

Le réseau de neurones cherche à reproduire le principe des neurones biologiques. Les nœuds du graphe étant occupé par des "neurones". Chaque neurone reçoit de l'information qu'il ne transmet que si celle-ci dépasse une certaine valeur seuil (adaptable à tout moment). Il ouvre la voie vers un raisonnement machine et nécessite beaucoup de données. Il s'appuie également sur le Deep Learning.

Le Deep Learning (D.L)] ou apprentissage profond est un ensemble de méthodes d'apprentissage automatique tentant de modéliser avec un haut niveau d'abstraction des données grâce à des architectures articulées de différentes transformations non linéaires (définition de wiki pour l'instant).

Chapitre 4

les logiciels de traitement d'images médicales dans le monde et au maroc :

De nombreux logiciels, développés par de grands groupes sont utilisés à travers le monde et au Maroc.

4.1 logiciel utilisés à travers le monde

1. GOOGLE :

Une équipe de chercheurs a mis au point un ensemble de logiciel capable de diagnostiquer des cancers tels que le cancer du poumon, de peau (mélanome) et du sein avec plus de précision que des médecins.

Pour la première fois, une équipe de chercheurs de Google A.I, « DEEPMIND », division de recherche de Google, a mis au point une intelligence artificielle capable de réaliser toutes les étapes de dépistage du cancer du poumon de manière totalement autonome, aussi bien, voire mieux que des radiologues. Leur travail a été publié en mai dans la revue Nature Médecine.

Le logiciel développé par Google repose sur le Deep Learning. L'algorithme a été testé devant 6 radiologues expérimentés et s'en est sortie triomphante avec un taux de d'efficacité de 94.4 %, bien au-dessus de celui des médecins concurrents.

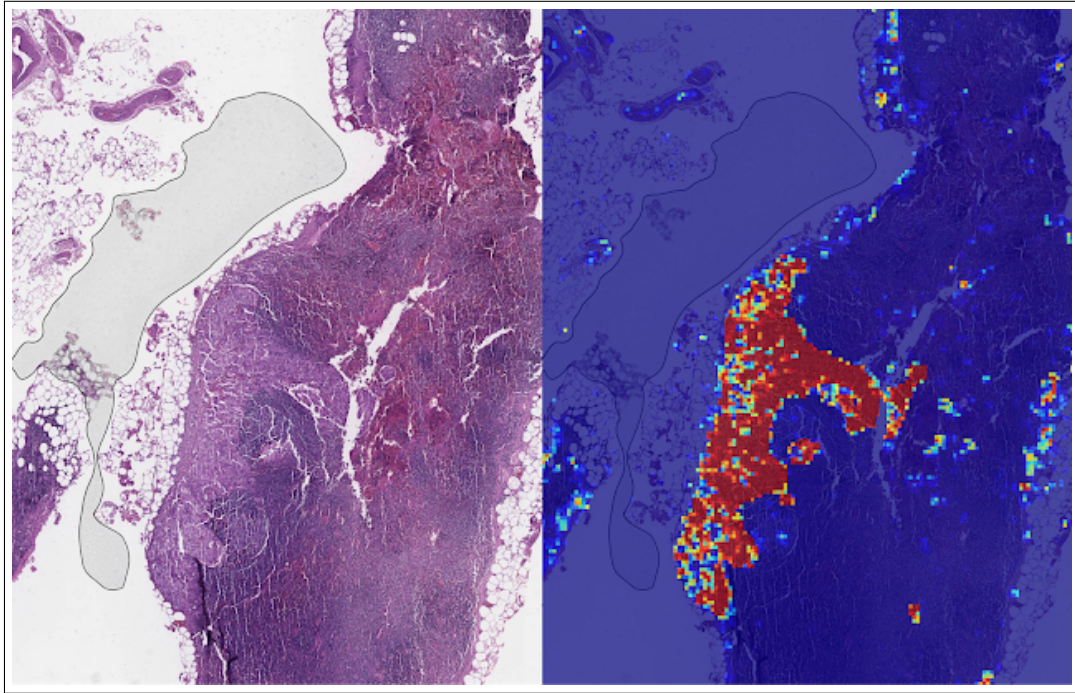


FIGURE 4.1 – Résultat obtenu par un logiciel capable de détecter le cancer du sein (il identifie la région de la tumeur en rouge, et les régions saines en bleu)

