



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la  
Recherche Scientifique populaire

جامعة وهران -2- محمد بن أحمد

Université d'Oran-2- Mohamed Ben-Ahmed

-----

معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle  
Département de Maintenance en Instrumentation

**MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Génie Industriel

Thème

**Techniques d'intelligence artificielle dans l'analyse**

**D'imageries médicales à l'aide de phyton**

Présenté et soutenu publiquement par :

**Rached Mona Bouchra et Choual Maroua**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Titah Mawloud	MCB	IMSI-Univ. D'Oran2	<b>Président</b>
Rouan Serik Mehdi	MCB	IMSI-Univ. D'Oran2	<b>Encadreur</b>
Chennoufi Mohammed	MCA	IMSI-Univ. D'Oran2	<b>Examineur</b>

Année 2021/2022

## **Remerciement**

Présenter ce modeste travail me donne l'occasion d'exprimer ma profonde gratitude car je remercie d'abord Dieu de m'avoir donné ce moment pour remercier mes parents et d'autre part le courage et la patience d'atteindre mon objectif.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire Mr. Mehdi Rouan Serik, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Enfin, je remercie Mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements et mes amis qui ont toujours été là pour moi et pour Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

# Dédicace

A mes parents

**CHOUAL BOTBEL, BENOUNES MANSORIA**

Pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études

Trouvez ici, chère mère et cher père, dans ce modeste travail, le fruit de tant de dévouements et de sacrifices ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour.

Puisse Dieu leur accorder santé, bonheur, prospérité et longue vie afin que je puisse un jour combler de joie leurs vieux jours.

A mon frère **akram**

A mon binôme **Rached mona bouchra** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A Ma Chère amie d'enfance **Fatima ben yettou**

A mes chères amis **Amina et Inesse**

A mon cher ami **Mimed** qui m'a toujours aidé et soutenu pour finir ce travail.

A toute ma famille « **choual** »

A vous...

**Maroua**

# Dédicace

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu

## Je dédie cette thèse :

A mon très cher père **RachedBoualem**

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi Abi j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime Abi et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A ma chère maman **Fatima**

Si Dieu a mis le paradis sous les pieds des mères, ce n'est pas pour rien. Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma

naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur

Je t'aime.... tu sais

A Mes chères sœurs : **Soumia ,Amina et Douaa**

À tous les moments d'enfance que nous avons passés ensemble, nos souvenirs et notre amour l'un pour l'autre, et en signe de ma profonde gratitude pour l'aide que vous m'avez apportée. Nous espérons que nos liens fraternels se renforceront et se poursuivront davantage.

Je vous aime

A mes petits chères frères : **Mohamed et Djawed**

je vous aime mes frères de tout mon coeur je souhaite de tout mon cœur que dieu vous protège

A mon petit ange Jawad, malgré son jeune âge, il a été un soutien pour moi dans mes moments tristes

A Ma grande-mère et ma chère tante :

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

**Merci a Ma Binôme Choualemaroua**

Merci à mon amie et sa famille, un par un, et la plupart d'entre eux sont sa mère.

Merci pour toutes les fois que nous avons traversé avec sa douceur et son amertume pendant les quatre années, et pas seulement pendant notre Mémoire. Merci pour le soutien, l'amour et l'amitié

**Merci A moi**

Je me remercie pour tout le travail acharné que j'ai accompli tout au long de ma carrière universitaire

Je m'excuse pour l'effort et la fatigue mentale et physique que j'ai enduré

Je me souhaite un avenir heureux et rattrape tout ce que j'ai traversé

**Bouchra**

# Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction .....	1

## Chapitre I

### Les techniques informatiques au service de la santé

I.1 introduction .....	3
I.2 Les cas d'utilisations : .....	6
I.2.1Télémédecine .....	6
III.2.2.Dossier de santé électronique .....	7
III.2.3. Gestion du travail à l'intérieur de l'hôpital .....	8
III.2.4L'aide aux diagnostics de maladies .....	9
I.2.5médecine exacte .....	11
I.2.6 Développement de méthodes de recherche .....	11
I.2.7La traçabilité pharmaceutique .....	11
I.2.8 Les logiciels et outils informatiques dans les hôpitaux : .....	12
I.3. Conclusion .....	13

## Chapitre II :

### Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

II.1 Introduction .....	15
II.2 Types de l'Intelligence Artificielle .....	16
II.2.1 Intelligence artificielle limitée ou étroite.....	16
II.2.2 Intelligence Artificielle Générale .....	16
III.2.3 Super Intelligence Artificielle.....	16
II.3 Domaine de l'Intelligence Artificielle .....	17
II.3.1 Système de recommandation .....	18
II.3.2 Vision artificielle.....	18
II.3.3 Télémédecine .....	19
II.3.3. 1 Les algorithmes et le diagnostic instantané.....	19

II.3.3.2 L'Intelligence Artificiel pour une meilleure consultation à distance .....	19
II.3.4 Reconnaissance vocale .....	20
II.3.5 Robotique.....	20
II. 3.6 L'Imagerie Médicale .....	21
II.3.6.1 Radiologie .....	21
II.3.6.2 Aider le médecin, pas le remplacer .....	21
II.3.6.3 Corrélation entre imagerie et génétique (génomique radiologique) .....	22
II.3.6.4 Fournir des informations au bon moment et au bon niveau.....	22
II.4 Techniques D'intelligence Artificielle.....	23
II.4.1 Apprentissage Automatique (Machine Learning).....	24
II.4.1.1 Définition .....	24
III.4.1.2 Types D'apprentissage automatique .....	24
III.4.2 Apprentissage Profond (Deep Learning).....	26
III.4.2.1 Définition.....	26
III.4.2.2 Fonctionnement :.....	26
II. 5 Réseaux de neurones .....	27
II.5.1 Historique .....	27
II.5.2 Perceptron .....	28
II.5.2.1 Principe de base.....	28
II.5.2.2 Définition .....	28
II.5.2.3 Fonctionnement .....	28
II.5.2.4 Types de Perceptron .....	29
II.6.Réseaux de neurones Artificielles.....	31
II.6.1 Fonctionnement.....	31
II.6.2 Domaine D'applications .....	32
II.6.3 Paramètres des réseaux de neurones .....	32
II.6.4 Types des Réseaux de neurones .....	32
II.7 Fonctions Utilisées .....	36
II.7.1 Fonction de Combinaison .....	36
II.7.2 Fonction d'Activation.....	37
II.8 Réseau de Neurones Convolutif .....	39
II.8.1 Opérations d'un Réseau de neurones convolutif.....	40
II.8.2 Couches d'un Réseau De Neurones Convolutifs .....	40



II.8.3 Fonctionnement D'une convolution (cas de classification d'iamges) .....	41
II.9 Conclusion : .....	46

## **Chapitre : III**

### **Résultats et simulation**

III.1 Introduction : .....	48
III.2 Les bibliothèques utilisées : .....	50
III.3. Notre travail : .....	51
III.3.1. Modèle d'apprentissage adopté : .....	52
III.3.2. Implémentation : .....	52
III.3.3. Installation des librairies nécessaires : .....	54
III.3.4. Répartition des images pour le test .....	55
III.3.6. Phase Test .....	59
III.4 Nos Calculs .....	62
III.4.1 Diagramme du pourcentage de chaque maladie .....	65
III.5 Conclusion.....	67
Conclusion générale .....	68
<b>Bibliographie:</b> .....	70

# Liste des figures

## Chapitre I :

**Figure I.1:** Imagerie Médical : (a) Scanner cérébral ; (b) Radiographie d'une main..... (09)

## Chapitre II :

**Figure II.1:** La vision artificielle..... (18)

**Figure II.2:** Application Siri ..... (20)

**Figure II.3:** Prothèse pour main intelligente ..... (20)

**Figure III.4:** La robotique d'assistance aux personnes âgées ou fragiles ..... (21)

**Figure II.5:** imagerie par résonance-magnétique ..... (21)

**Figure II.6:** SUOG : Smart Ultrasons in Obstetrics and Gynecology [Ultrasons intelligents en obstétrique et gynécologie ] ..... (23)

**Figure II.7 :** Schéma explicatif sur la Classification et la Régression ..... (25)

**Figure II.8:** schéma représente la relation entre intelligence artificielle, apprentissage automatique et apprentissage profond. .... (27)

**Figure II.9:** Schéma expliquant le mode de fonctionnement du Perceptron. .... (29)

**Figure II.10 :** Perceptron Simple (perceptron unique) ..... (30)

**Figure II.11 :** Perceptron Multicouches ..... (30)

**Figure II.12 :** Réseaux de neurones artificiel a plusieurs couches ..... (31)

**Figure II.13 :** le Traitement des informations..... (33)

**Figure II.14 :** Un exemple sur Le Feed-Forward pour résoudre un problème de classification binaire ..... (33)

**Figure (15) :** L'Architecture D'un Réseaux de neurones récurrent (RNN) ..... (35)

**Figure II.16 :** Architecture SONN ..... (36)

**Figure II.17:** Architecture d'un réseau de neurones convolutifs..... (41)

**Figure II.18:** Illustration des méthodes de convolution et de Pooling ..... (41)

**Figure II.19 :** La reconnaissance de l'image ..... (43)

### Chapitre III :

<b>Figure III.1:</b> Logiciel Python.....	(48)
<b>Figure III.2 :</b> Diagramme de l'apprentissage supervisé .....	(51)
<b>Figure III.3:</b> Inception v3 architecture .....	(52)
<b>Figure III.4 :</b> Mon drive : Colab .....	(53)
<b>Figure III.5 :</b> (a) et (b) Les images du cancer du poumon dans mon drive pour les tester dans le programme .....	(54)
<b>Figure III.6 :</b> installation des bibliothèques .....	(55)
<b>Figure III.7:</b> Déplacement des images .....	(55)
<b>Figure III.8 :</b> Code d'entraînement .....	(56)
<b>Figure III.9 :</b> Résultats d'entraînement du modèle .....	(58)
<b>Figure III.10 :</b> Chargement du modèle.....	(59)
<b>Figure III.11 :</b> Cas d'Infiltration .....	(60)
<b>Figure III.12 :</b> Cas d'Effusion .....	(61)
<b>Figure III.13 :</b> Cas d'Atélectasie .....	(61)
<b>Figure III.14 :</b> Récupération des prédictions .....	(62)
<b>Figure III.15 :</b> Code pour affichage des moyens .....	(63)
<b>Figure III.16:</b> Diagramme en bâtons du pourcentage de chaque pathologie .....	(66)

## Liste des tableaux

**Tableau II.1** : représente ces fonctions et leurs équations..... (39)

**Tableau III.1** :Table des couches..... (57)

**Tableau III.2:** les résultats de calcul de la moyenne des 20 premières images ..... (63)

---

# Introduction

---

L'imagerie médicale combine des moyens d'obtenir et de retrouver des images du corps humain à partir de divers phénomènes physiques tels que l'absorption des rayons X, la résonance magnétique nucléaire, la réflexion des ultrasons ou la radioactivité. Cette technique facilite la réalisation de la recherche médicale car elle permet de comprendre le fonctionnement du corps humain car elle contribue à la représentation de la physiologie humaine et elle est également utilisée dans divers domaines tels que l'industrie, la chimie, la sécurité et l'archéologie, l'imagerie médicale est devenue une étape incontournable dans le domaine de la médecine, Diagnostic et traitement des maladies

Dans notre projet, nous avons choisi le cancer du poumon comme un exemple pour expliquer comment il a été découvert et classé parmi ses trois cas étudiés, et cela a été fait par l'imagerie médicale avant la propagation de cette maladie dans le corps humain.

Le but de notre projet est de savoir quel type de cancer du poumon est présent parmi les trois cas que nous avons étudiés sont : Infiltration, Effusion, Atélectasie. avant que la maladie ne s'aggrave.

En utilisant l'application Python, qui est l'une des applications possibles de cette étude, c'est-à-dire le diagnostic de la maladie par radiographies sans recourir à Les examens médicaux qui coûtent cher.

Dans ce travail, nous proposons de classer le cancer du poumon et comment le pourcentage de la maladie sera connu grâce à les codes des images stockées dans notre programme.

Nous pouvons résumer les objectifs de notre système à travers les points suivants :

- Aider les médecins à diagnostiquer le cancer du poumon grâce à des techniques de traitement
- Proposer un outil qui utilise des méthodes peu coûteuses et rapides.
- Détection précoce du cancer du poumon et de ses trois cas chez les patients.
- Prédire le cancer du poumon et sa gravité pour aider.

Notre mémoire est organisé comme suit :

-Dans le chapitre 01 nous parlerons de l'informatique dans le domaine de la santé sont histoire et sont cas d'utilisations, Ensuite nous aborderons dans le chapitre 02 sur les techniques d'IA dans l'imagerie médicale puis nous avons parlé en détails sur l'apprentissage et ses types ainsi que les réseaux de neurones biologiques et artificiels.

Et dans le dernier chapitre Nous avons choisir le cancer du poumons comme un exemple pour la programmation à l'aide de python et nous avons pris des imprimées écrans sur chaque étapes.

---

# Chapitre I

## Les techniques informatiques au service de la santé

---

## I.1 introduction

Avec le développement des technologies de l'information et les découvertes médicales qui l'accompagnaient, il était nécessaire de tirer parti de ces deux questions ensemble pour élever le niveau des services médicaux fournis aux patients ; La technologie de l'information est entrée dans les hôpitaux et les institutions médicales, de sorte que ce domaine connaîtra une nouvelle ère de développement qui a contribué à élever la qualité des services médicaux à tous les niveaux, qu'ils soient diagnostiques ou thérapeutiques ou le mécanisme de travail à l'intérieur de l'hôpital et autres.

Alors, Dans ce chapitre, on va commencer par L'étude des technologies de l'information dans le service de santé, et avec cela nous posons la question suivante:

Comment l'informatique intervient dans le domaine de la santé ?

Pour parler du développement de l'informatique en médecine, il faut évoquer un peu son histoire et l'étendue et le comment de son développement

Avec le début des années cinquante du siècle dernier, l'aube de l'utilisation de la technologie informatique au niveau mondial et l'émergence d'ordinateurs de toutes sortes en 1949, le scientifique a créé la première organisation professionnelle de l'informatique en Allemagne, qui traite à la fois des temps préhistoriques , histoire et informatique médicale indépendante et technologies de l'information L'émergence et la mise en place d'universités spécialisées et de programmes de formation en informatique ont commencé au cours des années soixante en France, en Allemagne, en Belgique et aux Pays-Bas, puis dans les années soixante-dix, lorsque des unités de recherche en informatique médicale sont apparues en Pologne et aux États-Unis. États.

Nous vous citerons quelques pays et leur histoire avec le développement de l'informatique médicale :

### - **Aux Etats-Unis**

Même si l'idée d'utiliser des ordinateurs en médecine a émergé au fur et à mesure que la technologie progressait au début du 20e siècle, ce n'est que dans les années 1950 que l'informatique a commencé à avoir un effet aux États-Unis

Au Bureau national des normes des États-Unis Robert Ledley a fait la première utilisation d'ordinateurs numériques électroniques en médecine, dans un projet dentaire, dans les années 1950, et au milieu des années 1950, l'US Air Force a manqué de nombreux projets médicaux sur ses ordinateurs.

Au cours des années 1960, Maurice Cullen, médecin chercheur à Kaiser Permanente, a développé des systèmes informatisés pour automatiser de nombreux aspects des examens de santé en plusieurs étapes. Ces systèmes sont devenus la base de bases de données médicales plus importantes, Le Dr Warner Slack est l'un des pionniers du développement de l'histoire



## **Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé**

---

médicale électronique. En 2002, il a reçu le prix Morris pour ses contributions pionnières à l'informatique médicale, avec son collègue le Dr Bleich.

En 1968, le Dr Warner, surnommé l'un des pères de l'informatique médicale, a fondé le Département d'informatique médicale de l'Université de l'Utah (AMIA) et a remporté un prix portant son nom sur l'application de l'informatique à la médecine.

L'utilisation des ordinateurs aujourd'hui a une large capacité dans plusieurs domaines, par exemple, le diagnostic et la documentation du médecin, la planification des patients, la facturation et l'argent. Cependant, le système n'est pas parfait dans la mesure où la médecine est satisfaite et continuera à avoir besoin d'amélioration.[1]

### **- Au Royaume-Uni**

La longue histoire de l'informatique de la santé est enregistrée dans le livre UK HealthComputing par des personnes actives dans le domaine, principalement des membres de BCS Health et de ses groupes constitutifs. Le livre décrit la trajectoire suivie comme "le développement précoce de l'informatique de la santé était non structuré et privé". Et les chercheurs ont continué à développer les moyens de la médecine jusqu'au début des années soixante, ils ont proposé de nouvelles solutions et méthodes, telles que (1960), la radiothérapie (1962), la vaccination (1963) et les soins primaires (1968). Bon nombre de ces solutions ont été développées au début des années 1970, en interne par des leaders de l'industrie pour répondre à leurs besoins spécifiques.[1]

### **État actuel**

#### **- L'Amérique**

Depuis 1997, le Buenos Aires Biomedical Informatics Group, représente les intérêts d'un large éventail de professionnels cliniques et non cliniques travaillant dans le domaine de l'informatique de la santé. Ses finalités sont :

- Encourager la mise en place d'outils informatiques dans l'activité de soins, de recherche scientifique, d'administration de la santé et dans tous les domaines liés aux sciences de la santé et à la recherche médicale
- Soutenir, promouvoir et diffuser les activités liées au contenu avec le département d'information et d'outils de santé qu'ils exerçaient auparavant sous le nom d'informatique biomédicale.
- Améliorer la coopération et l'échange d'informations et de développements dans le domaine de l'informatique biomédicale aux niveaux public, privé, national et international.
- Traiter avec tous les universitaires et universitaires reconnus ayant le même objectif
- Promouvoir, organiser et participer à des activités de formation en informatique et information et diffuser les développements dans ce domaine[1]

## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

### - La Chine

La Chine a quatre niveaux dans son système de santé. Le premier niveau est celui des cliniques de santé dans les rues et sur les lieux de travail qui sont moins chères que les hôpitaux en termes de factures médicales car elles agissent comme des centres de prévention. Quant au deuxième niveau, ce sont les hôpitaux et les entreprises de la région, en plus des cliniques spécialisées, qui assurent le deuxième niveau de soins. Le troisième niveau était composé d'hôpitaux généraux temporaires et municipaux et d'hôpitaux universitaires qui fournissaient le troisième niveau de soins. À un niveau distinct se trouvent les hôpitaux nationaux gérés par le ministère de la Santé. De plus, l'ouverture de la Chine sur le monde extérieur et son adhésion à l'Organisation mondiale du commerce (OMC) ont joué un rôle important et efficace dans le développement de son système de santé.

En 2001, il a été enregistré que la Chine compte 324 380 établissements médicaux, dont la plupart sont des cliniques. La raison en est que les cliniques sont des centres de prévention et que les Chinois aiment utiliser la médecine traditionnelle chinoise, contrairement à la médecine occidentale, et cela réussit généralement dans les cas simples.

D'autre part, tout commencement a une fin, mais le développement scientifique et informationnel n'a pas de fin, L'informatique médicale est une science à part entière ; aux confluent des sciences de l'information et de la médecine, c'est aussi l'une des technologies nécessaire au développement de l'E-médecine. Elle permet d'affiner et d'accélérer ou automatiser certains moyens d'investigation médicale et de diagnostic.

C'est pourquoi nous disons que les technologies de l'information sont très importantes dans ce domaine en ce sens qu'elles permettent aux médecins d'effectuer des interventions chirurgicales à distance, par exemple.

L'outil informatique peut également aider le clinician à confirmer un diagnostic difficile, et servir de guide dans sa démarche d'utilisation des examens complémentaires pour une meilleure stratégie diagnostique.

De plus, les résultats montrent que les malades les plus connectés sont ceux qui se sentent les plus engagés dans la relation avec leur médecin. Ainsi, l'étude souligne que l'autonomisation des patients grâce aux technologies numériques s'associe à un renforcement du lien avec les professionnels de santé.