2. MICROSOFT :

Microsoft s'est associé à SRL Diagnostics, le plus grand fournisseur indien de services de diagnostic pour la pathologie et la radiologie. Le duo a développé un algorithme pour détecter le cancer du col de l'utérus qui s'avère être capable de détecter avec précision des anomalies dans des images d'échantillons cervicaux. Ce modèle d'I.A., optimisé par Azure de Microsoft, peut rapidement rechercher les cancers à un stade précoce et fournir des informations aux pathologistes. Le logiciel passe actuellement par un processus de validation.

3. IBM :

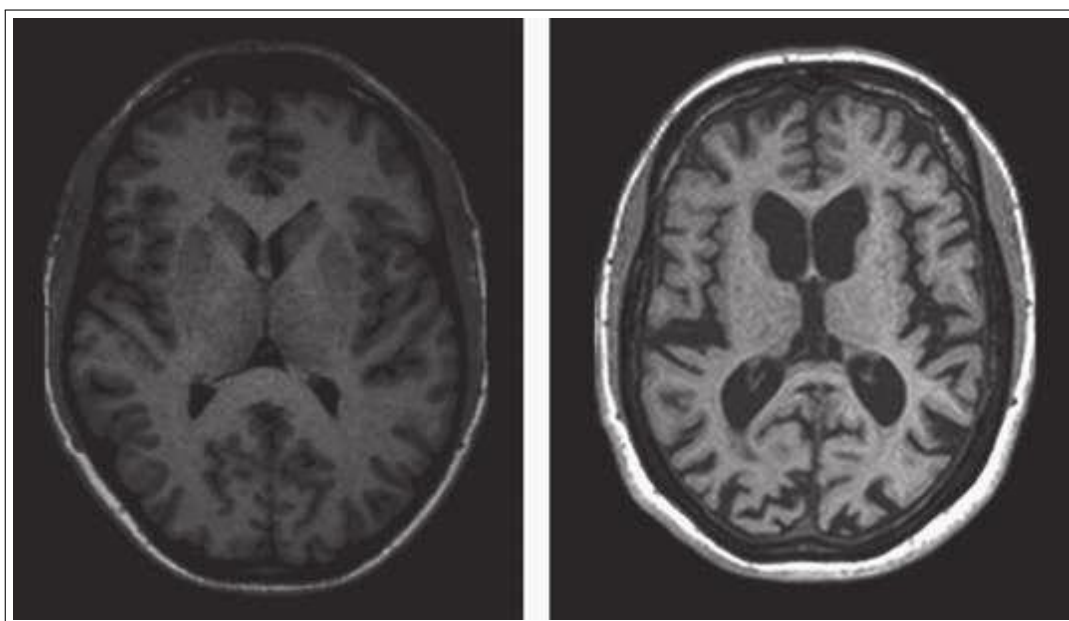
1- Maladie de Huntington

IBM, grand promoteur de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine médical, a décidé de mobiliser ses savoirs faire en 2020 pour essayer de prédire l'apparition des symptômes de la maladie de Huntington. Une maladie très rare, héréditaire, touchant surtout les personnes âgées entre 30 et 50 ans et qui se manifeste par une dégénérescence neurologique provoquant d'importants troubles moteurs, cognitifs et psychiatriques et pouvant également conduire à la mort de la personne atteinte.