L'apport de l'informatique à la médecine peut être situé à deux niveaux :

1. Sur le plan de la pratique médicale qu'elle soit le fait d'un médecin exerçant dans un cabinet individuel (Cabinet médical) ou collectif (Clinique ou centre hospitalier)
2. Sur le plan de la recherche en sciences médicales (Laboratoires pharmaceutiques, Centres de recherche en sciences médicales)

### I.2 Les cas d'utilisations :

Parmi les cas d'utilisation les plus évidents, nous pouvons citer les suivants :

#### I.2.1Télémédecine

La télémédecine est une pratique médicale à distance recourant aux nouvelles technologies de l'information et de la communication. Favorisant l'accès de tous à des soins sur l'ensemble du territoire, elle a été très utilisée en 2020, durant l'épidémie de Covid-1[7], par le biais :

- d'appels téléphoniques
- des messages texte

E-mails (généralement envoyés via un portail patient : un emplacement sécurisé où les dossiers électroniques des patients sont stockés, y compris les ordonnances, les antécédents médicaux et les résultats des tests de laboratoire) Chats vidéo en ligne. Bien que les consultations en personne présentent plusieurs avantages, la télémédecine est une alternative intéressante lorsque la consultation en personne ne sont pas sûres ou ne sont pas possibles. Les progrès technologiques ont permis aux médecins d'interagir avec leurs patients lorsqu'ils ne peuvent ou ne doivent pas se rencontrer en personne. La communauté médicale de tous les pays du monde a bénéficié des technologies de l'information pour atteindre des médecins spécialisés à l'extérieur du pays afin d'obtenir des conseils médicaux et de voir l'état du patient, et aujourd'hui, le monde assiste à la réalisation de certaines opérations à distance, en plus d'améliorer la communication et la coordination. La technologie moderne a permis d'améliorer la qualité des soins de santé et d'atteindre un plus grand nombre de personnes. La télémédecine a également contribué à rendre les soins de santé plus efficaces et mieux coordonnés. De nombreuses technologies de pointe ont permis aux médecins de surveiller l'état de santé du patient à distance via des applications mobiles ou le réseau électronique pour télécharger des informations telles que la lecture de la glycémie. , et envoyez-le au médecin ou à votre équipe soignante, ou à des appareils qui mesurent et transmettent sans fil des informations, telles que la pression artérielle, la glycémie ou la fonction pulmonaire. Il existe également des appareils portables qui enregistrent et transmettent automatiquement des informations, telles que la fréquence cardiaque, la glycémie, la marche, la posture, les tremblements, l'activité physique ou les habitudes de sommeil.[2]

En plus des dispositifs de surveillance à domicile pour les personnes âgées ou atteintes de démence, qui détectent les changements dans les activités normales telles que les chutes. Le concept de télémédecine comprend également des applications de santé intelligentes que n'importe qui peut télécharger sur son smartphone, car un grand nombre d'applications sont conçues pour aider à mieux organiser les informations médicales en un seul endroit sûr. Les applications numériques permettent de stocker des dossiers de santé, de télécharger des informations à partir d'appareils tels qu'un glucomètre ou un bracelet de tension artérielle, et de partager ces informations avec vos prestataires de soins de santé. Certaines applications fournissent des notifications et des recommandations personnalisées aux patients. Des appareils tels que les tensiomètres peuvent également se connecter à Internet pour une

## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

interaction en face à face avec les prestataire De soins de santé. La surveillance de la santé à domicile peut être particulièrement bénéfique pour les personnes souffrant de maladies chroniques, telles que les maladies cardiaques, ainsi que pour celles qui vivent dans des zones rurales ou isolées. L'avantage comprend également une plus grande facilité, moins de visites à la clinique et un accès plus facile aux soins et aux conseils médicaux.[5]

### III.2.2.Dossier de santé électronique

C'est un dossier médical numérique qui contribue à la fluidité du partage des informations entre toutes les parties concernées au sein de l'hôpital ou de la structure médicale. Le médecin a devant le patient le dossier du patient qui contient toutes les informations lui permettant de poser un diagnostic précis, ce qui limite les possibilités d'erreurs. L'un des avantages de s'appuyer sur le dossier de santé électronique est qu'il augmente l'efficacité et la productivité plus que les dossiers papier grâce à un accès rapide aux informations du patient et donc à l'obtention de meilleurs soins. Le médecin trouve toutes les informations personnelles et médicales du patient, y compris ses antécédents médicaux et médicaux, les tests et rapports de laboratoire, les examens et rapports de radiologie, et les prescriptions, et le but est d'obtenir facilement les données du patient et de connaître ses antécédents médicaux et les méthodes de traitement qu'il obtient, à condition que ces informations soient disponibles partout et à tout moment. Les données sont enregistrées à partir du moment où le patient arrive à l'intérieur de l'ordinateur central en reliant de manière transparente la technologie des ondes de fréquence, et l'ordinateur central est également connecté à d'autres dossiers de données différents via le réseau. Ce processus est un flux d'informations idéal dans la clinique.[2]

Grâce à ce système, les résultats des tests de laboratoire et des résultats d'imagerie radiographique peuvent être obtenus en quelques secondes seulement, de sorte que le médecin jette un coup d'œil complet sur le dossier du patient en appuyant sur un seul bouton, de sorte qu'il dispose de suffisamment d'informations sur le patient pour lui donner la méthode de traitement appropriée à son état. Selon les pratiques quotidiennes dans les hôpitaux, les dossiers de santé électroniques contiennent beaucoup moins d'erreurs que les dossiers papier, et contribuent à améliorer grandement la communication entre les médecins, permettant à chacun d'avoir un accès complet à l'historique médical du patient au lieu d'un regard rapide sur la visite en cours et ainsi le médecin évalue plus en profondeur l'état pathologique avec accès à un diagnostic précis plus rapidement.

Le dossier de santé électronique permet aux cliniciens de suivre plus facilement les patients et de suivre les soins en cours, que ce soit sous leur supervision ou par les autres médecins du patient ; Lorsqu'un patient est pris en charge par plusieurs médecins, le suivi de ses antécédents, y compris ses allergies, son groupe sanguin, ses médicaments actuels, ses procédures passées et d'autres informations pertinentes, peut être problématique lorsqu'il s'appuie sur des cartes papier. L'utilisation des dossiers de santé électroniques permet à plusieurs fournisseurs de soins d'accéder simultanément au dossier d'un patient à partir de n'importe quel ordinateur, peu importe où il se trouve. Un dossier électronique peut fournir des informations à jour sur l'historique complet d'un patient, y compris les résultats des tests

## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

actuels et les recommandations d'autres cliniciens, permettant une plus grande collaboration dans de multiples aspects des soins aux patients. Les prestataires de soins de santé peuvent également transférer rapidement les données des patients vers d'autres services ou prestataires, avec moins d'erreurs et une meilleure gestion des resultants Par exemple, dans une étude récente, des enfants âgés de 10 à 17 ans ont été randomisés pour recevoir des soins habituels ou bien ceux dont la définition a été aidée par un système d'aide à la décision clinique lié au dossier de santé électronique, lors de consultations au cours desquelles la pression artérielle était mesurée. L'outil d'aide à la décision clinique affichait la pression artérielle par rapport aux centiles, identifiait les hypertensions artérielles incidentes et proposait des ensembles de recommandations personnalisées. Une hypertension a été identifiée chez 1,7% de 31 579 patients sur une période de 2 ans. Lorsque le dossier de santé électronique était disponible, 17,1% des patients hypertendus étaient adressés en vue d'une perte de poids et de conseils d'exercice; 9,4% ont eu des examens supplémentaires pour l'hypertension. Toutefois, lors des soins habituels, seuls 3,9% des patients hypertendus ont été adressés pour un conseil et 4,2% subi des examens complémentaires. Les auteurs concluent que les systèmes d'aide à la décision clinique liés au dossier de santé électronique ont eu un effet significatif bénéfique sur la reconnaissance de l'hypertension artérielle chez l'enfant [2]

### III.2.3. Gestion du travail à l'intérieur de l'hôpital

La gestion des dossiers et l'organisation du travail au sein des établissements médicaux ont toujours été un dilemme fondamental pour le secteur de la santé en général, compte tenu de la surpopulation dans de nombreux hôpitaux qui entraîne une pression croissante sur les médecins et les infirmières ainsi que sur les responsables du travail administratif, ce qui augmente la possibilité d'erreur.

À partir de là, les hôpitaux ont bénéficié des technologies de l'information dans le domaine de la médecine pour gérer le travail et organiser les dossiers des patients après avoir saisi un ensemble de données volumineuses dans des systèmes informatiques, ce qui permet d'accéder à l'information dans un délai plus rapide. Les dossiers médicaux électroniques ont facilité le processus d'extraction des données et d'étude des types de traitement, les dossiers des patients et les ordonnances papier manuscrites sont devenus une chose du passé, les données de santé électroniques ont augmenté de façon exponentielle. Ainsi, l'analyse de ces données qui incluent des informations sur les patients peut être effectuée plus rapidement et davantage de vies peuvent être sauvées en exécutant les algorithmes. Cette positivité aiderait les professionnels de la santé et les travailleurs des services d'urgence à accéder et à trier de grandes quantités d'informations en peu de temps, contribuant ainsi à la réduction optimale du temps critique passé sur un seul patient. Ainsi, les établissements de santé et les hôpitaux du monde entier dépendent de ces systèmes pour que leur infrastructure automatise et numérise le travail, ce qui améliore la productivité et augmente la précision des soins de santé, se transformant ainsi en hôpitaux numériques grâce à un système intégré et un mécanisme de travail numérique interconnecté via des plateformes qui affichent légalement, tout en préservant la confidentialité du patient, ce qui est une étape très importante pour que le médecin puisse examiner les informations sur son patient avant de déterminer le mécanisme

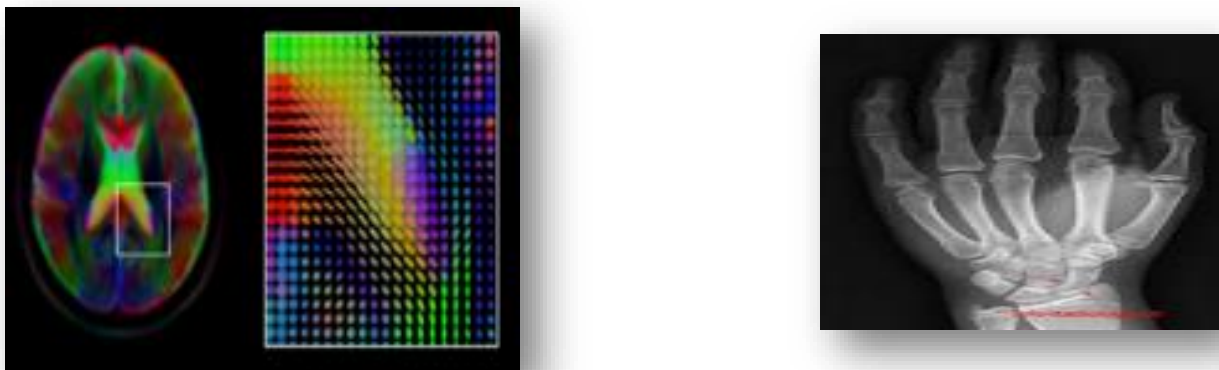
## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

de traitement, ce qui garantit qu'il reçoit des soins de santé précis et de haute qualité dans un temps plus rapide.[6]

### III.2.4L'aide aux diagnostics de maladies

Le diagnostic de maladies et la capacité d'examiner un grand nombre de patients en peu de temps est l'une des utilisations les plus importantes de l'intelligence artificielle, car ce domaine a fait des progrès remarquables dans le diagnostic précoce et la détection des maladies. L'utilisation de l'analyse de l'IA est basée sur l'analyse des données, l'imagerie médicale (Scanners, Echographie, IRM ) et la prédiction des maladies, en particulier le cancer, et certainement sans éliminer le rôle du médecin.

Au regard de cette avancée technique sans précédent dans le secteur de la santé en termes d'usages de l'intelligence artificielle, cela contribuera à fournir une approche scientifique basée sur des preuves médicales.[1]



(a) (b)

**Figure I.1:** Imagerie Médical : (a) Scanner cérébral ; (b) Radiographie d'une main

Ce sujet nous a ouvert la porte pour répondre à certaines des questions fréquemment posées, à savoir :

#### **C'est quoi le diagnostic ?**

Le diagnostic en médecine est l'une des méthodes utilisées par les médecins généralistes pour déterminer l'état du patient et sa capacité à lui fournir le traitement approprié.

#### **Quels sont les types de diagnostic ?**

- 1- Diagnostic chirurgical
- 2- Diagnostic in vitro
- 3- Diagnostic kinésithérapeute
- 4- Diagnostic infirmier
- 5- Diagnostic différentiel

## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

- 6- Diagnostic préimplantatoire
- 7- Diagnostic prénatal
- 8- Diagnostic pré symptomatique

### Quel est le but du diagnostic ?

Permet la protection de la santé et la détection précoce en cas de blessure

### Comment faire le diagnostic d'un malade ?

Pour poser un diagnostic correct, le médecin suit les étapes suivantes:

#### **a- L'interrogatoire avec le médecin :**

Premièrement, le soi-disant interrogatoire, qui va du général au particulier, en commençant par le nom, l'âge, puis en approfondissant

- Quelle est ta routine quotidienne? En termes de profession, de lieu de vie, de consommations en tout genre : tabac, alcool..., régime alimentaire...
- Quels sont vos antécédents médicaux ? Comme des allergies, des opérations, un certain handicap... Essayer de savoir s'il y a certaines maladies familiales
- Suivez-vous un traitement spécifique, qu'il soit temporaire ou chronique ?
- Quelle est la date de découverte de votre maladie ? Avez-vous eu des symptômes, quels sont-ils et comment se sont-ils développés ?

#### **b- examen physique:**

Cette étape intervient après identification des antécédents médicaux du patient et se déroule en 4 étapes

- 1- Examen : l'observation du patient par le médecin
- 2- Palpation : le médecin touche certaines parties du corps
- 3- Rythme : le médecin recherche des sons anormaux en tapotant, par exemple, sur la nuque
- 4- Auscultation : le médecin écoute certains organes internes (le cœur, les intestins et les poumons) à l'aide d'un appareil appelé stéthoscope

#### **c- Les examens complémentaires :**

Parfois, le médecin peut demander de faire des tests non systématiques, par exemple, il peut mesurer la tension artérielle, mesurer le poids, radio, l'imagerie médicale

Un cardiologue pourra par exemple vous faire une échographie du cœur au cabinet ou bien vous demander de vous rendre dans un centre d'imagerie. Il peut aussi s'agir d'un scanner, une radio, un IRM, une biopsie, un bilan sanguin...

Les examens complémentaires visent à valider certaines des hypothèses proposées pour le diagnostic de la maladie, chaque examen correspondant à une hypothèse précise [4]



### I.2.5 médecine exacte

On entend ici la médecine personnalisée, c'est-à-dire que la médication ou le protocole de traitement approprié est déterminé pour chaque condition pathologique en fonction de la constitution génétique du patient, en fonction de son mode de vie et de la différence de sa réponse au traitement.

Les études et expériences existantes à cet égard démontrent l'intégration du travail du médecin avec des algorithmes d'intelligence artificielle, car les techniques d'apprentissage en profondeur peuvent analyser les données génétiques d'un grand nombre d'individus et identifier les variations personnelles de la réponse aux médicaments, ce qui contribue à soutenir les décisions cliniques et donc à prendre recommandations sur les médicaments les plus appropriés pour chaque personne.[4]

### I.2.6 Développement de méthodes de recherche

L'informatique a contribué à faciliter le travail du médecin et de l'infirmière, de sorte que la recherche de dossiers, d'informations et de données personnelles sur les patients est devenue plus facile et en un clic, ce qui est représenté dans:

- Dossiers informatisés et archives des patients
- Archiver l'historique et les interventions.
- Consultations antérieures
- Données cliniques,
- Examens et imagerie
- Rapports de suivi,
- Rapports hospitaliers.
- Le traitement est en cours.
- Système d'alerte (type affiche).

Malgré le développement des technologies l'écart entre celles-ci et la médecine moderne est très important, car de nombreux hôpitaux s'appuient encore sur des techniques relativement anciennes telles que le fax, la recherche manuelle de dossiers, etc., pour plusieurs raisons, notamment le manque de pouvoir d'achat ou le manque de la culture et comment l'utiliser ou non Confiance et documentation des produits modernes par les institutions gouvernementales, d'autant plus qu'ils ont besoin d'une période relativement longue pour être acceptés dans le domaine de la santé après avoir effectué les tests appropriés.[3]

### I.2.7La traçabilité pharmaceutique

Dans le domaine de la santé, la traçabilité pharmaceutique est, plus qu'un simple enjeu, une obligation réglementaire.

La traçabilité est une étape nécessaire dans le secteur pharmaceutique, à travers laquelle chaque médicament est codé, assurant ainsi son suivi du laboratoire au patient directement.



## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

Ce blog comprend des informations telles que :

- Vente de préhistoire,
- Numéro de lot.

Dès lors, les laboratoires pharmaceutiques sont obligés de mettre en place des technologies d'identification optimales et de plus en plus sophistiquées comme le code barre bidimensionnel ou les systèmes RFID qui remplacent progressivement le code barre traditionnel.

Parfois, certaines catastrophes sanitaires surviennent à la suite d'une mauvaise utilisation de médicaments ou du non-respect des directives sanitaires nécessaires (comme le Chinkungunya, le syndrome respiratoire aigu sévère [SRAS], les variantes du coronavirus, la grippe aviaire H7N9, la grippe H1N1, etc.)[3]

La traçabilité des produits pharmaceutiques est essentielle dans le cadre de la sécurité sanitaire, de la nécessité économique et des contraintes réglementaires et normatives. Des moyens et des exemples de mise en œuvre de ce suivi dans un établissement hospitalier viendront compléter ce tableau.[3]

### I.2.8 Les logiciels et outils informatiques dans les hôpitaux :

#### Les logiciels d'aide au diagnostic

Ce système a été inspiré du programme Watson, celui-ci est en mesure d'analyser avec un degré de pertinence et de précisions jamais égalé de toutes les données d'un patient : ses informations personnelles (Age, sexe, poids...), symptômes, les consultations médicales, ses antécédents familiaux, ses antécédents personnels ses résultats d'examens paracliniques, ses habitudes de vie, ses traitements etc. La firme IBM avait affirmé que «le logiciel peut engager avec le professionnel une discussion collaborative dans le but de déterminer le diagnostic le plus vraisemblable et les options de traitement». Et surtout, aller au-delà de tout cela, comparer un patient particulier, sa situation, et son pronostic en fonction de l'effet de tous les traitements déjà appliqués à tous les patients similaires avant lui, il a la capacité de surfer le web et de chercher les toutes nouvelles publications , en particulier dans le domaine de l'oncologie médicale , permettant de proposer au médecin traitant les tout nouveaux traitement tout en précisant le pronostic .[5]

Les hôpitaux ne peuvent être gérés sans la mise en place de logiciels et d'outils informatiques. Le temps où tout était géré sur papier est révolu, certains seront plus adaptés aux grands hôpitaux et les petits hôpitaux pourront s'en passer. Il existe de nombreux outils informationnels en médecine, et parmi les programmes et outils informatiques utilisés pour mieux gérer les hôpitaux :

## Chapitre I :Les techniques informatiques au service de la santé

---

- Logiciel de facturation, Excel ;
- Logiciel de traitement de texte
- Agenda électronique (ou papier);
- Logiciels de gestion des stocks de médicaments;
- Une boîte aux lettres et une adresse e-mail pour la communication entre le médecin et son patient ;
- Outil de présentation comme PowerPoint.
- des programmes de messagerie tels que mailchimp ou sendinblue ; Et le programme Hana en Algérie pour la carte chifa[2]

### I.3. Conclusion

Le développement des technologies de l'information et les découvertes médicales ont eu un rôle efficace dans l'amélioration des techniques médicales et l'élévation du niveau des services rendus aux patients, de sorte que ce domaine a connu une nouvelle ère de développement qui résumait le travail du médecin en un clic, et la roue de la médecine la technologie n'arrête toujours pas de tourner dans le domaine médical et c'est ce dont nous lui parlerons dans notre prochain sujet, qui est l'intelligence artificielle

---

# Chapitre II :

## Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

### II.1 Introduction

Aujourd'hui, nous entendons beaucoup parler du terme intelligence artificielle ; La plupart d'entre nous l'associons aux films de science-fiction à Hollywood et imaginons des robots qui contrôlent le monde, mais en fait l'intelligence artificielle ne se limite pas aux robots ; Au contraire, il entre dans de nombreuses applications que nous utilisons tous les jours sans s'en rendre compte, et selon un récent sondage mené auprès de plus de 1 400 consommateurs à travers le monde, 63% des personnes ne réalisent pas réellement qu'elles utilisent des techniques d'intelligence artificielle.

Le symbole de l'intelligence artificielle est « A.I », un acronyme pour : (Artificielle Intelligence) ; Il est défini par plus d'une définition, y compris :

L'intelligence artificielle est une branche de l'informatique qui s'intéresse à la création de machines et d'appareils intelligents.

Il est également défini comme simulant le cerveau humain dans l'exécution de certaines de ses fonctions complexes, telles que : (apprentissage, planification, discrimination de la parole, résolution de problèmes et pensée rationnelle et logique).

C'est la science qui consiste à inventer des machines et des programmes informatiques caractérisés par l'intelligence.

C'est la capacité des machines numériques et des ordinateurs à effectuer certaines tâches qui simulent et ressemblent à celles effectuées par des êtres intelligents, et l'intelligence artificielle vise à atteindre des systèmes intelligents qui se comportent comme les humains en termes d'apprentissage et de compréhension.

L'intelligence artificielle entre dans de nombreuses applications, telles que : les Smartphones, les ordinateurs, les voitures, les robots, les drones et les simulations de l'un des domaines de l'intelligence artificielle, comme les jeux vidéo développés pour être plus réalistes et les applications qui aident à l'enseignement de la langue.

Le terme intelligence artificielle est apparu dans les années cinquante du XXe siècle, plus précisément en 1950 ; Lorsque le scientifique Alan Turing a introduit le test de Turing, qui évalue l'intelligence d'un ordinateur, le classant comme « intelligent » s'il peut imiter l'esprit humain.

Puis le premier programme utilisant l'intelligence artificielle a été créé un an après le test de Turing, par Christopher Strachey, qui dirigeait la recherche en programmation à l'université d'Oxford ; Où il a pu exécuter le jeu (dames) sur l'ordinateur et le développer.

Ensuite, « Anthony Oettinger » - de l'Université de Cambridge – a conçu une expérience simulant le processus d'achat humain dans plus d'un magasin via un ordinateur, et le but de cette simulation était de mesurer la capacité d'un ordinateur à apprendre, et il a été la première expérience réussie de ce que l'on appelle « l'apprentissage automatique ».

## **Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale**

---

Et en 1956 au Dartmouth College, le concept d'intelligence artificielle a été officiellement annoncé, par John McCarthy, qui a organisé un atelier de deux mois, dans lequel il a réuni des chercheurs intéressés par les réseaux de neurones artificiels, l'atelier n'a conduit à aucune innovation, mais il était utile qu'il recueilli Parmi les fondateurs de l'intelligence artificielle.

Après cet atelier, la recherche en intelligence artificielle a commencé de manière intensive et des centres de recherche y relatifs ont été créés. Là où ces centres se sont concentrés sur la création de systèmes qui trouvent efficacement des solutions aux problèmes, comme la théorie logique, qui est le premier programme d'intelligence artificielle, et des systèmes autonomes, comme le GPS.

En 1979 ; Le premier véhicule contrôlé par ordinateur, connu sous le nom de StanfordVehicle, a été construit.

Et en 1997 ; Le premier ordinateur à battre un adversaire humain au jeu d'échecs.

Les progrès de l'intelligence artificielle ont commencé au début du XXIe siècle ; Jusqu'à ce que les robots interactifs soient disponibles dans les magasins ; En fait, il existe un robot qui réagit à différentes émotions par des expressions faciales, et des robots qui effectuent des tâches difficiles comme le robot « Nomade » ; La mission de rechercher et d'explorer des endroits éloignés de l'Antarctique et de localiser des météorites dans la région.[6]

### **II.2 Types de l'Intelligence Artificielle**

#### **II.2.1 Intelligence artificielle limitée ou étroite**

Ce type est le type le plus courant de nos jours, c'est-à-dire l'intelligence artificielle qui effectue des tâches spécifiques et claires, telles que les voitures autonomes, les programmes de reconnaissance vocale ou d'image et le jeu d'échecs sur les appareils intelligents.

#### **II.2.2 Intelligence Artificielle Générale**

Cette espèce fonctionne avec une capacité de réflexion similaire à celle d'un humain ; Là où il se concentre sur la capacité de la machine à penser et à planifier par elle-même, comme la pensée humaine, mais jusqu'à présent, il n'y a pas d'exemples pratiques de ce type, qu'est-ce qu'il n'y a que des études de recherche qui nécessitent beaucoup d'efforts pour les transformer en réalité, et la méthode du « réseau de neurones artificiels » Une des façons d'étudier l'intelligence générale artificielle ; Parce qu'il s'agit de produire un système de réseaux de neurones pour la machine, semblable aux réseaux du corps humain.

#### **III.2.3 Super Intelligence Artificielle**

C'est le type qui dépasse le niveau des humains, de sorte qu'il peut effectuer des tâches mieux que ce qu'un humain spécialisé peut faire.La super intelligence artificielle a de nombreuses

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

caractéristiques qu'elle doit avoir. Comme la capacité d'apprendre, de planifier, de communiquer automatiquement et de porter des jugements, mais le concept d'IA est encore un concept hypothétique qui n'existe pas à notre époque.

### II.3 Domaine de l'Intelligence Artificielle

L'intelligence Artificielle est Présente dans tous les secteurs , elle est devenue cruciale dans la prise de décisions aussi bien dans le domaine del'agriculture ; par exemple la culture des céréales, des fruits et des légumes est devenue au bon moment grâce à la présence de capteurs plantés dans le sol. Manière sophistiquée et indépendante de fournir la bonne quantité d'eau au bon moment. Nous mentionnons également le domaine des transports ; Là où les voitures indépendantes ont été fabriquées, il est devenu possible de se passer du conducteur humain pendant un certain temps, tout en assurant une conduite sûre et plus sûre. et une circulation plus fluide.par exemple La voiture autonome de Google aussi dans le monde des affaires, l'intelligence artificielle est utilisée pour automatiser la relation commerciale (lead scoring, automatisation...), le service support (chatbot, assistant virtuel...) et la gestion financière (envoi des factures, gestion automatique des impayés...). [2] ainsi dans l'industrie où l'IA fait plus que simplement étendre les capacités des robots. Grâce à cette technologie, il est également facile de les programmer. Un certain nombre d'entreprises ont développé des méthodes basées sur l'apprentissage automatique. Pour apprendre au robot sa tâche, l'utilisateur dirige par exemple son bras avec sa main. Ces mouvements sont enregistrés par une caméra et un capteur de force et de couple, puis traités grâce à l'intelligence artificielle. D'une autre manière, on montre à l'utilisateur quel mouvement le robot doit effectuer à l'aide d'un stylet équipé d'un capteur. Si le robot est utilisé pour le soudage, par exemple, l'utilisateur suit simplement le chemin de soudage sur la pièce correspondante avec le stylet. Le logiciel génère alors le code de programmation du robot, et le robot devient le contrôleur qualité [9]

Par exemple, dans le domaine médical, l'intelligence artificielle est de plus en plus utilisée à des fins analytiques. Il est désormais capable d'examiner et d'analyser avec précision des images médicales afin de détecter d'éventuelles tumeurs.

L'IA peut également être utilisée pour la prévision et l'amélioration du temps, notamment en cas d'événements météorologiques violents (ouragan, tempête, inondation, etc.). En calculant des modèles de prévision et en améliorant constamment leur travail, ils aident grandement à prendre les bonnes décisions au bon moment. L'intelligence artificielle peut aussiFaciliter le travail des policiers et des pompiers pour cartographier les interventions et identifier les zones de danger afin d'améliorer les patrouilles et de gérer en toute sécurité les véhicules d'urgence en fonction de la circulation, des conditions météorologiques, etc.

Parmi les autres domaines dans lesquels l'intelligence artificielle a été utilisée aussi est :

### II.3.1 Système de recommandation

Les produits recommandés sont identifiés par l'e-commerçant ou le vendeur et peuvent également être déterminés grâce à l'intelligence artificielle car ils sont facturés à chaque client en fonction de son historique d'achat, du contenu de ses achats et de son profil. Par exemple l'application jumia et jumiafood , ) Facebook Marketplace, yassirmarket et l'application le plus connus Amazon qui utilise la technologie de l'intelligence artificielle depuis plus de 20 ans. [

Ainsi, les produits appropriés sont présentés intelligemment au client, et c'est un grand pas dans le monde du e-commerce et du développement des ventes.

L'intelligence artificielle trie également les données, par exemple

Un fil d'actualité sur Facebook, un algorithme prédictif sur les prix des billets d'avion, des recommandations sur Netflix ou Amazon... tous ces exemples relèvent de la puissance de l'intelligence artificielle. Puisqu'elle peut absorber d'énormes quantités de données, l'intelligence artificielle permet d'organiser, de trier et de donner du sens à ces informations.

### II.3.2 Vision artificielle

Aussi appelé La vision par ordinateur est un domaine de l'intelligence artificielle (IA) qui permet aux ordinateurs et aux systèmes d'extraire des informations significatives à partir d'images numériques, de vidéos et d'autres entrées visuelles, et de prendre des mesures en fonction de ces informations. Si l'intelligence artificielle permet aux ordinateurs de penser, la vision par ordinateur leur permet de voir, d'observer et de comprendre. La vision par ordinateur fonctionne de la même manière que la vision humaine, sauf que les humains vont encore plus loin. La vue humaine a l'avantage de pouvoir s'entraîner à distinguer les objets, déterminer leur distance, voir s'ils bougent et si quelque chose ne va pas avec l'image.



**Figure II.1:** La vision artificielle

### II.3.3 Télémédecine

La télémédecine est un moyen d'échanger des informations d'une région à une autre grâce à la technologie dans le but d'améliorer et de développer des services de santé fournis aux patients, et c'est aussi un moyen d'aider le personnel de santé à communiquer efficacement avec les patients et à leur fournir des soins de santé , et donne aux patients la possibilité de communiquer réelle et à distance avec les médecins également.

#### II.3.3. 1 Les algorithmes et le diagnostic instantané

En 2017 déjà, des chercheurs américains avaient mis en valeur la pertinence des systèmes d'intelligence artificielle dits de apprentissage profond ou bien le Deep Learning en dermatologie. Un algorithme de l'intelligence artificiel a été conçu en se basant sur une grande sélection d'images de lésions prises par dermato-scopie (une technologie qui permet la fois de supprimer les reflets de la lumière sur la peau, donc d'accéder aux couches plus profondes, et de les visualiser grâce à un très fort grossissement). Cet algorithme serait capable de faire le diagnostic instantané d'une lésion dermatologique, en détectant le mélanome malin avec une précision proche à celle du meilleur dermatologue, soit 89 % de bonnes réponses pour les dermatologues, 95 % pour la machine.[3]

#### II.3.3.2 L'Intelligence Artificiel pour une meilleure consultation à distance

Comme pour le triage aux urgences hospitalières, l'IA peut s'avérer un précieux outil pour orienter le patient à distance. La plateforme de télémédecine québécoise Dialogue implémente une IA qui permet de simplifier le parcours de soin. « Il s'agit essentiellement de collecter une image complète et précise du patient », explique Alexis Smirnov, directeur de la technologie de Dialogue. Par exemple, un patient qui a un problème de peau, indique au chatbot Chloé, ses informations, décrit ses symptômes et peut être amené à envoyer une photo de son problème. Les données ainsi que la photo sont ensuite validées par un professionnel de la santé. Si l'étape suivante implique la prise d'un rendez-vous avec un dermatologue, le processus peut être à nouveau automatisé. De cette manière, le médecin demande simplement au système d'amener le patient à la prochaine étape de son parcours. L'équipe de Dialogue précise que cet outil ne remplacera jamais l'humain : « Chez Dialogue, nous sommes d'avis que la technologie d'IA n'est pas assez avancée pour émettre des jugements humains, basés sur la médecine — en particulier, lorsque l'on tient compte des facteurs humains qui entrent en jeu dans ce type de décisions. Cela dit, il existe toutefois une grande différence entre prendre des décisions médicales et optimiser les composantes non-médicales du parcours de soins du patient. »[1]



### II.3.4 Reconnaissance vocale

Elle est capable de transcrire la voix humaine et traiter les requêtes via une synthèse vocale ou une traduction instantanée.

#### Exemple :

Application Siri ; Il s'agit d'un service vocal qui permet à l'utilisateur d'interagir avec le téléphone via des commandes vocales uniquement. Il fonctionne sur les appareils (Apple), où il convertit la voix en mots et les recherche sur Internet pour répondre aux demandes de ses utilisateurs.



Figure II.2: Application Siri

### II.3.5 Robotique

La robotique est un sous-domaine spécifique de l'intelligence artificielle. Où elle a reçu les capacités cognitives pour prendre des décisions et assumer le rôle d'un médecin avec mérite et entrer dans le monde de la chirurgie.

Les prothèses intelligentes sont destinées à réparer voire augmenter le corps humain : membres ou organes artificiels (bras, cochlée, cœur, sphincter...), simulateur cardiaque... Il existe également un autre type de robot



Figure II.3:Prothèse pour main intelligente

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

La robotique d'assistance aux personnes âgées ou fragiles, représente un troisième secteur très médiatisé et en fort développement. Ce service vise à ce que les robots imitent les êtres vivants et interagissent avec les humains. En revanche, ces robots représentent la polémique quant à la spécificité de la maladie et les limites de son utilisation.



**Figure III.4:** La robotique d'assistance aux personnes âgées ou fragiles

### II. 3.6 L'Imagerie Médicale

#### II.3.6.1 Radiologie

Ce terme basé sur le modèle génomique des génomes, protéomique et protéomique, décrit les technologies numériques qui permettent d'extraire d'une image médicale, échographie, scanner, IRM et médecine nucléaire, etc., un complexe d'informations quantitatives comme une région d'intérêt (ROI), volume, densité, contraste, bordure, amélioration du contraste, etc.[4].



**Figure II.5:** imagerie par résonance-magnétique

#### II.3.6.2 Aider le médecin, pas le remplacer

Certains voient que le développement des techniques d'intelligence artificielle a supprimé le rôle du médecin, qui peut se substituer au médecin ou s'en passer complètement.

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

Mais l'utilisation par le public de tels programmes sans surveillance médicale soulève d'importantes questions éthiques. L'utilisation des techniques d'intelligence artificielle fragilise la relation entre le patient et le médecin et laisse le patient confus entre ses interrogations et ses peurs.

De plus, le danger que le Docteur abdique du trône devant la Machine est réel. Il peut être poussé à entériner une décision qui n'est pas la sienne et découvrir alors que la machine s'est trompée. Pour éviter cet écueil, le médecin, seul habilité à poser le diagnostic, doit pouvoir conserver son indépendance face au dispositif. Il doit être capable de comprendre pourquoi et comment les décisions sont prises, et les contourner si nécessaire. À cette fin, le Comité d'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique AllestinReflections (siRNA) a souligné la nécessité de concevoir des systèmes dont le fonctionnement est transparent, clair et tractable, et qui effectuent des tâches spécifiques tout en respectant des contraintes explicites. Cette initiative est désormais couverte au niveau international par l'UNESCO. Pour les systèmes d'aide à la décision basés sur des [2]

### II.3.6.3 Corrélation entre imagerie et génétique (génomique radiologique)

Parmi les problèmes auxquels est confrontée l'étude de la morphologie cérébrale figure la grande variation et variation de la morphologie des sillons (phénotype), d'autant plus que c'est un organe qui se développe après la naissance ce qui rend cette étude difficile pour l'enfant, en 3D. Certaines de ces zones sont occultées du point de vue des radiologues. Le logiciel permet de traiter ce bloc de données pour identifier automatiquement les anomalies morphologiques cérébrales.

Une discipline récente utilise l'intelligence artificielle pour corréliser les anomalies cérébrales et les études génétiques globales du génome (genomewide association [GWAS]) dans certains groupes taxonomiques, notamment dans les maladies psychiatriques (imagerie génétique)

### II.3.6.4 Fournir des informations au bon moment et au bon niveau

Développé par LIMICS et l'hôpital Trousseau, OPPIO Decision Support System in UltrasoundAnalysis of EctopicPregnancy (GEU), était un système de preuve de concept SUOG (Smart Ultrasound in Obstetrics and Gynecology) SUOG est un programme qui vise à améliorer la qualité des examens échographiques pendant la grossesse face à sa complexité croissante et Resource Experts Ltd. Il fournit au spécialiste en échographie des informations pertinentes lorsque des caractéristiques inhabituelles sont rencontrées, à la fois en temps réel et pendant l'examen. Fournit des conseils intelligents itératifs (ce qu'il convient de rechercher en fonction des résultats normaux et anormaux antérieurs, et selon l'hypothèse diagnostique) et affiche des images échographiques pertinentes approuvées par des experts pour appliquer les conseils donnés.[8].



**Figure II.6:** SUOG : Smart Ultrasounds in Obstetrics and Gynecology [Ultrasons intelligents en obstétrique et gynécologie ]

SUOG : outil d'aide à la décision en imagerie médicale développé en collaboration avec l'Inserm, il permet d'analyser les images échographiques de grossesse et leur cause et propose un protocole personnalisé d'aide au diagnostic. Vous pouvez voir l'échographe en bas à droite et l'image obtenue par le praticien sur l'écran du haut. L'écran de gauche est divisé en deux parties : la partie de gauche montre l'image obtenue par le médecin par l'échographe ; Le volet de droite montre des images similaires à l'image obtenue selon des critères sémantiques et numériques. Le système fournit ainsi au clinicien des diagnostics spécifiques du patient qu'il ne faut pas négliger en fonction du contexte de l'image prise.[2]

### II.4 Techniques D'intelligence Artificielle

La science des données représente l'intersection des éléments suivant :l'expertise dans domaine particulier, la compétence en programmation informatique ainsi que les mathématiques et les statistiques, les spécialistes des données et d'autres types peuvent utiliser l'apprentissage automatique dans leur travail

Les techniques de la science des données telle que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique sont utilisées pour résoudre des problèmes analytiques complexes

L'intelligence artificielle bien que née depuis longtemps et en vogue en ce moment. C'est un domaine très vague et très complexe. Parmi elles on peut citer la Machine Learning et le Deep Learning qui permettent de résoudre des problèmes très complexes

### II.4.1 Apprentissage Automatique (Machine Learning)

#### II.4.1.1 Définition

L'apprentissage automatique ou Le « machine Learning », fait partie de une des méthodes de l'intelligence artificielle. C'est une spécialité consacrée à l'analyse Les données ; c'est un domaine qui étudie comment des algorithmes peuvent apprendre en étudiant des exemples comme aux échecs l'ordinateur ne choisit pas un coup au hasard après avoir évalué toutes les options possibles mais il utilise les données recueillies dans des millions de parties jouées précédemment

#### III.4.1.2 Types D'apprentissage automatique

Les algorithmes d'apprentissage peuvent se catégoriser selon le mode d'apprentissage qu'ils emploient : Apprentissage supervisé, Apprentissage non-supervisé Apprentissage semi-supervisé et apprentissage par renforcement :

##### a-Apprentissage Supervisé :

La majorité des apprentissages automatiques utilisent un apprentissage supervisé , il consiste en des variables d'entrée (x) et une variable de sortie (Y). Vous utilisez un algorithme pour apprendre la fonction de mapping de l'entrée à la sortie, et sa fonction sous forme  $Y = f(X)$ .

en fonction de la nature de la sortie (catégorisée ou pas), L'apprentissage supervisé est généralement effectué dans le contexte de la classification et de la régression

##### 1-Classification

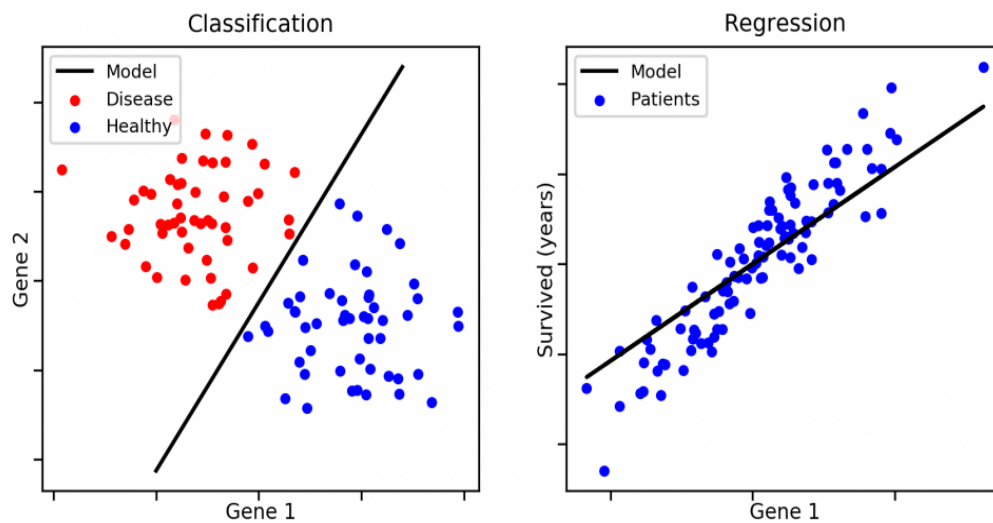
Le problème de classification se pose lorsque la variable de sortie est une classe, telle que « rouge », « bleu » ou « maladie » et « aucune maladie ». Exemples:

En marketing, il est utilisé pour analyser les sentiments textuels (heureux, malheureux).