Ce projet, conçu en association avec la fondation CHDI, consiste à élaborer un algorithme en se basant sur l'IRM du cerveau d'une personne souffrante de cette maladie

de manière qu'il soit capable de prédire rapidement le moment d'apparition des symptômes et l'évolution de la maladie. En utilisant l'intelligence artificielle et les données obtenues, ce modèle a pu évaluer l'évolution dans le temps des performances cognitives et motrices des patients, chose qui était inconnue pour les chercheurs avant le lancement du projet.

Ce nouveau modèle d'IA pourrait aider les scientifiques à choisir les candidats aux futurs essais cliniques en fonction de l'état d'avancement de leur maladie et éventuellement en trouver des solutions.



2-WATSON :

WATSON est un logiciel conçu par l'entreprise IBM (International Business Machines Corporation), de manière qu'il soit capable de comprendre le langage humain. Aujourd'hui, Watson est déployé dans divers domaines de la vie quotidienne, notamment la médecine. En effet, sa compréhension des données non structurées, complexes et volumineuses ainsi que ses capacités d'apprentissage et de traitement non communes lui permettent de formuler des solutions uniques à son utilisateur. D'ailleurs, il peut assister les médecins dans leur travail, établir des diagnostics et aussi de composer des notes musicales à ses interlocuteurs en se basant sur leurs humeurs. Son utilisation dans le domaine médical présente de nombreux avantages. En effet, son utilisation du machine learning et sa capacité d'exploiter et d'analyser instantanément divers documents (articles scientifiques, rapports médicaux, fichiers audios et vidéos, dossier médical des patients...) font de lui un outil performant qui se caractérise par sa rapidité, sa précision et sa capacité d'aider à la prise de décisions et à la suggestion des traitements. A l'encontre des êtres humains, ces outils d'IA, notamment WATSON,

peuvent fonctionner pour de longues heures sans arrêt. En outre, WATSON peut réduire les risques d'erreurs dans le domaine médical avec sa capacité d'analyse de toutes les données du patient et la possibilité d'entamer avec lui une discussion collaborative qui précède la prise de décision. Dans le domaine de l'oncologie, il s'avère que cet outil est très intéressant grâce à son immense capacité à interpréter un nombre gigantesque de données, à comparer des images radiologiques avec des millions d'autres et à établir des hypothèses diagnostiques et thérapeutiques pertinentes.

Actuellement, IBM Watson Oncologie est en cours de développement au Memorial Sloan Kettering Cancer Center et de la Clinique de Cleveland.