En médecine, pour prédire si un patient a une maladie particulière ou non.

##### 2-Régression

Le problème de régression survient lorsque la variable de sortie est une valeur réelle, telle que "dollars". Par exemple : Préviation des prix de l'immobilier.



**Figure II.7 :** Schéma explicatif sur la Classification et la Regression

### **b- Apprentissage non-supervisé :**

La tâche consiste à découvrir la structure des données : par exemple, regrouper des éléments similaires pour former des «grappes», ou réduire les données à un petit nombre de «dimensions» importantes. La visualisation des données peut aussi être considérée comme un apprentissage non supervisé.

### **c-Apprentissage semi-supervisé :**

Il vise à révéler la répartition de base des exemples dans leur espace de description. Il est implémenté lorsqu'il manque des données (ou "étiquettes")... Le modèle doit utiliser des exemples non-étiquettes qui peuvent néanmoins fournir l'information.

En médecine, ils peuvent être une aide au diagnostic ou au choix des moyens de tests diagnostiques les moins coûteux.

### **d-apprentissage par renforcement :**

Communément utilisé dans les situations où un agent d'IA, comme une voiture autonome, doit fonctionner dans un environnement et où un retour d'information sur les bons ou mauvais choix est disponible avec un certain retard. Également utilisé dans les jeux dont le résultat ne peut être décidé qu'à la fin de la partie.

### III.4.2 Apprentissage Profond (Deep Learning)

#### III.4.2.1 Définition

L'apprentissage profond ou bien le deeplearning est une méthode d'IA issue du concept de apprentissage automatique Cette méthode d'apprentissage dit profond se base plus spécifiquement sur la notion de réseau de neurones artificiel, de structure non linéaire.

Un réseau de neurones artificiel se présente sous la forme d'un réseau d'ensembles d'unités d'exécution d'information (représentant les neurones) superposées en couches et liés entre eux via des connecteurs (les synapses). Partant de-là, il traite l'information à travers des modèles de propagation d'activations de ces unités, s'actionnant au-delà d'un certain seuil.[23]

#### III.4.2.2 Fonctionnement :

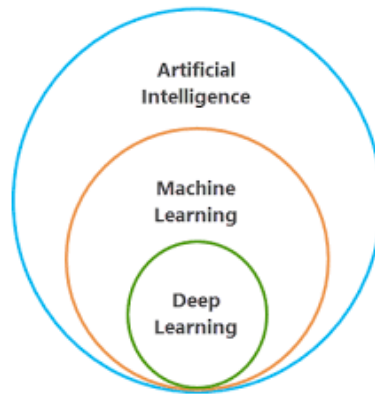
Les réseaux de neurones sont entraînés sur la base De structures complexes de données auxquelles ils sont confrontés. Ils élaborent des modèles de calcul composés de plusieurs couches de traitement pour créer plusieurs niveaux d'abstraction afin de représenter les données.

Par exemple, le modèle de l'apprentissage profond connu sous le nom de réseau neuronal convolutif peut être entraîné à l'aide d'un grand nombre (des millions) d'images, des images représentant des chats par exemple. Ce type de réseau neuronal tire son apprentissage des pixels contenus dans les images reçues. Il peut classer des groupes de pixels en fonction des caractéristiques du chat telles que les griffes, les oreilles, les yeux indiquant la présence de l'animal dans l'image.

L'apprentissage profond est très différent de l'apprentissage profond classique. Dans l'exemple précédent, un expert dans ce domaine passerait un temps considérable à mettre au point un système de machine learning capable de détecter les caractéristiques représentatives du chat. Avec l'apprentissage profond , il suffit de fournir au système un très grand nombre d'images de chats pour qu'il en retienne de façon autonome les caractéristiques.

Pour de nombreuses tâches, comme la vision informatique, la reconnaissance vocale, la traduction automatique et la robotique, les performances des systèmes de l'apprentissage profond dépassent largement celles des systèmes de l'apprentissage automatique classique. Sans compter que la création de systèmes de l'apprentissage profond est également relativement plus facile. Même si la reconnaissance des caractéristiques a lieu de façon autonome, il faut toutefois activer des milliers d'hyper paramètres (ou boutons) pour qu'un modèle de l'apprentissage profond devienne efficace.[17]





**Figure II.8:** schéma représente la relation entre intelligence artificielle, apprentissage automatique et apprentissage profond.

### II. 5 Réseaux de neurones

Les méthodes d'apprentissage profond utilisent des architectures de réseaux de neurones, ce qui explique pourquoi les modèles d'apprentissage profond sont souvent appelés réseaux de neurones profonds (Deep Neural Networks – DNN).[20]

#### II.5.1 Historique

L'année 1943 représente l'invention des premiers réseaux de neurones par deux mathématiciens et neuroscientifiques du nom de Warren McCulloch et Walter Pitts ; ils expliquent dans leur article scientifique [13] comment ils ont pu programmer des neurones artificiels en s'inspirant du fonctionnement des neurones biologiques. Rappelons dans notre corps ou bien en biologie les neurones sont des cellules excitables connectées les unes aux autres et ils ont comme rôle de transmettre des informations dans notre système nerveux. Chaque neurone est composé de plusieurs dendrites, d'un corps cellulaire et d'un axone. Ces dendrites représentent les entrées d'un neurone et contiennent une partie qui s'appelle la synapse. Au niveau de cette synapse, le neurone reçoit des signaux lui provenant des neurones voisins. Ces signaux peuvent être de type excitateur ou inhibiteur et lorsque la somme de ces signaux dépasse un certain seuil, le neurone s'active et produit un signal électrique. Ce signal circule le long de l'axone vers les terminaisons pour être envoyé vers d'autres neurones de notre système nerveux.

Le but de ces deux scientifiques c'est de modéliser ce fonctionnement mais de représenter un neurone par une fonction de transfert qui prend en entrée des signaux  $X$  et une sortie  $Y$ .

À l'intérieur de cette fonction on trouve 2 grandes étapes ; la combinaison c'est la somme de toutes les entrées du neurone en multipliant chaque entrée par un coefficient  $W$ . Ce coefficient représente en fait l'activité synaptique (Excitateur ou bien Inhibiteur)



## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

### Fonction de Combinaison

$$F=w_1 x_1+w_2 x_2+\dots+w_n x_n \text{ (III.1)}$$

Une fois cette étape est réalisé on passe a la partie d'activation , on regardant le résultat du calcul de la prochaine partie

$$\text{Fonction D'Activation} \quad \{(y=o_j \text{ si } F \geq \theta_j @ y=0, \text{ sinon})\} \text{ (III.2)}$$

En 1957 Franck Rosenblatt , un psychologue américain et inventeur du Perceptron trouva comment améliorer ce modèle.

### II.5.2 Perceptron

#### II.5.2.1 Principe de base

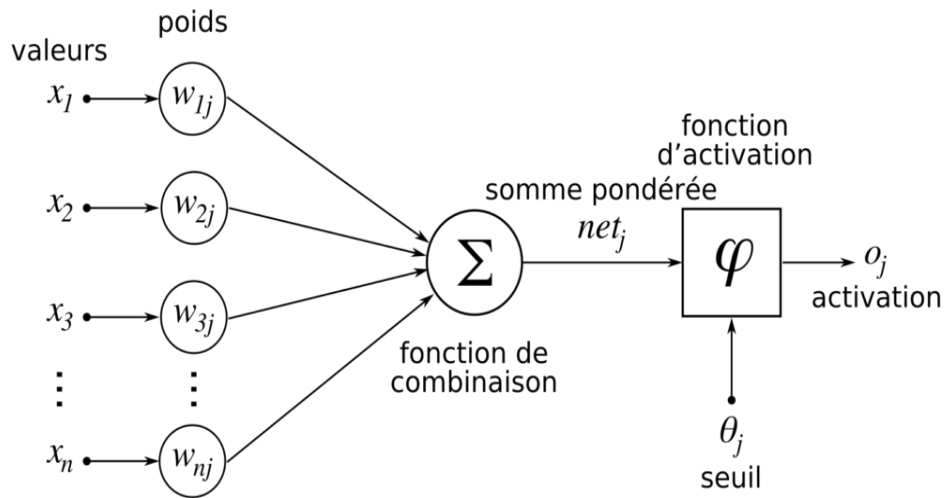
En 1975 le premier réseau neuronal multicouche a été développé, ouvrant la voie à un développement ultérieur des réseaux neuronaux. une réalisation que certains pensaient impossible il y a moins de dix ans , c'est une période où il n'y eu plus d'investisseurs pour financer les recherches en IA. En 1982 l'intérêt pour les réseaux de neurones été considérablement ravivé lorsque John Hopfield , professeur à L'université de Princeton a inventé le réseau de neurones associatif et l'innovation était que les données pouvaient voyager dans deux directions et pas seulement une, comme c'était le cas auparavant, c'est aussi connu comme son inventeur sous le nom de réseau Hopfield De nos jours, les réseaux de neurones artificiels jouissent d'une grande popularité et d'une croissance énorme [25]

#### II.5.2.2 Définition

Le moyen le plus simple et le plus sûr d'apprendre l'intelligence artificielle est de comprendre les réseaux de neurones artificiels et pour comprendre ces réseaux artificiels, on doit comprendre le réseau perceptron simple.Perceptron est le nom donné par le scientifique Franck Rosenblatt à un groupe d'expériences qu'il a réalisées pour simuler l'esprit humain dans le processus de réflexion entre les années 1957 et 1962. Ce scientifique est le premier inventeur du réseau de neurones artificiels.

#### II.5.2.3 Fonctionnement

Un réseau de neurones peut prendre des formes différentes selon l'objet de la donnée qu'il traite et selon sa complexité et la méthode de traitement de la donnée, Les architectures ont leurs forces et faiblesses et peuvent être combinées pour optimiser les résultats. Le choix de l'architecture s'avère ainsi crucial et il est déterminé principalement par l'objectif. Et grace aux perceptron il serait possible de construire des machines capables de lire, de parler , de marcher,....., ect. [25]



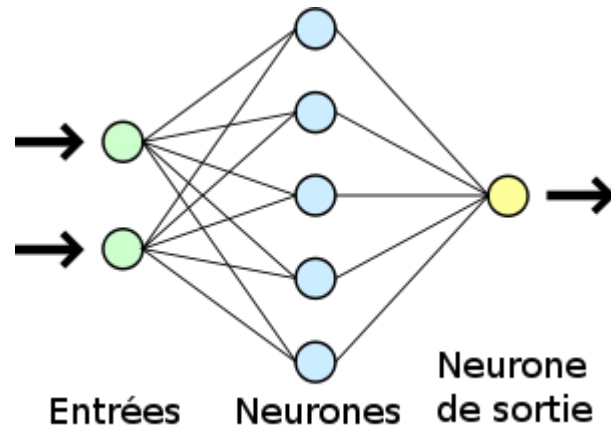
**Figure II.9:** Schéma expliquant le mode de fonctionnement du Perceptron.

Sur La figure (09), la sortie  $o_j$  sera calculée en utilisant des fonctions de combinaison et d'activation comme montré par les équations (III.1) et(III.2)

### II.5.2.4 Types de Perceptron

#### Perceptron Simple (Unique)

Le Perceptron simple est dit simple car il ne comporte que deux couches ; Couche d'entrée et couche de sortie. Le réseau est alimenté en recevant des informations d'entrée. Les données de ce réseau sont traitées entre la couche d'entrée et la couche de sortie de manière intégrée, de sorte que le réseau n'a qu'une seule matrice de poids. [12]

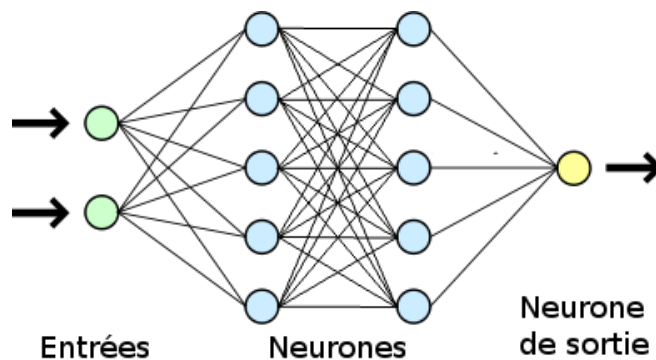


**Figure II.10** : Perceptron Simple (perceptron unique)

Source : <https://www.juripredis.com/fr/>

### Perceptron Multicouches

Le Perceptron Multicouches est organisé de la même manière que le Perceptron simple où les informations entrent par la couche d'entrée et sortent par la couche de sortie. Mais contrairement à un simple capteur, une réalisation multicouche contient entre la couche d'entrée et la couche de sortie une ou plusieurs couches dites "couche cachée" telles que le nombre de couches correspond au nombre de matrices de poids que possède le réseau. Par conséquent, la perception multicouche est mieux adaptée pour traiter les types de fonctions non linéaires



**Figure II.11** : Perceptron Multicouches

Source : <https://www.juripredis.com/fr/>

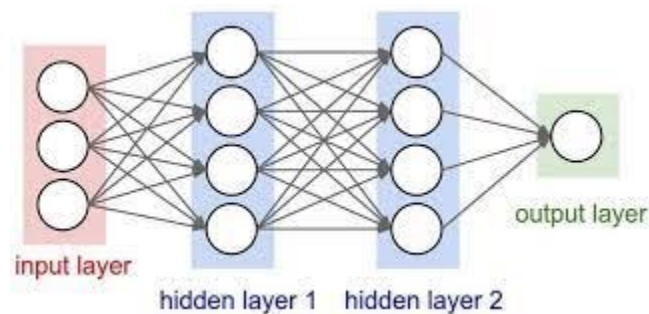
### II.6.Réseaux de neurones Artificielles

Les ingénieurs se sont demandés comment réaliser une telle machine et comme beaucoup de choses en ingénierie ils se sont inespérés de la réalité par exemple l'avion est clairement inspiré de l'oiseau mémé s'il n'a pas des ailes ; qu'est ce qui est l'origine de l'apprentissage chez les êtres vivants , en général c'est le cerveau ; à l'intérieur de celui-ci on a plusieurs nuerons qui se transmettent de l'information sous forme d'impulsions électriques alors on vas essayer de comprendre qu'est ce qu'un réseau de neurone et comment ça fonctionne

Un réseau de neurone artificielle ou bien artificial neural network , est un système dont la conception est à l'origine schématiquement des neurones biologiques c'est-à-dire le fonctionnement du cerveau et du système nerveux et qui par la suite s'est rapproché des méthodes statistiques [9]

#### II.6.1 Fonctionnement

Une fois la couche d'entrée sélectionnée, les poids sont attribués. Ces pondérations aident à déterminer l'importance de toute variable identifiée, car la plus grande d'entre elles a une plus grande contribution à la sortie que les autres entrées. Toutes les entrées sont ensuite multipliées par leurs poids respectifs, puis additionnées. Ensuite, la sortie est transmise à la fonction d'activation , qui sélectionne la sortie. Si ces sorties dépassent une seuil spécifiée, elles « lancent » (ou activent) le nœud, transmettant les données à la couche suivante du réseau. Par conséquent, les sorties d'un nœud sont situées dans les entrées du nœud suivant. Le processus de transmission des données d'une couche à la suivante définit ce réseau de neurones comme un réseau à anticipation.



**Figure II.12 :** Réseaux de neurones artificiel a plusieurs couches

### II.6.2 Domaine D'applications

En médecine, les réseaux de neurones artificiels sont utilisé pour détecter des cellules cancéreuses avec une très grande précision [32], ils ont été aussi utilisés très récemment pour la détection du covid-19 en se basant sur des images de radiographie thoracique [ 32]. On peut aussi utiliser les réseaux de neurones dans le domaine de la musique pour créer des chansons en utilisant plusieurs instruments de musique et plusieurs style. On cite aussi un autre domaine d'utilisation qu'est la robotique. Dans ce cas, ces réseaux sont capables de prédire les mouvements des mains et les mouvement des têtes et aussi les expressions du visage d'un agent virtuel

Grâce à leur capacité de classification et de généralisation, les réseaux de neurones sont généralement utilisés dans :

- 1- Des problèmes de nature statistique.
- 2- Pour la classification d'espèces animales par espèce étant donnée une analyse ADN  
Classification d'image. Approximation d'une fonction inconnue
- 3- Modélisation de système La topologie des connexions entre les neurones .
- 4- La fonction d'agrégation utilisée (somme pondérée, distance pseudo-euclidienne...)
- 5- La fonction de seuillage utilisée (sigmoïde, échelon, fonction linéaire, fonction de Gauss...)
- 6- L'algorithme d'apprentissage (rétro propagation du gradient, cascade,corrélacion

### II.6.3 Paramètres des réseaux de neurones

La topologie des connexions entre les neurones ;

La fonction d'agrégation utilisée (somme pondérée, distance pseudo-euclidienne...)

La fonction de seuillage utilisée (sigmoïde, échelon, fonction linéaire, fonction de Gauss...)

L'algorithme d'apprentissage (rétro propagation du gradient, cascade, corrélation)[11].

### II.6.4 Types des Réseaux de neurones

Les architectures de réseaux neuronaux peuvent être divisées en 4 grandes familles [12] :

1. Réseaux de neurones Feedforward (convulitif )
2. Réseaux de neurones récurrents (RNN)
3. Réseaux de neurones à résonance
4. Réseaux de neurones auto-organisés

### 1- Réseaux de neurones Feedforward

Feedforward fait simplement référence au processus de traitement des données par un réseau de neurones. En fait, la redirection signifie simplement que les données traversent le réseau de l'entrée à la sortie sans revenir aux informations d'origine

Pour traiter des informations très complexes et diverses, il est possible de créer plusieurs réseaux de neurones distincts dédiés à chaque information. Ces réseaux de neurones sont appelés réseaux de neurones convolutifs.

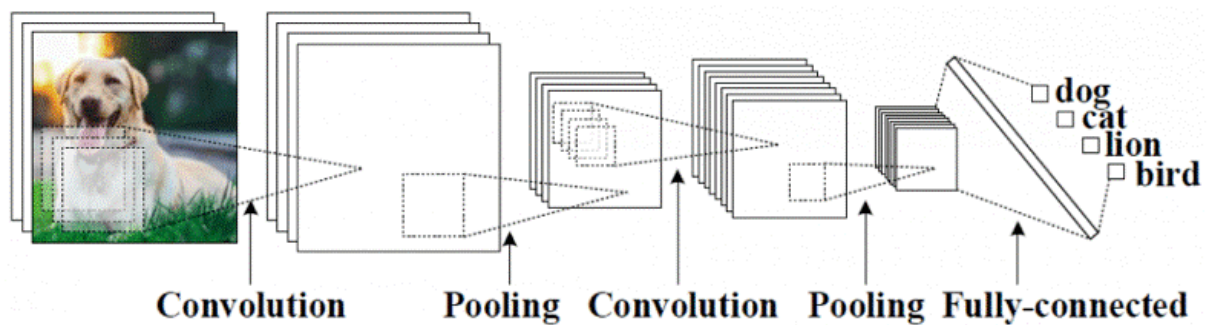


Figure II.13 : le Traitement des information

Source : <https://www.juripredis.com/fr/>

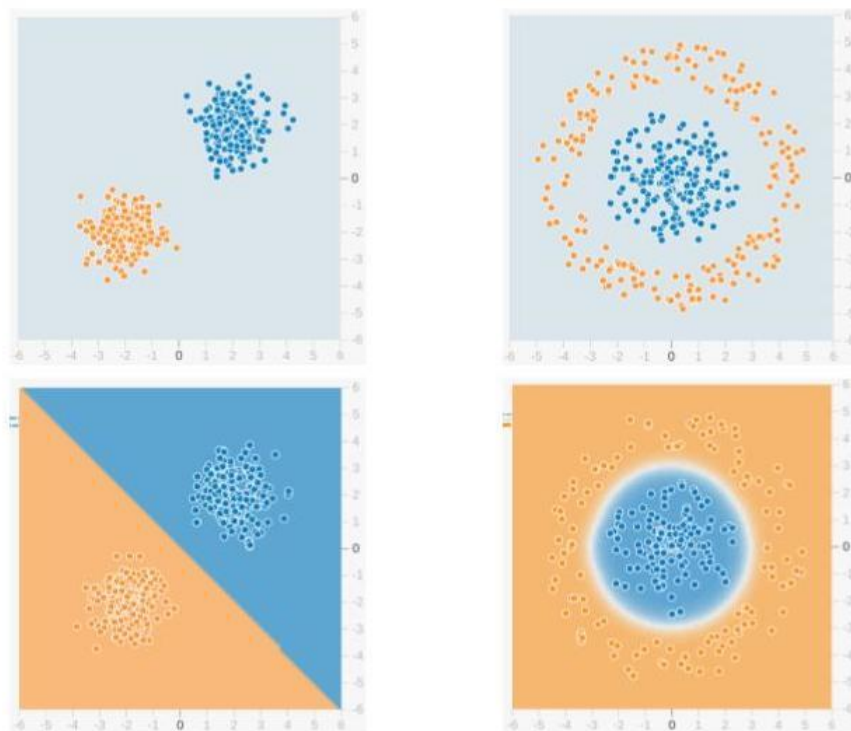


Figure II.14 : Un exemple sur Le Feed-Forward pour résoudre un problème de classification binaire

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

Nous allons utiliser le réseau feed-forward pour résoudre un problème de classification binaire. Dans l'apprentissage automatique, la classification est un type de méthode d'apprentissage supervisé, où la tâche consiste à diviser les échantillons de données en groupes prédéfinis par une fonction de décision. Lorsqu'il n'y a que deux groupes, on parle de classification binaire. La figure ci-dessous montre un exemple. Les points en bleu appartiennent à un groupe (ou classe) et les points orange appartiennent à l'autre. La ou les lignes imaginaires qui séparent les groupes sont appelées frontières de décision. La fonction de décision est apprise à partir d'un ensemble d'échantillons étiquetés, appelés données d'apprentissage, et le processus d'apprentissage de la fonction de décision est appelé apprentissage.

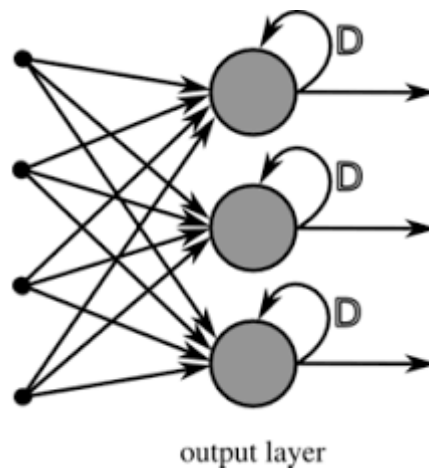
Dans l'exemple ci-dessus, la ligne du haut montre deux distributions de données différentes et la ligne du bas montre la limite de décision. L'image de gauche montre un exemple de données linéairement séparables. Cela signifie qu'une frontière linéaire (par exemple une ligne droite) est suffisante pour séparer les données en groupes. D'autre part, l'image de droite montre un exemple de données qui ne sont pas linéairement séparables. La limite de décision, dans ce cas, doit être circulaire ou polygonale, comme indiqué sur la figure(14)

### 2- Réseaux de neurones récurrent (RNN)

Contrairement aux réseaux de neurones FeedForward, les informations au sein d'un réseau de neurone récurrent, circule dans les deux sens

La force des réseaux de neurones récurrents réside dans leur capacité à conserver les informations d'origine après avoir traité à plusieurs reprises les mêmes informations. Cette dynamique intrinsèque entretient le réseau. .[12]

Les réseaux de neurones récurrents (RNN) se sont révélés efficaces pour les tâches d'apprentissage de séquences unidimensionnelles, telles que la reconnaissance de la parole et de l'écriture manuscrite en ligne. Certaines des propriétés qui rendent les RNN adaptés à de telles tâches, par exemple la robustesse à la déformation d'entrée et la capacité d'accéder à des informations contextuelles, sont également souhaitables dans des domaines multidimensionnels. Cependant, il n'y a jusqu'à présent aucun moyen direct d'appliquer les RNN aux données ayant plus d'une dimension spatio-temporelle. Cet article présente les réseaux de neurones récurrents multidimensionnels, étendant ainsi l'applicabilité potentielle des RNN à la vision, au traitement vidéo, à l'imagerie médicale et à de nombreux autres domaines, tout en évitant les problèmes de mise à l'échelle qui ont tourmenté d'autres modèles multidimensionnels. Des résultats expérimentaux sont fournis pour deux tâches de segmentation d'images.[28]



**Figure (15) :** L'Architecture D'un Réseaux de neurones récurrent (RNN)

### 3-Les réseaux de neurones à résonance

En effet, au sein des réseaux de neurones à résonance, l'activation de tous les neurones est renvoyée à tous les autres neurones au sein du système. Ce renvoi provoque des oscillations, d'où la raison du terme résonance.[12]

Dans les réseaux de neurones récurrents, il est possible de faire passer l'information dans des boucles de rétroaction, et ainsi de la faire revenir vers une couche précédente. Ces rétroactions permettent au système de se constituer une mémoire. Les réseaux de neurones récurrents sont utilisés par exemple en matière de reconnaissance vocale, de traduction et de reconnaissance d'écriture manuscrite.

### 4-Le réseau de neurones auto-organiseurs (SONN)

Un réseau de neurones auto-organiseurs (SONN) est un modèle d'apprentissage non supervisé. Dans le réseau de neurones artificiels appelé cartes de caractéristiques auto-organisées ou cartes de Kohonen, Ces cartes auto-organisatrices sont utilisées pour la classification et la visualisation de données de dimension supérieure dans une dimension inférieure[14].Elles sont utilisées pour cartographier un espace réel, c'est-à-dire pour étudier la répartition de données dans un espace à grande dimension. En pratique, cette cartographie peut servir à réaliser des tâches de discrétisation, quantification vectorielle ou classification.ne dimension inférieure.[29]

Le but premier des cartes auto organisatrices est descriptif : les données étudiées ici sont des observations. Pour les analyser, on cherche à en comprendre la structure.

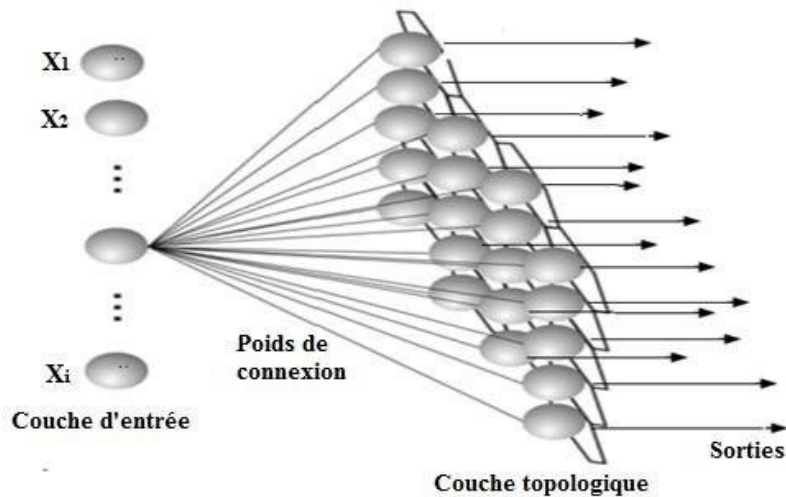
Les cartes topologiques ont été introduites pour la première fois par Kohonen qui cherchait à représenter des données multidimensionnelles et de grande taille. Pour y parvenir, Kohonen cherche à partitionner, par apprentissage, les données en groupements «similaires» dont la structure de voisinage peut être matérialisée et visualisable par un espace discret de faible dimension (1, 2 ou 3D) appelé «carte topologique». Par exemple, on peut avoir un



## Chapitre II : Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

recueil d'analyses médicales et ne pas avoir le diagnostique donné par le médecin (malade ou pas malade). On peut cependant vouloir regrouper les patients qui semblent avoir des analyses «semblables ou similaires».[30]

Architecture SONN :



**Figure II.16 :** Architecture SONN

**Couches :** SONN est composé de deux couches : une couche d'entrée et une couche de sortie (carte) entièrement connectées. La couche de sortie est appelée couche Kohonen

**Connexions intracouche :** Tous les neurones de la couche de sortie sont connectés dans un voisinage spécifique avec une certaine topologie. Ce sont les connexions latérales non pondérées mais responsables de l'apprentissage compétitif.

**Connexions de rétroaction latérale :** Ces connexions génèrent des effets excitateurs et inhibiteurs, en fonction de la distance par rapport aux neurones gagnants.[14]

## II.7 Fonctions Utilisées

### II.7.1 Fonction de Combinaison

Dans notre réseau de neurone; un de ces neurones reçoit plusieurs valeurs via ses connexions synaptiques et produit une certaine valeur à l'aide d'une fonction combinatoire. Par conséquent, la fonction peut être formalisée comme une fonction vectorielle-scalaire, plus précisément :

Le réseau de type MLP (Multi-layer Perceptron) calcule la combinaison linéaire de l'entrée, c'est-à-dire renvoie le produit scalaire du vecteur d'entrée et du vecteur de poids synaptique ;Le réseau de type RBF (Radial Basis Function) calcule la distance entre les entrées et la fonction combinée renvoie la norme euclidienne du vecteur résultant de la différence vectorielle entre les vecteurs d'entrée.

### II.7.2 Fonction d'Activation

La fonction d'activation (ou fonction de seuillage, ou encore fonction de transfert) sert de incorporer une non-linéarité sur le maniement due cellule

Ces fonctions représentent trois étapes :


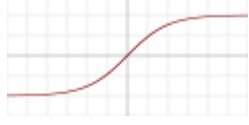
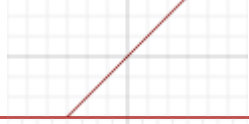
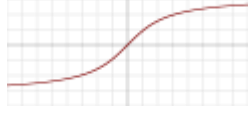
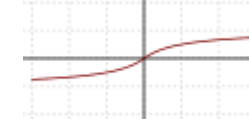
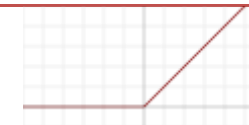
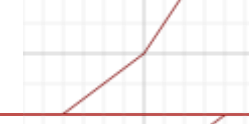
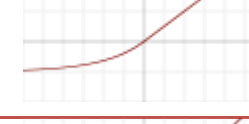

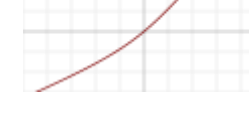
1. En dessous du seuil, le neurone est non-actif (Désactivé, sa sortie vaut une certaine seuil 0 ou -1) ;
2. Aux tours du seuil, une phase de transition ;
3. Au-dessus du seuil, le neurone est actif (souvent dans ce cas, sa sortie vaut aussi certaine seuil par exemple 1).

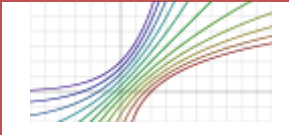
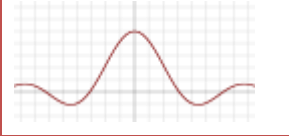
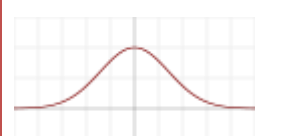
Parmi les exemples des fonctions d'activation on site :

1. La fonction sigmoïde.
2. La fonction tangente hyperbolique.
3. La fonction de Heaviside.
4. La fonction Rampe
5. La fonction arc tangente
6. La fonction Sinusoïde
7. La fonction Sinus cardinal
8. Fonction gaussienne
9. Exponentielle douce paramétrique (soft exponential)
10. Identité courbée
11. Unité de rectification linéaire douce (SoftPlus)
12. Unité exponentielle linéaire (ELU)
13. Unité de rectification linéaire paramétrique (PReLU)

## Chapitre II : Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

Le tableau III.1 : représentees fonctions et leurs équations

Nom	Equation	Graphe
La fonction sigmoïde	$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	
La fonction tangente hyperbolique.	$f(x) = \tanh(x)$ $= \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$	
La fonction Rampe	$f(x) = x$	
La fonction arc tangente	$f(x) \tan^{-1}(x)$	
Signe doux	$f(x) = \frac{x}{1 +  x }$	
Unité de rectification linéaire (ReLU)	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \\ x & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$	
Unité de rectification linéaire paramétrique (PReLU)	$f(x) = \begin{cases} \alpha x & \text{si } x < 0 \\ x & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$	
Unité exponentielle linéaire (ELU)	$f(x) = \begin{cases} \alpha(e^x - 1) & \text{si } x < 0 \\ x & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$	
Unité de rectification linéaire douce (SoftPlus)	$f(x) = \ln(1 + e^x)$	
Identité courbée	$f(x) = \frac{\sqrt{x^2 + 1} - 1}{2} + x$	

Exponentielle douce paramétrique (soft exponential)	$f(x) =$	
Sinus cardinal	$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x = 0 \\ \frac{\sin(x)}{x} & \text{si } x \neq 0 \end{cases}$	
Fonction gaussienne	$f(x) = e^{-x^2}$	

### II.8 Réseau de Neurones Convolutif

Réseau de Neurones Convolutif est un type de réseau neuronal artificiel (CNN) utilisé dans la reconnaissance et le traitement d'images et spécifiquement conçu pour traiter les données de pixels. Les Réseaux de neurones convolutif sont de puissants systèmes de traitement d'images, d'intelligence artificielle (IA) qui utilisent un apprentissage approfondi (deep learning) pour effectuer des tâches à la fois génératives et descriptives, souvent à l'aide de Machine Vision qui inclut la reconnaissance d'images et de vidéos, ainsi que des systèmes de recommandation et le traitement du langage naturel (NLP).

Un CNN utilise un système semblable à un perceptron multicouche qui a été conçu pour des besoins de traitement réduits. Les couches d'un CNN se composent d'une couche d'entrée, d'une couche de sortie et d'une couche cachée qui comprend plusieurs couches convolutionnelles, des couches de regroupement, des couches entièrement connectées et des couches de normalisation. La suppression des limitations et l'augmentation de l'efficacité pour le traitement des images aboutissent à un système beaucoup plus efficace, plus simple à former, et spécialisé pour le traitement des images et le traitement du langage naturel.[24]

Par exemple Le syndrome de Down est l'un des troubles génétiques les plus courants. Les traits du visage distinctifs.

Le syndrome de Down offre la possibilité d'une identification automatique. Des études récentes ont montré que les technologies de reconnaissance faciale ont la capacité d'identifier les troubles génétiques. Cependant, Il y a peu d'études sur l'identification automatique du syndrome de Down avec reconnaissance faciale technologies, en particulier en utilisant des réseaux de neurones à convolution profonde. Ici, les scientifiques ont développé une méthode d'identification du syndrome utilisant des images faciales et des réseaux neuronaux convolutifs profonds, qui quantifiaient le problème de classification binaire de la distinction des sujets atteints du syndrome de Down à partir de sujets sains à partir d'images bidimensionnelles non contraintes. Le réseau a été formé à deux étapes principales :

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

Premièrement, ils ont formé un réseau général de reconnaissance faciale utilisant une identité faciale à grande échelle base de données (10 562 sujets), puis ils ont formé (70 %) et testé (30 %) un ensemble de données de 148 syndrome de Down et 257 images saines conservées dans des bases de données publiques. Dans le test final, la profonde convolution ale réseau neuronal atteint 95,87% de précision, 93,18% de rappel et 97,40% de spécificité dans le syndrome de Down identification. leurs résultats indiquent que le réseau neuronal convolutionnel profond a le potentiel pour soutenir l'identification rapide, précise et entièrement automatique du syndrome de Down et pourrait ajouter une valeur considérable pour l'avenir de la médecine de précision.[31]

### II.8.1 Opérations d'un Réseau de neurones convolutif

Un Réseau de neurones convolutif (CNN) applique généralement 3 types d'opérations différentes à une donnée afin d'en extraire les informations pertinentes.[26]

Ces 3 types d'opérations sont les suivantes :

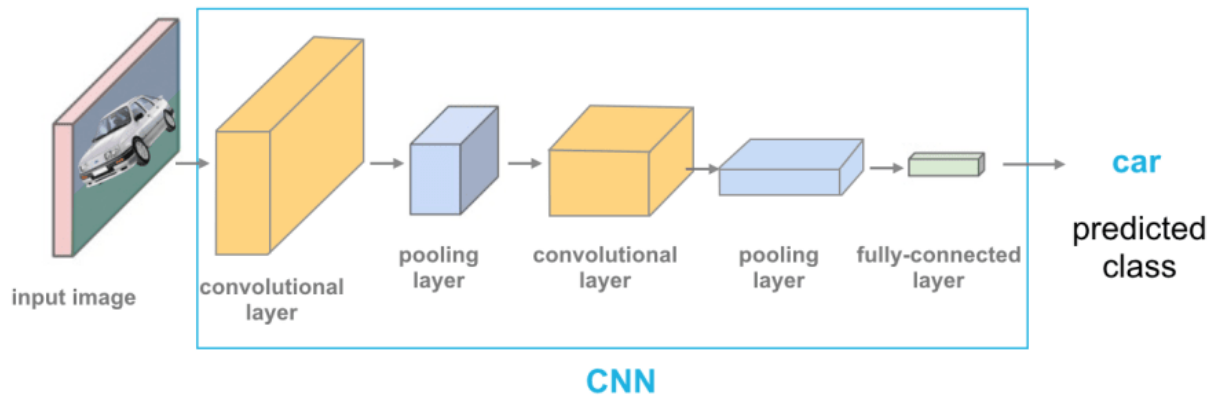
1. La convolution
2. Le pooling
3. La fonction d'activation de type ReLU

Le CNN appliquée pour la classification des images, compare ces images fragment par fragment. Les fragments qu'il recherche sont appelés les caractéristiques. Il permet de trouver des caractéristiques approximatives qui se ressemblent dans 2 images différentes. Le CNN est bien meilleur à détecter des similitudes que par une comparaison entière image à image.[24]

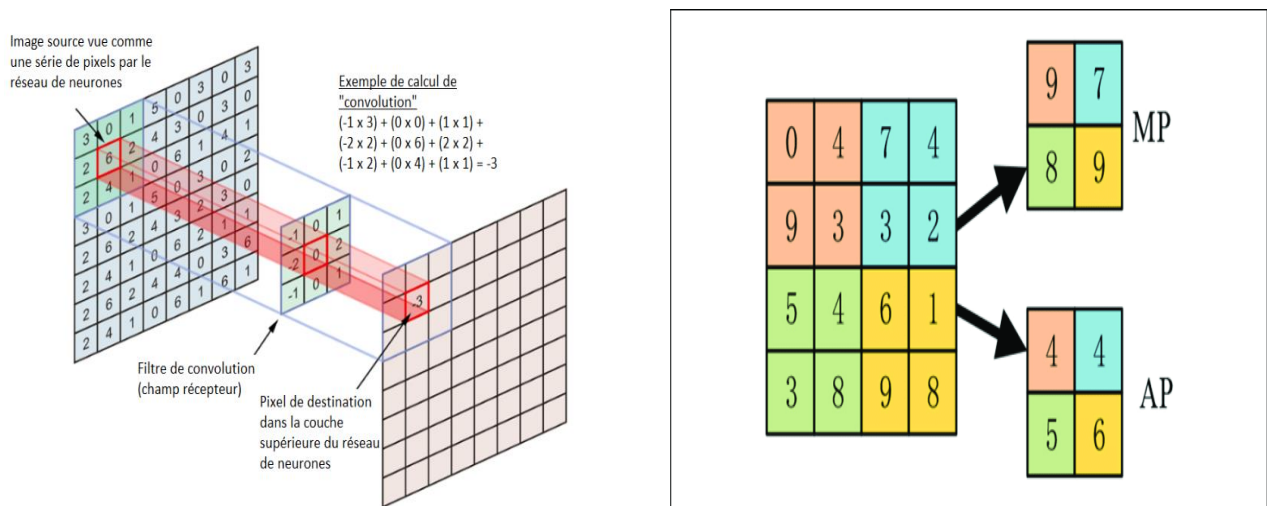
### II.8.2 Couches d'un Réseau De Neurones Convolutifs

Les réseaux de neurones convolutifs composent d'une couche d'entrée, une ou plusieurs couches cachées et une couche de sortie. Chaque nœud, ou neurone artificiel, est connecté à un autre et est associé à une seule charge. Si la sortie d'un nœud individuel est supérieure à la valeur du seuil spécifiée, ce nœud est activé, envoyant des données à la couche suivante du réseau. Sinon, aucune donnée ne sera transmise à la couche suivante du réseau. La distribution hiérarchique la plus courante des couches CNNcontient [20] :

- LaCouche d'entrée: le volume d'entrée est une image dont les dimensions sont les suivantes: [largeur x hauteur x profondeur]. Il s'agit d'une matrice de valeurs de pixels;
- Les couches convolutées: l'objectif d'une couche convolutif est d'extraire les caractéristiques du volume d'entrée;
- Les Couches non linéaires: la plupart du temps utilisant une fonction d'activation ReLUqui applique une activation élémentaire par seuillage à zéro;
- Les Couches de correction (ReLU), souvent appelée par abus « ReLU » en référence à la fonction d'activation (Unité de rectification linéaire)
- Les Couches Pooling : dans cette couche un sous-échantillonnage spatial est appliqué;
- Couche entièrement connectée (FC): Les couches entièrement connectées connectent chaque neurone d'une couche à chaque neurone d'une autre couche.