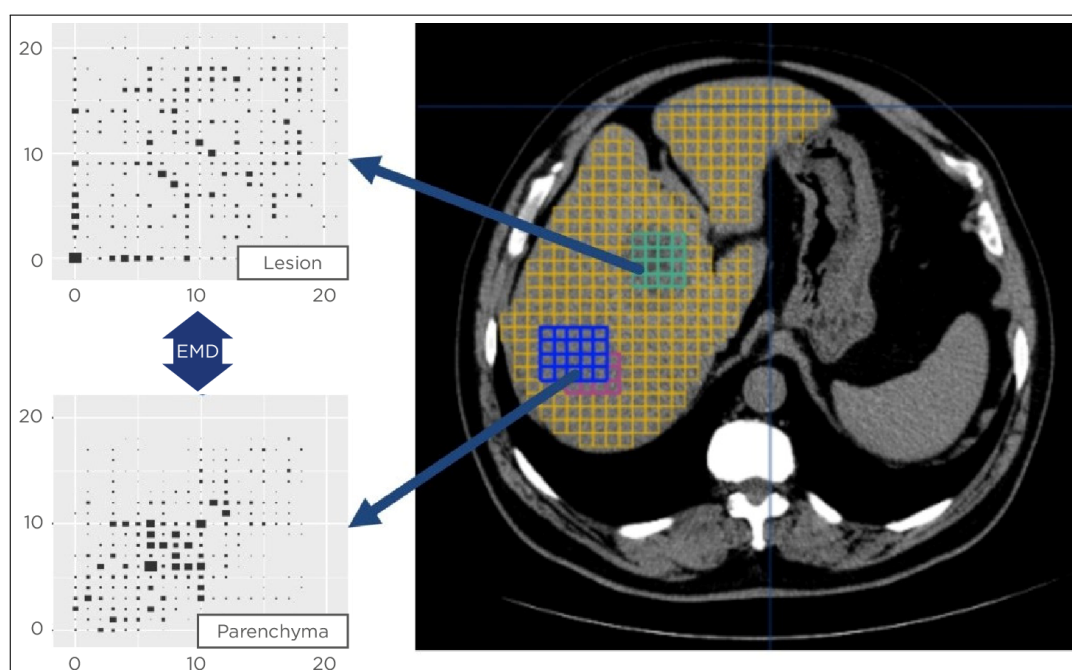


4. IBIOPSY :

Développée par Median Technologies, iBiopsy est une plateforme qui s'appuie sur l'intelligence artificielle et qui a pu révolutionner le domaine de l'oncologie. Cette innovation qui fait appel à des méthodes de deep learning, aux big data analytics et aux techniques de traitement d'images favorise la précision et la rapidité dans l'extraction des biomarqueurs. Ayant pour but l'amélioration du diagnostic et de la prise en charge des patients, iBiopsy est capable de détecter, en explorant l'organe tout entier, des signatures visuelles dans diverses images médicales (CT, IRM...) et de les exploiter, par la suite, dans la détection, la surveillance et la caractérisation précise et précoce des maladies et des informations difficilement repérables. Ainsi, iBiopsy interprète mieux les images médicales en fournissant des résultats détaillés au niveau des pixels, ce qui justifie le fait que cette technologie attire de plus en plus des hôpitaux, des médecins et des laboratoires dont l'hôpital parisien de la Pitié-Salpêtrière.

« On a une problématique, la détection du cancer. Et grâce à l'intelligence artificielle, on s'attache à y répondre » explique le professeur Olivier Lucidarme, chef de service Radiologie polyvalente et oncologique à l'hôpital Pitié-Salpêtrière.

« L'intelligence artificielle peut améliorer notre capacité de diagnostic, notamment des maladies rares, grâce à une capacité d'analyse des bases de données infinie » se réjouit Olivier Lucidarme. NB : actuellement, iBiopsy se concentre sur les maladies du foie



4.2 Logiciel utilisés au Maroc

4.3 l'intelligence artificielle contribue aux recherches sur le cancer

Le domaine médical se caractérise par la masse gigantesque des données à analyser et à interpréter, d'où l'intérêt d'utiliser l'intelligence artificielle dans le diagnostic médical, notamment la détection des cancers.

Le bio-informaticien Sébastien Lemieux, de l'Institut de recherche en immunologie et en cancérologie de l'Université de Montréal, se consacre dans ce domaine de recherche et essaie de déterminer le profil génétique de la leucémie myéloïde aigue, une forme de cancer. « Nous sommes encore loin d'une application clinique des outils que nous élaborons ».

rons, où convergent intelligence artificielle et génétique, mais nous espérons pouvoir mieux comprendre la composition génétique de la maladie », explique-t-il. L'utilisation de l'intelligence artificielle pourrait éclairer la prise des décisions thérapeutiques et améliorer la précision et la rapidité des diagnostics. En effet, l'élaboration d'algorithmes permettant aux ordinateurs d'apprendre par eux-mêmes à explorer le génome et de trouver de signes avant-coureurs de la maladie (deep learning : l'apprentissage profond). Les chercheurs dans ce domaine croient que ce genre de projet influencerait profondément la compréhension des tumeurs et contribuerait dans la prévention et dans le suivi des patients atteints.

1. FDA

En 2018, la FDA a autorisé l'utilisation du logiciel IDx-DR qui est capable d'établir des diagnostics sans avoir recours à un médecin. Ce système autonome basé sur l'intelligence artificielle permet de détecter la rétinopathie diabétique à partir d'une analyse d'images de fonds d'œil avec une précision qui équivaut celle d'un médecin. En effet, ce dispositif a prouvé son efficacité dans 90 % des cas, un résultat qui a pu convaincre l'agence américaine qui vise la facilitation de l'accès aux soins de santé nécessaires.