**Figure II.17:** Architecture d'un réseau de neurones convolutifs [21]



**Figure II.18:** Illustration des méthodes de convolution et de Pooling.

(A) Méthode de convolution , (B) Méthode de Pooling [20].

### II.8.3 Fonctionnement D'une convolution (cas de classification d'images)

La classification d'images a été l'un des sujets les plus importants dans le domaine de la vision par ordinateur, visant à donner aux machines la capacité de reconnaître des modèles et de s'adapter à différents environnements d'image. La reconnaissance faciale, la détection des véhicules, le diagnostic médical et la reconnaissance des chiffres sont des exemples typiques.

Les réseaux de neurones convolutifs ont été largement utilisés dans ce domaine. L'image est divisée en sous-zones appelées tuiles ; Et le Analyse par noyau de

## Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

---

torsion. La région analysée (le domaine réceptif) est légèrement plus grande que le noyau, car une étape est ajoutée ; Pour que les champs de réception se chevauchent. Cette astuce permet d'obtenir une meilleure représentation de l'image et d'améliorer la cohérence de son traitement. L'analyse des propriétés de l'image par un noyau de convolution est un processus de filtrage avec des corrélats de poids pour chaque pixel. L'application du filtre à l'image s'appelle Warp [27].Après convolution, une carte de caractéristiques est obtenue, qui est une représentation abstraite de l'image. Ses valeurs dépendent des paramètres du noyau de convolution appliqué et des valeurs de pixel de l'image d'entrée

Voici exemple exploitant leCNNpour la classification d'images [21]

### La reconnaissance de l'image

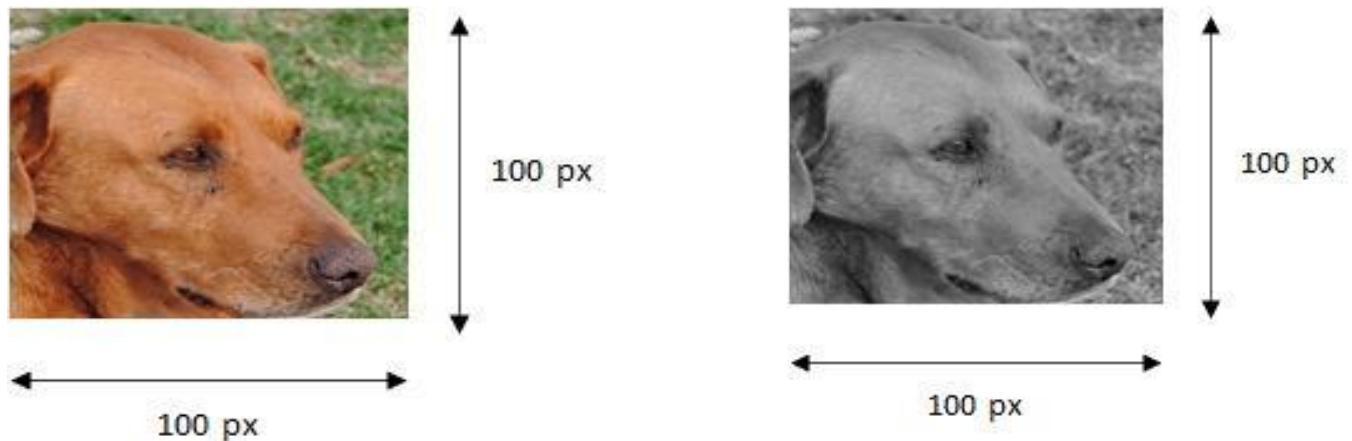
- Il s'agit de quoi au juste ?
- Quelle est la relation entre les pixels d'une image et ce qu'elle représente ?



### Limites :

Si on donne un image de chien à ce type de réseau, la réponse sera 92.65 % chien et 42.53 % chat. Par contre si on lui fournit une image d'un poisson rouge, la réponse sera probablement 10.07 % chien et 15.98 % chat et ne sera jamais 92.18 % poisson.

### Couche d'entrée



**Figure II.19 :** La reconnaissance de l'image

L'image (A) a une taille de 100 px sur 100 px. Un pixel contient 3 valeurs (R, G, B). Cette image est donc composée de  $100 \times 100 \times 3 = 30\,000$  valeurs. Ces 30 000 valeurs vont représenter notre couche d'entrée.

L'image (B) a une taille de 100 px sur 100 px. Un pixel contient 1 valeur comprise entre 0 et 1 (0 = blanc, 1 = noir, gris = 0,5...). Cette image est donc composée de  $100 \times 100 = 10\,000$  valeurs. Ces 10 000 valeurs vont représenter notre input layer (couche d'entrée). Il y aura donc 10 000 neurones dans la première couche.

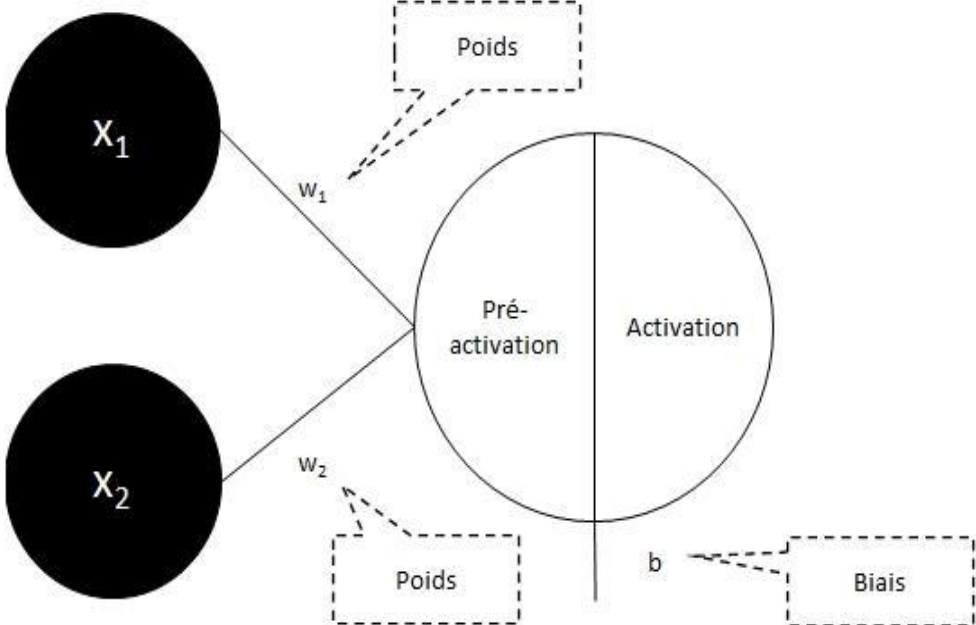
### Couche cachée :

Cette fois, chaque « rond » représente bien un neurone artificiel.

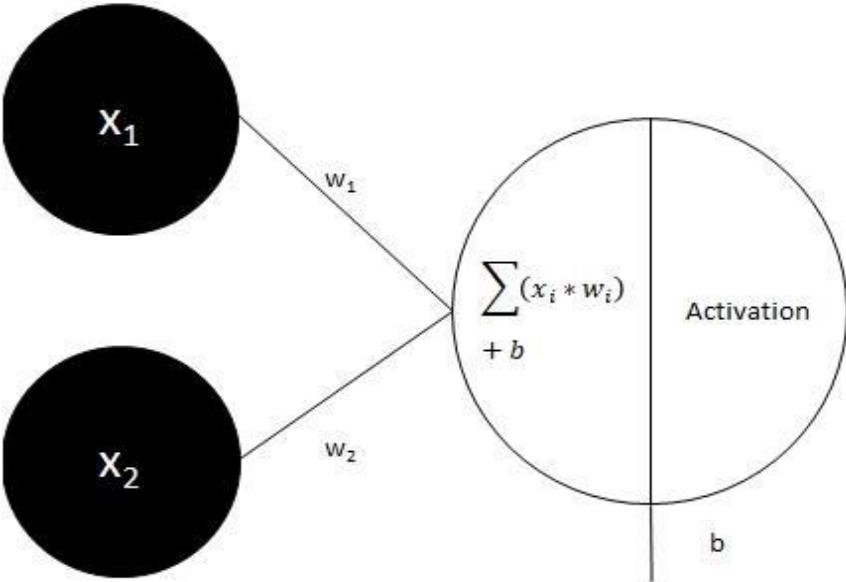
Comme indiqué précédemment, le nombre de couches est variable et variera en fonction du contexte mais aussi de la puissance de calcul disponible pour entraîner et utiliser le réseau. C'est la même chose pour le nombre de neurones par couches.

Tous les neurones de la (ou des) couche(s) cachée(s) se décomposent comme suit.





Un neurone est composé de 2 fonctions, la pré-activation et l'activation



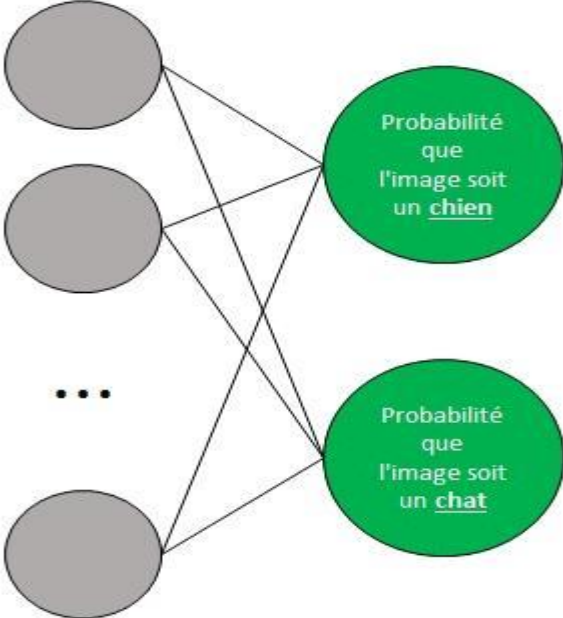
Cette formule multiplie tout simplement tous les x avec les w, additionne les résultats obtenus, puis ajoute un biais.

# Chapitre II :Techniques d'AI pour l'imagerie médicale

## Couche de sortie :

Pour rappel, on souhaite connaître le pourcentage que l'image représente un chat, et le pourcentage que l'image représente un chien

Nous aurons donc 2 neurones.



### II.9 Conclusion :

En conclusion, chacun doit être conscient que l'intelligence artificielle a fait une énorme révolution à l'ère moderne, d'autant plus que la plupart des données ont besoin d'intelligence artificielle, ainsi que l'utilisation d'applications, donc pour les organisations, l'intelligence artificielle est un sauveur pour elles, car elle simule les esprits humains dans la manière d'exécuter le service, ce qui rend son utilisation familière, il y a donc de nombreux avantages et défis face à l'intelligence artificielle, et il existe de nombreuses histoires de réussite de l'intelligence artificielle qui prouvent l'importance de son utilisation. De nos jours, la plupart des institutions et des entreprises adoptent l'intelligence artificielle malgré certains des défis auxquels elles sont confrontées, car elles l'utilisent dans le calcul des informations pour faciliter la référence, et de nombreuses entreprises ont été en mesure d'intégrer l'utilisation de l'intelligence artificielle à de nombreuses informations et applications pour réduire la taille des difficultés, surtout que l'intelligence artificielle offre un haut degré de sécurité, de performance, de facilité et dans des prix acceptables par rapport aux autres, et facilite l'accès à l'information.

L'intelligence artificielle est une technologie devenue nécessaire pour l'employer dans tous les domaines. Il est évident et nécessaire d'améliorer votre service client.

Quel que soit votre secteur d'activité, il n'est jamais trop tard (ou trop tôt) pour intégrer cette technologie dans votre organisation.

Cependant, cette innovation ne remplacera pas les principaux clients, quelle que soit la taille du développement, mais plutôt un moyen d'augmenter leur capacité à satisfaire et à fidéliser leurs clients.

Pour renforcer la relation avec les clients, les entreprises doivent améliorer leurs technologies et intégrer le libre-service (rendu possible par la technologie des robots) au service fourni par l'homme. C'est ce qu'on appelle l'intelligence artificielle avec assistance humaine. [3]

---

# **Chapitre : III**

## **Résultats et simulation**

---

### III.1 Introduction :

Le cancer du poumon appelé aussi cancer broncho-pulmonaire ou cancer bronchique est une maladie des cellules des bronches ou plus rarement, des cellules qui tapissent les alvéoles pulmonaires Elle est l'un des types de cancer les plus dangereux et se Caractérise par la présence de tumeurs de différentes tailles sur le poumon. Mais La présence d'une tumeur ne signifie pas nécessairement qu'elle peut être interprétée comme un cancer, car la tumeur peut être bénigne. La détection d'un Cancer du poumon est donc une tâche difficile, même pour un médecin expérimenté. Dans ce projet, nous expérimentons des méthodes d'intelligence artificielle Pour détecter le cancer du poumon. Nous avons construit un modèle utilisant L'apprentissage automatique pour prédire la probabilité d'avoir un Cancer en fournissant des informations au modèle. Nous obtenons de très bons Résultats.

Python :

Python est le langage de programmation open source le plus employé par les informaticiens. Ce langage s'est propulsé en tête de la gestion d'infrastructure, d'analyse de données ou dans le domaine du développement de logiciels. En effet, parmi ses qualités, Python permet notamment aux développeurs de se concentrer sur ce qu'ils font plutôt que sur la manière dont ils le font.

Python est entièrement gratuit. C'est un langage complet et puissant dans de nombreux domaines. Il est orienté objet mais n'impose pas ce type de programmation. Sa syntaxe reste très simple et le code peut être très lisible.



Figure III.1: Logiciel Python

**Google Colab:**

Google Colab ou Colaboratory est un service cloud, offert par Google (gratuit), basé sur Jupyter Notebook et destiné à la formation et à la recherche dans l'apprentissage automatique. Cette plateforme permet d'entraîner des modèles de Machine Learning directement dans le cloud. Sans avoir besoin d'installer quoi que ce soit sur notre ordinateur à l'exception d'un navigateur

Et pour aider de crée des modèles d'apprentissage profond car la formation de modèles d'apprentissage profond prend beaucoup de temps et nécessite une énorme puissance de traitement [13]

**III.2 Les bibliothèques utilisées :**

**Imageai :** Imageai est une bibliothèque python conçue pour permettre aux développeurs, aux chercheurs et aux étudiants de créer des applications et des systèmes dotés de capacités autonomes d'apprentissage en profondeur et de vision par ordinateur à l'aide de lignes de code simples et peu nombreuses.

**TensorFlow :**

Est une plateforme fournie par Google elle permet l'utilisation de différentes bibliothèques pour faciliter la création de modèles de l'apprentissage automatique, on peut créer tout notre modèle en quelques lignes de code, ça permet aussi déployez facilement votre modèle pour le rendre exécutable sur différents a

**Matplotlib :**

Est une bibliothèque de traçage Python facile à utiliser qui nous permet de créer des graphiques et de les visualiser.

**Numpy :**

Est une librairie python aussi qui accélère le calcul numérique, elle est très Optimisé pour effectuer des tâches mathématiques.

### III.3. Notre travail :

L'objectif de notre travail est d'utiliser une technique d'IA pour la classification d'images médicales. Nous avons pris l'exemple de diagnostic des cancers de poumons. La base de données des images que nous avons utilisées se trouve en [réf]. Il s'agit de prédire à partir d'une image médicale (Télé thorax), le type de cancer parmi :

**1-Atélectasie** : l'effondrement complet ou partiel d'une ou de parties du poumon (l'un de ses lobes). Cette condition survient lorsque les petits sacs aériens (alvéoles) qui composent les poumons sont dépourvus d'air ou éventuellement remplis de liquide alvéolaire

**2-Infiltration** : L'infiltrat pulmonaire correspond au terme utilisé en pneumologie, plus précisément en radiologie pulmonaire, pour désigner une opacité, dont le diamètre ne dépasse

**3- Effusion** : L'effusion est un état pathologique qui survient lorsqu'il y a une accumulation anormale de liquide dans l'espace pleural qui sépare les poumons et à l'intérieur de la cavité thoracique, responsable du ramollissement des poumons lorsqu'ils se dilatent à l'intérieur de la poitrine lors de la respiration. (Eau sur les poumons).

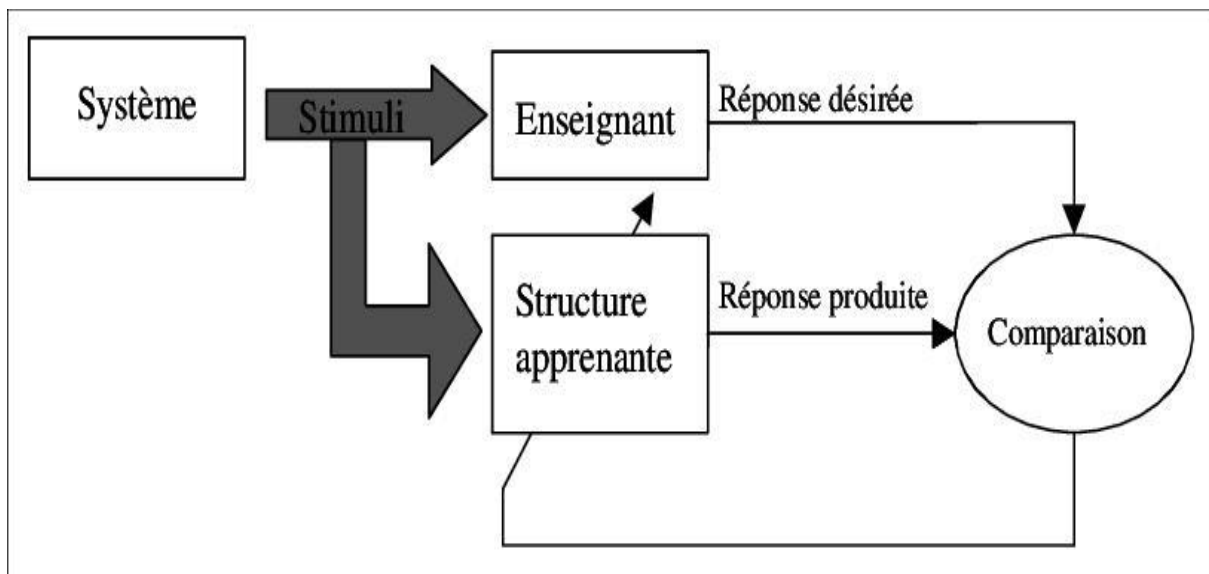


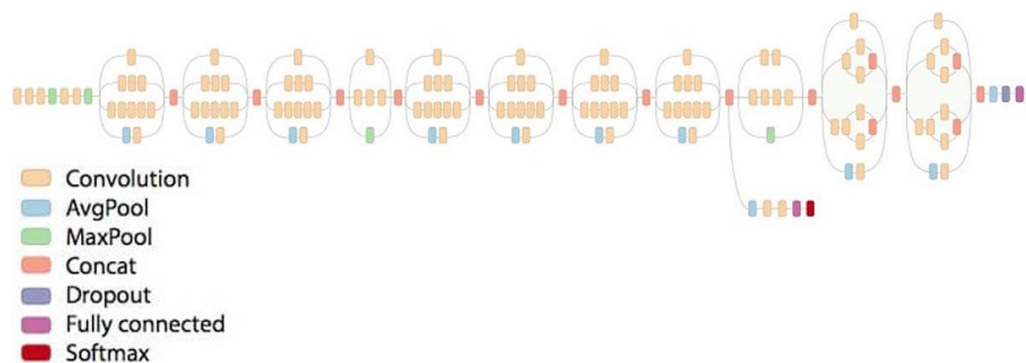
Figure III.2 : Diagramme de l'apprentissage supervisé



### III.3.1. Modèle d'apprentissage adopté :

Nous avons utilisé le modèle Inception v3 qui est un réseau de neurones convolutifs pour aider à l'analyse d'images et à la détection d'objets, et a fait ses débuts en tant que module pour GoogLeNet. Il s'agit de la troisième édition du réseau de neurones convolutifs Inception de Google, initialement présenté lors du défi de reconnaissance ImageNet. Ce modèle est l'aboutissement de nombreuses idées développées par plusieurs chercheurs au fil des ans. Il est basé sur l'article original Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision (Repenser l'architecture Inception pour la vision par ordinateur) de Szegedy

Voici un diagramme général du modèle :



**Figure III.3:** architecture du modèle Inception v3

### III.3.2. Implémentation :

Nous avons opté pour googlecollab pour pouvoir partager notre code d'une part et pour profiter des ressources que dispose google pour les calculs et les entrainements

La figure III.4 montre l'interface de notre google drive qui contient le fichier .ipynb des différents codes. Le dossier images, le dossier data qui contient le dossier test, entrainement , le fichier inception V3, Et le fichier samples.csv qui contient les différents labels de nos images.