« Le IDx-DR est le premier appareil autorisé à la commercialisation qui fournit une décision de dépistage sans qu'un clinicien interprète également l'image ou les résultats, ce qui le rend utilisable par des professionnels de santé qui ne sont normalement pas impliqués dans les soins oculaires. »

La rétinopathie diabétique est une grave complication du diabète qui touche 50% des patients souffrant de diabète de type 2. Cette pathologie est la première cause de cécité avant 65 ans, d'où l'importance de la détection précoce. Après avoir constaté que seulement la moitié des diabétiques américains consultent un ophtalmologue au moins une fois par an, la FDA a vu en ce logiciel une solution non contraignante qui permet la prise en charge précoce des patients atteints de cette maladie. Or, avant d'autoriser sa commercialisation, la technologie de l'IDx-DR a dû passer par plusieurs tests et études cliniques. En analysant 900 images rétinienne, ce logiciel a pu, sans avoir recours à un spécialiste) détecter les personnes atteintes dans 87,4 % des cas et celles qui ne l'étaient pas dans 89,5 % des cas.

Si le diagnostic est positif, il dirige le patient vers un spécialiste et, dans le cas contraire, le patient devra refaire l'examen dans un an.



2. LA RADIOLOGIE

La radiologie est un champ d'application important de l'intelligence artificielle. La capacité de cette dernière de tirer des résultats et des détails, qui risquent de ne pas être aperçus par les cliniciens, des images médicales font de ces méthodes l'objet d'étude de plusieurs chercheurs en radiologie.

C'est le cas d'une étude de Stanford qui a abouti à un algorithme pouvant détecter la pneumonie mieux que les radiologues. Ainsi, Siemens Healthineers vient de présenter officiellement son projet "AI-Rad Companion Chest CT" le 22 janvier 2020 qui vise l'optimisation de la radiologie en exploitant les méthodes d'intelligence artificielle. Cette technologie pourrait favoriser l'expansion de la couverture sanitaire et le diagnostic précoce des maladies. Les radiologues de l'hôpital Foch utilisent cette intelligence artificielle depuis décembre 2019 et les premiers résultats semblent être très concluants.