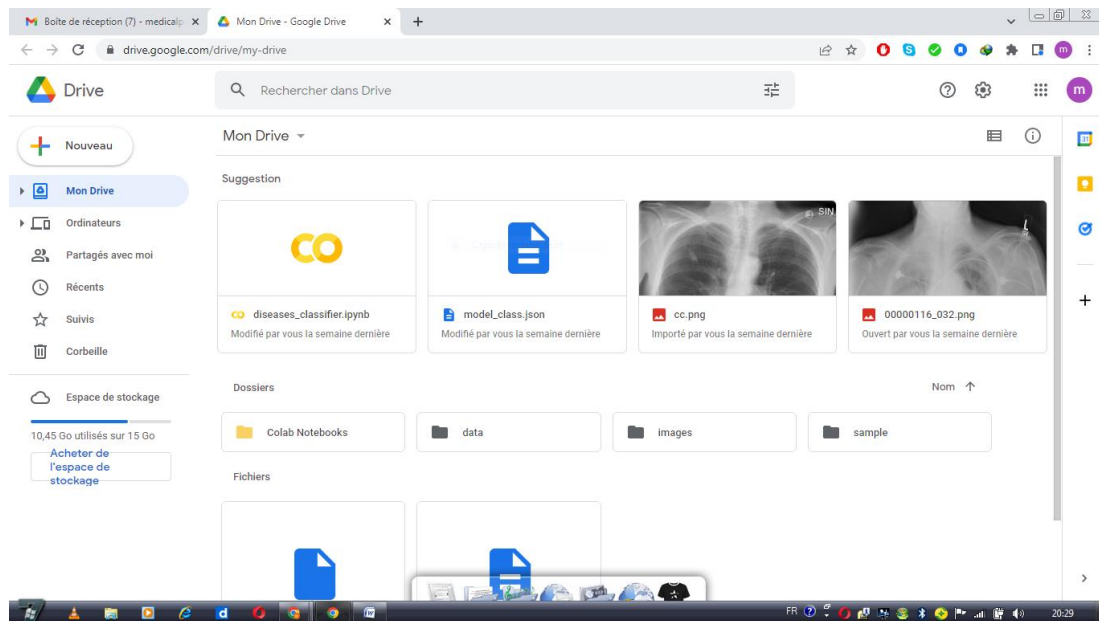


Figure III.4 : Mon drive : Colab

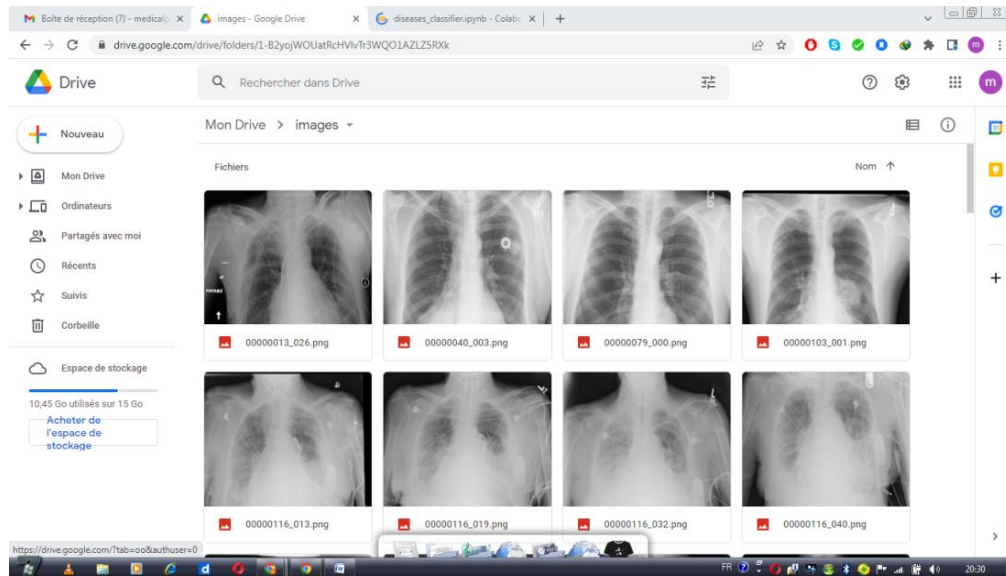


Fig (a)

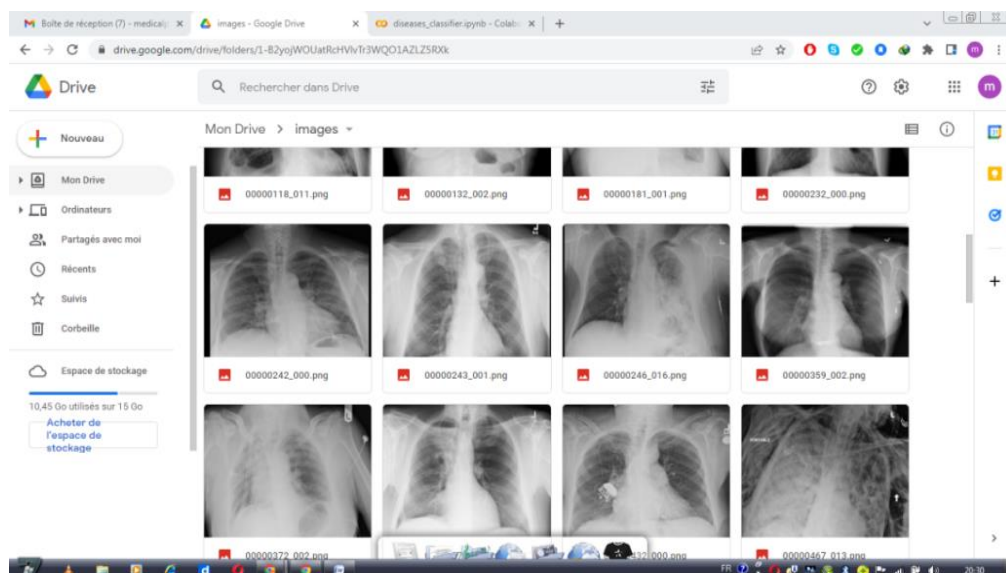


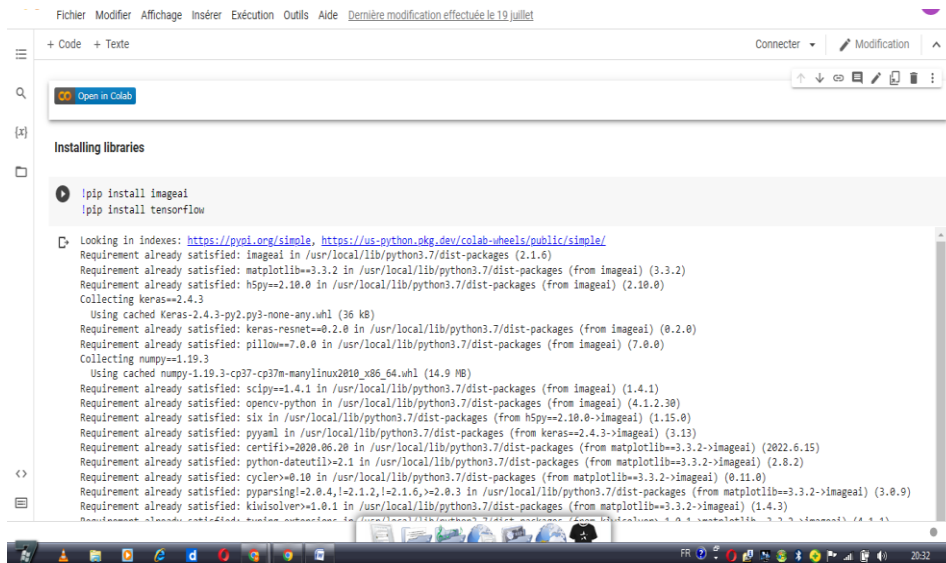
Fig (b)

**Figure III.5 :** (a) et (b) Les images du cancer du poumon dans notre drive .

### III.3.3. Installation des bibliothèques nécessaires :

La première chose à faire est d'importer et installer les deux bibliothèques nécessaires Tensorflow et imageai pour pouvoir faire fonctionner notre système.

La figure III.6 montre comment cette étape.



```

Fichier Modifier Affichage Insérer Exécution Outils Aide Dernière modification effectuée le 19 juillet
+ Code + Texte
Connecter Modification
Open in Colab
Installing libraries
!pip install imageai
!pip install tensorflow
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://us-python.pkg.dev/colab-wheels/public/simple/
Requirement already satisfied: imageai in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (2.1.6)
Requirement already satisfied: matplotlib==3.3.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (3.3.2)
Requirement already satisfied: h5py==2.10.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (2.10.0)
Collecting keras==2.4.3
Using cached keras-2.4.3-py2.py3-none-any.whl (36 kB)
Requirement already satisfied: keras-resnet==0.2.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (0.2.0)
Requirement already satisfied: pillow==7.0.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (7.0.0)
Collecting numpy==1.19.3
Using cached numpy-1.19.3-cp37m-manylinux2010_x86_64.whl (14.9 MB)
Requirement already satisfied: scipy==1.4.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (1.4.1)
Requirement already satisfied: opencv-python in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from imageai) (4.1.2.30)
Requirement already satisfied: six in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from h5py==2.10.0->imageai) (1.15.0)
Requirement already satisfied: pyyaml in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from keras==2.4.3->imageai) (3.13)
Requirement already satisfied: certifi==2020.06.20 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.3.2->imageai) (2020.6.15)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.3.2->imageai) (2.8.2)
Requirement already satisfied: cycler>=0.10 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.3.2->imageai) (0.11.0)
Requirement already satisfied: pyparsing=2.0.4,!=2.1.2,!=2.1.6,>=2.0.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.3.2->imageai) (3.0.8)
Requirement already satisfied: kiwisolver==1.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.3.2->imageai) (1.0.1)

```

Figure III.6 : installation des bibliothèques

### III.3.4. Répartition des images pour le test

Le code de l'image III.8 montre la répartition des images médicales pour le test en 80 % des données pour l'entraînement et 20% pour le test.



```

!import shutil
def moving_data() :
    for pathology in pathology_list :
        for i in range(len(directory[pathology])) :
            try :
                if i < len(directory[pathology]) * 0.8 : ### to train folder:
                    shutil.move('images/'+directory[pathology][i], 'data/train/'+pathology+'/' +directory[pathology][i])
            else : ### to test folde :
                shutil.move('images/'+directory[pathology][i], 'data/test/'+pathology+'/' +directory[pathology][i])
            except :
                pass
            print(f'{pathology} moved successfully')
moving_data()

```

```

↳ Effusion moved successfully
Atelectasis moved successfully
Infiltration moved successfully

```

Figure III.7 : Déplacement des images

### III.3.5. Phase d'entraînement du modèle

```
from imageai.Classification.Custom import ClassificationModelTrainer

model_trainer = ClassificationModelTrainer()
model_trainer.setModelTypeAsInceptionV3() ##### type of model according to documentation
model_trainer.setDataDirectory("data/") ##### directory of the data and model files
model_trainer.trainModel(num_objects=3, num_experiments=100, enhance_data=True, batch_size=8, show_network_summary=True)
```

**Figure III .8:** code d'entraînement

Dans le code de la figure III. 8, l'instruction `model_trainer.setModelTypeAsInceptionV3()`, permet de sélectionner le modèle InceptionV3 de la bibliothèque imageAI pour la classification. Nous choisissons ensuite le répertoire `data/` pour sauvegarder les modèles après entraînements. La dernière instruction permet de lancer l'entraînement avec les paramètres suivant :

- Le nombre de classe : 03
- Le nombre d'expériences (Ephocs) : 100
- Taille du lot : 8

Les couches (type)	Forme de sortie	de	Paramètres	Connecté à
input_1 (Couche d'entrée)	[(None, 224, 224, 3)]	224,	0	[ ]
conv2d (Conv2D)	(None, 111, 111, 32)	111,	864	['input_1[0][0]']
batch_normalization	(None, 111, 111, 32)	111,	96	['conv2d[0][0]']
Activation	(None, 111, 111, 32)	111,	96	['batch_normalization[0][0]']
conv2d_1	(None, 109, 109, 32)	109,	9216	['activation[0][0]']
batch_normalization_1	(None, 109, 109, 32)	109,	96	['conv2d_1[0][0]']
activation_1	(None, 109, 109, 32)	109,	0	['batch_normalization_1[0][0]']
mixed9_1 (Concatenate)	(None, 5, 5, 768)	5, 5,	0	['activation_1[0][0]',
concatenate_1	(None, 5, 5, 768)	5, 5,	0	mixed9_1 (Concatenate )
activation_93	(None, 5, 5, 192)	5, 5,	0	concatenate_1
mixed10 (Concatenate)	(None, 5, 5, 2048)	5, 5,	0	['activation_93[0][0]']
average_pooling2d_36	(None, 2048)		0	Couche convolutive2d_391
dense (Dense)	(None, 3)		6147	['global_average_pooling2d[0][0]']
<b>Total params:</b>	21,808,931			
<b>Trainableparams:</b>	21,774,499			
<b>Non-trainableparams:</b>	34,432			

Tableau III.1 :La structure du réseau InceptionV3.

```

lung_cancer_classif.ipynb
File Edit View Insert Runtime Tools Help All changes saved

+ Code + Text
171/171 [=====] - 44s 259ms/step - loss: 0.9996 - accuracy: 0.4960 - val_loss: 1.0029 - val_accuracy: 0.4792 - lr: 1.0000e-06
Epoch 90/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9939 - accuracy: 0.4945
Epoch 90: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 44s 259ms/step - loss: 0.9939 - accuracy: 0.4945 - val_loss: 1.0063 - val_accuracy: 0.4821 - lr: 1.0000e-06
Epoch 91/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9907 - accuracy: 0.5026
Epoch 91: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 44s 259ms/step - loss: 0.9907 - accuracy: 0.5026 - val_loss: 1.0127 - val_accuracy: 0.4762 - lr: 1.0000e-06
Epoch 92/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9894 - accuracy: 0.5011
Epoch 92: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 44s 259ms/step - loss: 0.9894 - accuracy: 0.5011 - val_loss: 1.0023 - val_accuracy: 0.4821 - lr: 1.0000e-07
Epoch 93/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9950 - accuracy: 0.5106
Epoch 93: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 44s 260ms/step - loss: 0.9950 - accuracy: 0.5106 - val_loss: 1.0014 - val_accuracy: 0.4821 - lr: 1.0000e-07
Epoch 94/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9940 - accuracy: 0.5106
Epoch 94: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 260ms/step - loss: 0.9940 - accuracy: 0.5106 - val_loss: 1.0032 - val_accuracy: 0.4792 - lr: 1.0000e-07
Epoch 95/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9896 - accuracy: 0.5077
Epoch 95: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 260ms/step - loss: 0.9896 - accuracy: 0.5077 - val_loss: 1.0076 - val_accuracy: 0.4762 - lr: 1.0000e-07
Epoch 96/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9921 - accuracy: 0.5091
Epoch 96: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 261ms/step - loss: 0.9921 - accuracy: 0.5091 - val_loss: 1.0050 - val_accuracy: 0.4881 - lr: 1.0000e-07
Epoch 97/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9944 - accuracy: 0.4989
Epoch 97: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 261ms/step - loss: 0.9944 - accuracy: 0.4989 - val_loss: 1.0056 - val_accuracy: 0.4732 - lr: 1.0000e-07
Epoch 98/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9933 - accuracy: 0.4952
Epoch 98: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 261ms/step - loss: 0.9933 - accuracy: 0.4952 - val_loss: 1.0037 - val_accuracy: 0.4792 - lr: 1.0000e-07
Epoch 99/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9913 - accuracy: 0.5048
Epoch 99: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 261ms/step - loss: 0.9913 - accuracy: 0.5048 - val_loss: 1.0030 - val_accuracy: 0.4881 - lr: 1.0000e-07
Epoch 100/100
171/171 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.9995 - accuracy: 0.5077
Epoch 100: accuracy did not improve from 0.52012
171/171 [=====] - 45s 262ms/step - loss: 0.9995 - accuracy: 0.5077 - val_loss: 1.0053 - val_accuracy: 0.4911 - lr: 1.0000e-07

```

**Figure III.9 :** Les résultats de l'entraînement du modèle.

Après 100 epochs nous avons atteint une efficacité (accuracy) de 52.02 % et une valeur de perte (loss) de 0.9995.

### Chargement du Modèle pour la prédiction :

Nous définissons ici une variable prédiction pour collecter les probabilités de chaque maladie pour chaque image.

La ligne `setModelPath("data/models/last.h5")` définit le chemin du dernier modèle entraîné.

```
from imageai.Classification.Custom import CustomImageClassification

prediction = CustomImageClassification()
prediction.setModelTypeAsInceptionV3()
prediction.setModelPath("data/models/last.h5")
prediction.setJsonPath("data/json/model_con")
prediction.loadModel(num_objects=3)lass.js
```

Figure III.10 : Chargement du modèle

### III.3.6. Phase Test

Nous définissons ici une fonction `test_img_path` qui permet de prédire chaque image par le modèle entraîné

```
def test_img_path(path, files_take):
    try :
        files = [file for file in os.listdir(path)]
        #print(files)
        if files_take == 0:
            files = [files[0]]
        vect = {
            'Inf' : [],
            'Eff' : [],
            'Ate' : []
        }
        for filename in files:
            if files_take == 0:
                print(f'Filename {filename} :')
                print(f"{data.loc[data['Image Index'] == filename]['Finding Labels']}")
                predictions, probabilities = prediction.classifyImage(f"{path}{filename}"
, result count=5)
                vect['Inf'].append(probabilities[0])
                vect['Eff'].append(probabilities[1])
                vect['Ate'].append(probabilities[2])
                if files_take == 0:
                    for eachPrediction, eachProbability in zip(predictions, probabilities):
                        print(f'{eachPrediction} : {eachProbability:.2f} %')

        return vect
    except :
        print("Image not found")
        return
```



Nous avons étudié trois différents cas de cancer du poumon : **Infiltration**, **Effusion**, **Atélectasie** . Et nous avons obtenus les résultats suivants :

**Résultats :**

L'image : 00023160\_006.png pris dans le dossier Infiltration :

- **Infiltration** : 59.39 %
- **Atelectasie**: 26.47 %
- **Effusion** : 14.14 %



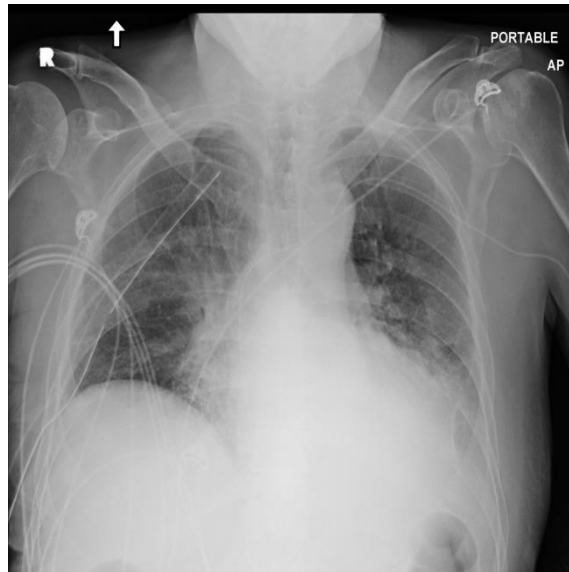
**Figure III.11** : Cas d'Infiltration

**Discussion :**

Nous remarquons pour ce cas, d'après les résultats, que le modèle adopté prédit cette image avec 60% d'infiltration. Pour les deux autres cas, la prédiction ne dépasse pas les 26%. Nous estimons que le modèle est moyennement efficace pour la prédiction de ce type de cancer.