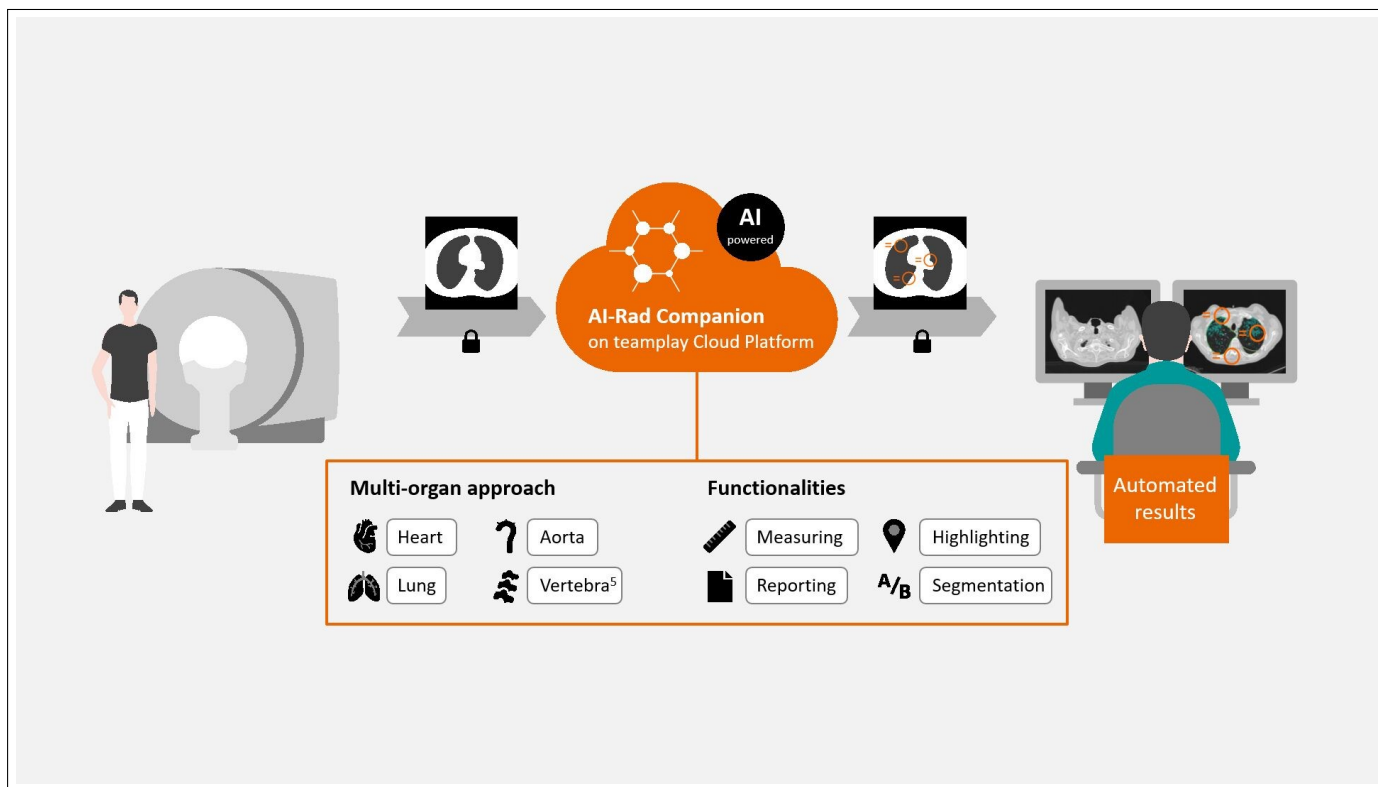
"Le recours à l'intelligence artificielle permet d'améliorer cette situation en créant des 'radiologues augmentées'. Après l'acquisition des images du thorax grâce au scanner, les images 3D sont reconstruites et on sélectionne une série de reconstruction. On clique et on l'envoie dans le cloud où le logiciel d'IA va analyser les images. Au bout de 14 à 17 minutes, le radiologue reçoit toutes les informations sur sa station de travail", détaille le professeur Philippe Grenier, radiologue thoracique et chef du projet Intelligence Artificielle au sein de l'hôpital Foch.

"AI-Rad Companion Chest CT" peut réaliser plusieurs tâches et fournit une visualisation synthétique avec les images clés des différentes fonctions et des tableaux de

toutes les mesures, ce qui permet au clinicien d'avoir une vision globale de l'état de son patient. Les données récoltées sont par la suite stockées et analysées pour améliorer la recherche de diagnostic et la qualité des soins.

Il existe d'autres exemples d'application de l'intelligence artificielle en radiographie. En effet, l'apprentissage profond réalise un succès remarquable dans les recherches en imagerie oncologique, notamment dans la détection, la délimitation et la classification de tumeurs. Cependant, il faut s'assurer de la fiabilité des résultats obtenus, et de la performance de ces technologies qui ne doit pas dépendre de la taille des tumeurs, des appareils d'acquisition des images, ou la dégradation de ces dernières (suite à un mouvement, des agrafes chirurgicales masquant une anomalie, ...).

En résumé, les radiologistes vont pouvoir interagir dans un futur proche avec des logiciels dans l'exécution de tâches complémentaires, ce qui permettra d'interpréter les images médicales, proposer des plans de traitement, réaliser des interventions et même de confirmer ou d'infirmer les prédictions.





3. Commercialisation des produits faisant appel à l'intelligence artificielle

Chargée par la protection de la santé publique aux Etats-Unis, la FDA (Food and Drug Administration) a autorisé la commercialisation de 13 solutions médicales s'appuyant soit totalement soit partiellement sur l'IA.

Ces systèmes qui portent sur le diagnostic d'hémorragie cérébrale, d'accident vasculaire cérébral et sur la détection du cancer du poumon ou du foie sont donc actuellement vendus et peuvent dorénavant être utilisés dans le quotidien pour établir des diagnostics et donc traiter des patients.

Néanmoins, ce n'est qu'un seul système qui a été rigoureusement étudié avant d'être autorisé, et donc les douze autres sont vendus sans être préalablement validés. Donc, les résultats obtenus à travers ces outils peuvent être potentiellement faux, ce qui pourrait mettre la santé des utilisateurs en danger. A l'encontre de ce cas, En Europe et particulièrement en France, l'AEM (Agence européenne des médicaments) et l'ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé) exigent des critères d'homologation plus stricts afin de mieux protéger les patients et de s'assurer de l'efficacité et de la sécurité des produits proposés.

Il est important de prendre du recul sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine médical pour ne pas exposer la population à d'éventuelles erreurs et surtout

durant une période où la compétition internationale dans ce domaine devient de plus en plus intense.

Les autorités sanitaires se trouvent donc entre deux feux : réguler strictement l'utilisation de l'IA en santé, ou encourager son exploitation dans les soins en ouvrant grand les portes du marché, mais risquer alors l'émergence de systèmes pouvant présenter un danger sur la population

4. L'INVESTISSEMENT

L'intelligence artificielle révolutionne le domaine médical et fait de remarquables progrès dans l'interprétation des imageries médicales. Une récente étude américaine suggère que l'intelligence artificielle pourrait permettre aux médecins de se focaliser sur les interactions avec leurs patients tandis qu'elle se chargerait de l'établissement des diagnostics à partir des images médicales.

Les algorithmes conçus reposent sur les techniques de l'apprentissage profond et du machine Learning, et permettent de sélectionner les caractéristiques des diagnostics médicaux et de les classer. En fait, Alastair Denniston (membre de l'Université Hospitals Birmingham et du NHS foundation trust) et son équipe affirment que l'intelligence artificielle est désormais capable de réaliser un diagnostic médical avec autant, voire plus de précision qu'un humain.

Dans ce sens, le gouvernement britannique a annoncé un financement de 250 millions de livres sterling, soit 282 millions d'euros, pour favoriser le développement de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé. Cette aide a été accordée au NHS foundation trust.

5. Medecins et intelligence artificielle

Bien que l'intelligence artificielle soit actuellement très prometteuse dans le secteur médical, son utilisation pose des problèmes culturels et législatifs liés à l'utilisation des données des patients, aux ordonnances et aux questions de moralité des machines.

En outre, même si plusieurs médecins voient dans l'émergence de ces nouvelles technologies une opportunité pour améliorer la qualité des soins, certains sont plus sceptiques et critiques. En effet, Les experts ont averti que sur près de 20 000 études menées sur ce sujet, seulement 14 d'entre elles ont été considérées comme étant "de bonne qualité". Ainsi que plusieurs médecins s'interrogent sur la redistribution des compétences médicales avec l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle.

En revanche, Le potentiel de l'intelligence artificielle a suscité l'enthousiasme de plusieurs autres médecins qui affirment que ces technologies favoriseraient les interactions médecin-patient et uniraient les forces des spécialistes et celles de l'IA dans le domaine sanitaire. En effet, ces 14 études ont révélé que les systèmes de deep learning, capables d'effectuer des tâches très complexes, détectent avec un taux de réussite de

87% l'état pathologique d'un humain. Comparativement, un médecin a un taux de 86%. L'intelligence artificielle serait donc qualitativement sur un pied d'égalité avec les experts humains lorsqu'il s'agit de faire des diagnostics médicaux basés sur des images médicales (scanner..)

Conclusions et perspectives

[pas encore réalisée]