L'image : 00022572\_057.png pris dans le dossier Effusion :

- **Infiltration** : 51.73 %
- **Atelectasise** : 27.81 %
- **Effusion** : 20.46 %



**Figure III.12 :** Cas d'Effusion

**Discussion :**

Nous remarquons pour ce cas, que le modèle proposé prédit cette image avec seulement 20%.

Nous estimons que le modèle est faiblement efficace pour la prédiction de ce type de cancer.

**L'image 00022098\_010.png** pris dans le dossier Atelectasis :

- **Atelectasie** : 97.64 %
- **Infiltration** : 2.36 %
- **Effusion** : 0.01 %



**Figure III.13 :** Cas d'Atélectasie

**Discussion :**

D'après les résultats, le modèle basé sur inceptionV3, prédit de manière quasi exacte le cas d'Atélectasie (près de 98%).

**III.4 Nos Calculs**

Ce code nous permet de récupérer le résultat des prédictions de toutes les images du répertoire test.

```
▶ paths = ['Infiltration/', 'Effusion/', 'Atelectasis/']  
vect_g = []  
for path in paths:  
    #print(f'Test images in: {path}')  
    vect = test_img_path('data/test/' + path, 1)  
    vect_g.append(vect)  
    #print('-----')
```

**Figure III.14 :** Récupération des prédictions.

```
[ ]
inf_v = vect_g[0]['Inf']
print(round(inf_v,2))
print('moy Inf :',moy(inf_v))
eff_v = vect_g[1]['Eff']
print(round(eff_v,2))
print('moy Eff :',moy(eff_v))
ate_v = vect_g[2]['Ate']
print(round(ate_v,2))
print('moy Ate :',moy(ate_v))
```

Figure III.15:Code pour l’affichage des moyennes

Tableau (III.2) : les résultats de calcul de la moyenne des 20 premières images :

	Infiltration	Effusion	Atelectasis
	59.39	27.81	0.01
	62.01	26.79	20.8
	97.61	24.22	14.87
	80.24	2.41	8.07
	90.23	2.74	30.62
	97.53	38.81	2.46
	91.35	24.44	0.02
	64.78	31.15	9.68
	92.08	32.79	16.3
	51.22	34.55	2.83
	57.28	26.66	7.91
	50.16	16.69	19.4
	73.94	30.24	18.34
	52.95	38.49	0.01
	54.1	38.91	19.66
	49.51	37.52	4.93
	61.65	23.77	0.28
	75.48	27.76	11.06
	62.59	25.28	0.78
	97.46	2.77	15.59
<b>Moyenne</b>	<b>71.07</b>	<b>25.70</b>	<b>11.15</b>
<b>Moyenne Générale</b>	35.97		

**Résultats des Moyennes Générale :**

Ici nous avons calculer la moyenne générale de chaque cas de maladie.

**1-Infiltration**

[59.39 62.01 97.61 80.24 90.23 97.53 91.35 64.78 92.08 51.22 57.28 50.16  
 73.94 52.95 54.1 49.51 61.65 75.48 62.59 97.46 97.57 60.75 77.63 89.93  
 49.4 87.72 62.98 52.62 59.99 50.75 45.18 51.97 90.5 56.94 76.51 66.64  
 92.6 52.13 45.5 63.43 52.88 83.2 62.91 42.87 56.57 50.82 88.58 53.66  
 97.61 53.91 48.06 49.01 56.94 54.49 55.76 47.57 97.08 98.31 61.5 94.03  
 56.65 97.61 49.23 48.01 72.85 84.59 97.53 94.1 58.99 97.49 45.47 94.51  
 97.45 84.42 45.99 66.88 97.57 51.48 49.79 50.46 49.2 88.4 53.56 80.13  
 86.02 52.38 46.92 97.61 66.11 52.82 97.61 97.62 90.67 97.6 97.61 46.38  
 47.35 57.74 49.86 49.96 97.58 97.62 97.18 97.58 86.45 69.03 95.28 93.42  
 97.62 97.56 97.57 95.99 97.58 64.08 97.57 97.59 68.26 97.62 96.68 94.05  
 97.62 92.53 97.61 92.43 97.6 97.6 97.6 97.59 97.6 92.11 97.58 97.6  
 97.31 97.61 97.5 97.6 49.42 97.63 97.59 97.61]

**moyenne : 75.92**

**2-Effusion**

[27.81 26.79 24.22 2.41 2.74 38.81 24.44 31.15 32.79 34.55 26.66 16.69  
 30.24 38.49 38.91 37.52 23.77 27.76 25.28 2.77 2.93 2.59 5.62 2.46  
 6.6 2.51 2.48 25.89 2.62 2.47 2.43 38.03 2.76 8.62 2.54 6.45  
 8.66 18.55 41.8 29.55 43.35 27.33 21.28 33.41 42.69 25.18 25.13 30.01  
 29.73 21.17 37.45 23.8 21.74 18.53 4.71 33.21 18.2 35.17 35.13 37.08  
 40.53 42.89 31.55 22.28 36.89 28.81 44.31 28.03 7.29 43.82 2.44 40.6  
 2.45 25.61 14.88 16.32 20.7 2.57 2.39 6.94 2.4 2.42 2.39 2.41  
 2.43 2.42 2.39 2.41 29.06 28.65 2.54 2.43 2.38 2.44 2.55 19.24  
 3.15 43.2 2.39 2.48 19.34 2.4 2.39 2.39 2.4 2.41 2.39 2.6  
 2.41 11.2 2.38 2.41 3.01 45.08 2.39 2.43 24.65 35.79 2.42 27.65]

2.45 10.03 36.77 2.38 4.26 2.41 2.4 22. ]

**moyenne : 17.15**

### 3-Atelétasie

[1.000e-02 2.080e+01 1.487e+01 8.070e+00 3.062e+01 2.460e+00 2.000e-02  
 9.680e+00 1.630e+01 2.830e+00 7.910e+00 1.940e+01 1.834e+01 1.000e-02  
 1.966e+01 4.930e+00 2.800e-01 1.106e+01 7.800e-01 1.559e+01 1.130e+00  
 3.320e+00 5.480e+00 3.890e+00 2.635e+01 2.900e-01 8.940e+00 1.927e+01  
 5.560e+00 8.830e+00 2.030e+00 1.489e+01 1.490e+00 4.000e-02 1.862e+01  
 1.000e-02 1.435e+01 1.526e+01 1.469e+01 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02  
 1.000e-02 1.261e+01 9.230e+00 2.133e+01 1.000e-02 1.000e-02 1.265e+01  
 1.000e-02 7.070e+00 1.000e-02 6.000e-02 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02  
 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02 1.000e-02 4.100e-01  
 1.000e-02 1.108e+01 4.000e-02 1.000e-02 1.260e+00 1.000e-02 1.000e-02  
 1.500e+00 1.000e-02]

**moyenne : 6.19**

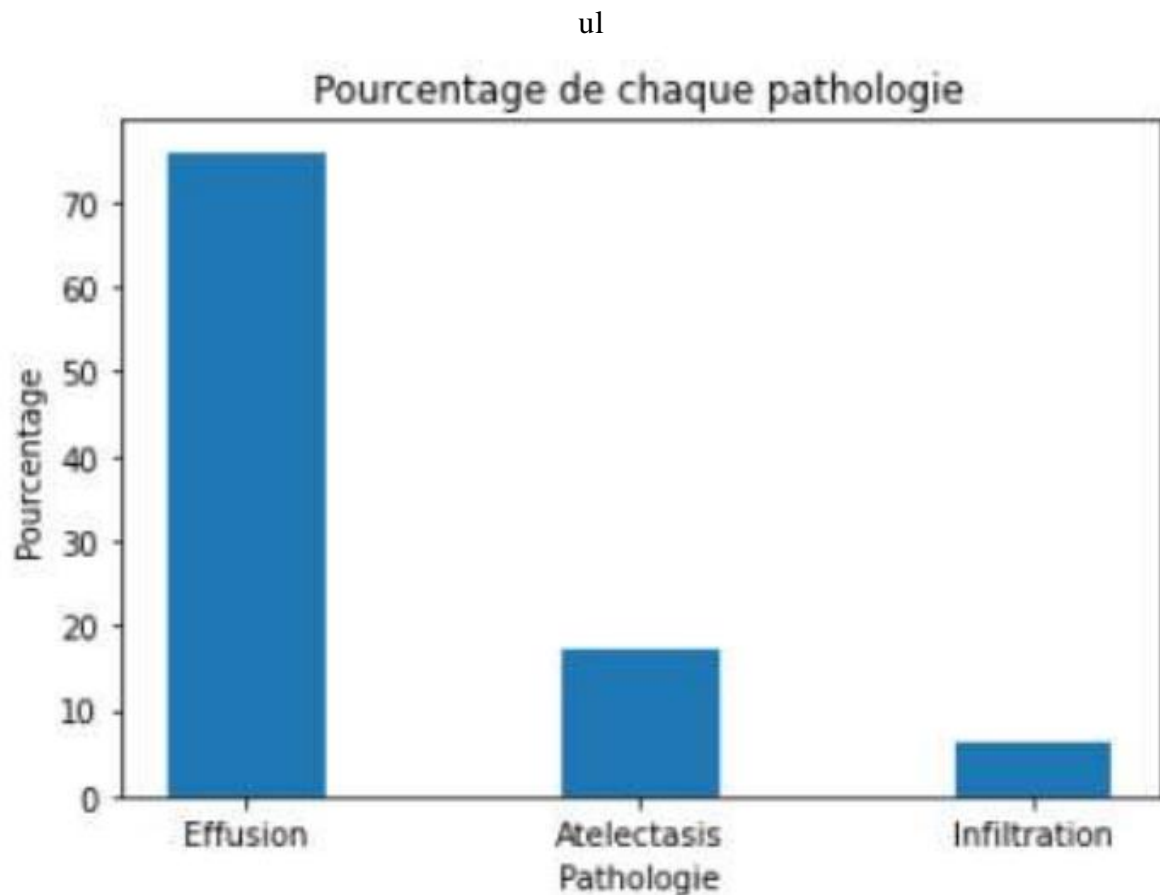
A partir de ces résultats, nous pouvons constater que les cancers de type infiltration représentent plus des trois quarts (3/4) des cas de cancers dans cette base d'images.

#### III.4.1 Diagramme du pourcentage de chaque maladie

Nous avons utilisé le code de matplotlib pour le graphe :

```
import matplotlib.pyplot as plt
moys = [75.92, 17.15, 6.19]
plt.bar(pathology_list, moys, width=0.4)
plt.xlabel("Pathologie")
plt.ylabel("Pourcentage")
plt.title("Pourcentage De Chaque Pathologie")
plt.show()
```

cela se traduit par :



**Figure III.16:**Diagramme en bâtons du pourcentage de chaque pathologie

#### Discussion :

D'après les résultats du diagramme nous pouvons voir que puisque l'exécution s'est arrêtée après 100 époques, nous n'avons pas eu une bonne précision de la prédiction. Nous jugeons qu'avec plus d'expériences (nombre d'époques plus grand que 100). Nous proposons d'améliorer le même modèle, avec un nombre de lot plus important (batch size = 32). Une prédiction avec un autre modèle peut améliorer les résultats aussi.

**III.5 Conclusion**

En conclusion, cette étude se concentre sur la classification d'images à l'aide de TensorFlow et de l'apprentissage automatique. On peut dire que tous les résultats obtenus jusqu'à présent ont été très impressionnants. Le réseau de neurones convolutifs (CNN) est devenu l'objet principal de cette étude, en particulier dans le domaine de la classification d'images. La technologie CNN a été examinée plus en profondeur, en commençant par l'agrégation, le modèle de formation et la classification des images, et l'utilisation de TensorFlow pour mettre en œuvre l'apprentissage automatique a donné des résultats positifs car Python a été choisi comme langage de programmation tout au long de cette étude car il est compatible avec le Framework TensorFlow, qui permet une conception complète du système en Python.



---

# Conclusion générale

---

En conclusion, selon les études que nous avons examinées, les techniques d'apprentissage automatique ont excellé dans le domaine de la classification d'images, mais elles ont encore besoin d'une bonne puissance de traitement ainsi que d'un grand nombre de données pour compléter le processus d'apprentissage et atteindre des performances élevées.

C'est un outil très puissant qui permet d'effectuer diverses actions comme classer des données, faire apprendre au programme de l'expérience, ou encore créer un programme évolutif sans cesse amélioré. Ainsi, même avec une petite taille d'échantillon et des données influencées par la subjectivité de la personne qui les mesure, l'apprentissage automatique reste relativement précis malgré quelques lacunes. Il existe de nombreuses techniques que nous avons testées, certaines d'entre elles ont eu un mauvais effet et d'autres ont eu un excellent effet pour augmenter les performances de nos modèles, en tant que méthode pédagogique qui nous aide à construire un modèle en très peu de temps et est une excellente solution dans l'absence de suffisamment de données.

Bien que nos modèles aient bien fonctionné, les techniques d'apprentissage automatique dans les problèmes de classification d'images ont encore un long chemin à parcourir avant de remplacer les humains, car tout

---

# Bibliographie:

---

### Chapitre I :

- [1] [https://stringfixer.com/fr/Biomedical\\_informatics](https://stringfixer.com/fr/Biomedical_informatics) Consulter le avril 2022
- [2] <https://www.pwc.fr/fr/decryptages/transformation/intelligence-artificielle-au-service-sante.html> Consulter le Avril 2022
- [3] "Informatique médicale en neurologie: Qu'est - ce que l' informatique médicale SignalProcessing, traitement de l' image" ,Informatique médicale en neurologie .
- [4] Le site web LE MANUEL MSD version pour professionnels de la santé
- [5] <https://ClinicalStudyDataRequest.com> consulter le Avril 2022
- [6] Site Web AMIA
- [7] Mathieu-Fritz, A., &Gaglio, G. (2018). À la recherche des configurations sociotechniques de la télémédecine. Réseaux, (1), 27-63.

### Chapitre II :

- [1] <https://www.cscience.ca/>
- [2] : Le site [insrem.fr](http://insrem.fr) la science pour la santé
- [3] : site web <https://cio-mag.com>
- [4] : Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine ;Revue générale ; Intelligence artificielle et imagerie médicale : définition, état des lieux et perspectives Artificial intelligence and medicalimaging: Definition, state of the art and perspectives
- [5]:le livre La formule de savoir
- [6]:le site web <http://www.Annajah.net/>
- [7] : <https://www.openstudio.fr/metiers/intelligence-artificielle/recommandation-produit>
- [8] : <https://www.citizencall.fr/blog/avantages-limites-intelligence-artificielle->
- [9] :<https://scai.sorbonne-universite.fr>
- [10] <https://www.ilv.fr/les-avantages-de-lintelligence-artificielle/>
- [11] <https://fr.m.wikipedia.org>
- [12] <https://www.juripredis.com/fr/>
- [13] : Article Scientifique « A logicalCalculus of the ideas immanent in nervousactivity
- [14] : <http://tpe-ia.lesdigales.org/math.php>

- [15] :<https://fr.acervolima.com>
- [16] :<https://fr.blog.businessdecision.com>>
- [17] :<https://www.journaldunet.fr>
- [18] : <https://www.netapp.com>>
- [19] Li, Z. L. (2021). A survey of convolutional neural networks: analysis, applications, and prospects. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* .
- [20]:Analyse d'images médicales, application à la Catégorisation des types de tuberculose pulmonaire
- [21] :KRIZHEVSKY, Alex, SUTSKEVER, Ilya, et HINTON, Geoffrey E. Imagenetclassification with deep convolutional neural networks. In : *Advances in neural information processing systems*. 2012. p. 1097-1105.
- [23] A. G. Ivakhnenko, V. G. Lapa, United States, and Joint Publications Research Service. Cybernetic predicting devices. CCM Information Corp., New York, 1965.
- [24] O. Abdel-Hamid, A. Mohamed, H. Jiang, L. Deng, G. Penn, and D. Yu. Convolutional Neural Networks for Speech Recognition. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*,
- [25] F. Rosenblatt. *The Perceptron, a Perceiving and Recognizing Automaton Project Para. CornellAeronauticalLaboratory*, 1957
- [26] Analyse d'images par méthode de Deep Learning appliquée au contexte routier en conditions météorologiques dégradées
- [27]Loussaief S., Abdelkrim A. "Machine learning framework for image classification," 2016 7th International Conference on Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT),
- [28] Graves, A., Fernández, S., Gomez, F., Schmidhuber, J.: Connectionist temporal classification: Labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. In: *Proceedings of the International Conference on Machine Learning, ICML 2006, Pittsburgh, USA (2006)*
- [29] T. Kohonen, *Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps*, *Biological Cybernetics*, vol. 46, pp. 59–69, 1982.
- [30] T. Kohonen, *Self-Organizing Maps*,
- [31]Article Automatic Identification of Down Syndrome Using Facial Images with Deep Convolutional Neural Network

[32]Mahsouli, A., Grillo, M., Amini, N., Acid, S., Coche, E., &Ghaye, B. (2020). Imagerie thoracique du COVID-19. *Louvain Med*, 139, 360-367.

### **Chapitre III :**

[1] Ma, Y., Liu, K., Guan, Z., Xu, X., Qian, X., & Bao, H. (2018). Background augmentation generative adversarial networks (BAGANs): Effective data generation based on GAN-augmented 3D synthesizing. *Symmetry*, 10(12), 734.

[2] <https://doi.org/10.3390/sym10120734> 2. Abdullah, D. M., & Ahmed, N. S. (2021). A Review of most Recent Lung Cancer Detection Techniques using Machine Learning. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4536818>. 3. Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., &Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018:

[3] GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(6), 394–424.

[4] <https://doi.org/10.3322/caac.21492> 4. Riquelme, D., &Akhloufi, M. (2020). Deep learning for lung cancer nodules detection and classification in CT scans. *AI*, 1(1), 28–67. <https://doi.org/10.3390/ai1010003> 5. Saba, T. (2020). Recent advancement in cancer detection using machine learning: Systematic survey of decades, comparisons and challenges. *Journal of Infection and Public Health*, 13(9), 1274–1289.

[5] <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.06.033> 6. Diyar, Q. Z., Adnan, M. A., Dilovan, A. Z., Habibollah, H., &Haza, N. A. H. (2021). Multi-level fusion in ultrasound for cancer detection based on uniform LBP features. *Computers, Materials& Continua*, 66(3), 3363–3382. <https://doi.org/10.32604/cmc.2021.013314> 7. Cai, Z., Xu, D.,

[6] Zhang, Q., Zhang, J., Ngai, S.-M., & Shao, J. (2015). Classification of lung cancer using ensemble-based feature selection and machine learning methods. *Molecular BioSystems*, 11(3), 791–800. <https://doi.org/10.1039/c4mb00659c> 8. Xie, Y., Meng, W.-Y., Li, R.-Z., Wang, Y.-W., Qian, X., Chan, C., Yu, Z.-F., Fan, X.-X., Pan, H.-D., Xie, C., Wu, Q.-B., Yan, P.-Y., Liu, L., Tang, Y.-J., Yao, X.-J., Wang, M.-F., & Leung, E. L.-H. (2021).

[7] Early lung cancer diagnostic biomarker discovery by machine learning methods. *TranslationalOncology*, 14(1), 100907.

[8] <https://doi.org/10.1016/j.tranon.2020.100907> 9. Shi, P., Ray, S., Zhu, Q., &Kon, M. A. (2011). Top scoring pairs for feature selection in machine learning and applications to cancer outcome prediction. *BMC Bioinformatics*, 12(1), 375.

[9] <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-375> 62 Bibliography 10. N.A. Zaidi, et al. (2013). Alleviating Naive Bayes attribute independence assumption by attribute weighting. *J. Mach. Learn. Res.*

[10] <https://doi.org/10.13039/501100000923> 11. Huang, S., Cai, N., Pacheco, P. P., Narrandes, S., Wang, Y., & Xu, W. (2018). Applications of support vector machine (SVM) learning in cancer genomics. *Cancer Genomics&Proteomics*, 15(1), 41–51.

[11] <https://doi.org/10.21873/cgp.20063>

[12] Lung cancer detection and prediction using machine learning and deep learning methods

[13] Wikipedia

[14] Vincent Barra, Antoine Cornuéjols, Laurent Miclet, Apprentissage Artificiel : Concepts et algorithmes, Eyrolles, 2021