

## L'intelligence artificielle dans la prédiction et le suivi des maladies chroniques

Alexis Brossier (12205984)

### Résumé

*L'intelligence artificielle, et notamment l'apprentissage automatisé présentent des avantages et des bénéfices à être utilisées dans le domaine médical et particulièrement dans les maladies chroniques. Elle est capable de prédire les terrains à risque, et la probabilité de survenue de ces maladies. Elle est également utile dans le cadre de l'examen clinique en proposant des diagnostics assistés et une aide à la prise de décision. On peut observer également des usages dans le parcours de soin du patient, car elle permet une approche personnalisée des soins ainsi qu'un suivi des symptômes et des données physiologiques ce qui permet d'alerter en avance l'équipe médicale en cas d'évolution négative. Cependant l'utilisation de l'IA apporte également des risques éthiques, qui sont à bien connaître et à étudier avant de pouvoir l'utiliser afin d'obtenir des modèles fiables. L'IA peut, si bien entraînée et testée, apporter de grands bénéfices au domaine médical et nécessite par conséquent de continuer à être étudié dans la recherche.*

### Abstract

*Artificial Intelligence, and mainly machine learning are presenting advantages and benefits to be used in healthcare and notably in chronic illness management. IA can predict risks factors and can assess the probability of onset of a chronic disease. It is also useful clinical examination by suggesting different relevant diagnostics and by helping decision-making. We can also observe useful usages in healthcare pathway of the patients, for example by personalizing this pathway and adapting it to the patient needs. But also, in symptoms and physiological data monitoring, alerting the medical team in case of negative change. However, using AI also raises ethics risks and issues, these issues need to be known and be studied before using it on a large scale to be sure to obtain reliable models. AI, can, if*

*trained and tested properly, provide major benefits to the healthcare domain and furthermore the studies on this subject need to continue and develop more.*

### 1. Introduction

Ces dix dernières années ont marqué une progression remarquable pour le domaine de l'intelligence artificielle (IA), notamment dans la démocratisation des Grands Modèles de Langage ou Large Language Model (LLM), dans le cadre d'agents conversationnels comme ChatGPT, Gemini ou DeepSeek. Ces technologies occupent désormais une place croissante dans les pratiques quotidiennes, tant professionnelles que personnelles. Mais le progrès ne se limite pas à ce domaine uniquement. Ce rapide développement a permis une diversification des cas d'utilisation de l'IA dans divers domaines, notamment dans le domaine médical. Ces avancées pourraient faciliter et optimiser les parcours de soins des patients, particulièrement dans le cas des maladies chroniques, où l'utilisation de l'IA pourrait, dans un premier temps, détecter facilement les comportements à risques, les terrains à risques et autres facteurs de risques et protecteurs afin de prédire la survenue d'une maladie chronique comme un diabète de type 2 ou une maladie cardiovasculaire (MCV). Dans le cas des maladies chroniques, du fait de leur longue durée, l'observance des traitements, ainsi que le suivi de l'évolution peut être compliqué. L'IA a donc un rôle à jouer afin d'assurer un suivi optimal et avec le maximum de données.

### 2. Les IA dans la prédiction des maladies chroniques

Dans le cadre des maladies chroniques, un des domaines importants où des avancées sont possibles est le domaine de la prédiction des maladies chroniques. En effet une maladie chronique

traitée précocement démontre souvent une baisse des complications et de la mortalité, comme cela a pu être démontré dans le cas de l'insuffisance rénale chronique avec une baisse de la mortalité et du temps d'hospitalisation [1], mais également dans le cas de la Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) où l'on remarque une baisse des exacerbations, des hospitalisations et un repoussement du premier épisode aigu [2]. Par conséquent, l'utilisation de l'IA et plus particulièrement du Machine Learning (ML) ou Apprentissage Automatisé, permettrait d'obtenir des modèles capables de prévenir la survenue de maladies chroniques avant l'apparition des premiers symptômes, et par conséquent commencer la prévention ou un traitement le plus tôt possible, favorisant alors les chances du patient.

## 2.1 Construction du modèle d'apprentissage

La création d'un modèle pour le ML se découpe en 7 phases [3](Figure 1), les deux premières consistent à regrouper les données et à les préparer afin d'obtenir un dataset (jeu de données) final le plus représentatif possible.

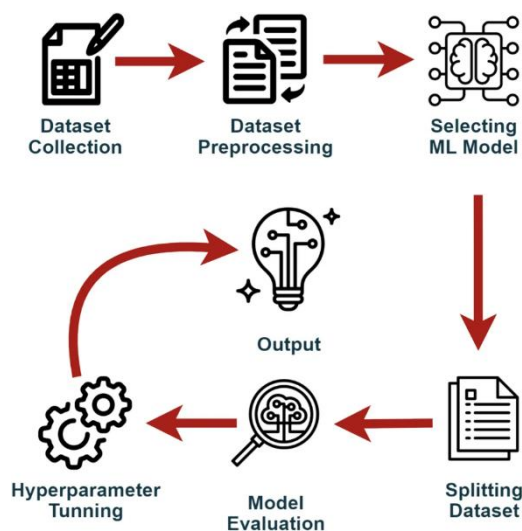


Figure 1 – Les 7 étapes de création du modèle de prédiction

### 2.1.1 Choix du modèle

L'étape suivante est une des étapes critiques : Il faut choisir le modèle de ML le plus adapté et celui qui permettra d'atteindre la meilleure précision, aussi bien en termes de sensibilité (on recherche le minimum de faux négatifs) que de spécificité (le minimum de faux positifs). Il existe plusieurs types de modèles, avec des fonctionnements et des raisonnements mathématiques différents. Dans le cas de la

prédiction des maladies chroniques, Rayan Alanazi a comparé différents modèles et a réussi à montrer que les Réseaux de neurones convolutifs (Convolutional Neural Network ou CNN) ainsi que le modèle SVM étaient les deux modèles avec le meilleur taux de précision (96%) [4](Tableau 1). Ces résultats sont cohérents avec les observations de Islam et al. ainsi que de Battineni et al., qui ont montré que les modèles SVM (Support Vector Machine) sont les plus utilisés (~45% des études) [3] [5] et les plus performant en termes de classification, notamment pour la détection de la BPCO, d'Alzheimer, etc. Les modèles KNN (K-Nearest Neighbor) sont les 2<sup>e</sup> plus utilisés (~23% des études) du fait de leur simplicité et de leur efficacité sur l'identification du « format » de la maladie (sévérité des symptômes, niveau de douleur, etc.). Globalement, les différents modèles permettent d'atteindre des niveaux de précision allant de 62.3% à 91.6% en fonction de la maladie étudiée [5].

Tableau 1 - Comparaison de la performance des différents modèles

| Modèle                | Précision | VP P | Sensibilité | F-score |
|-----------------------|-----------|------|-------------|---------|
| Bayes naïf            | 52%       | 52%  | 80%         | 65%     |
| Arbre décisionnel     | 62%       | 64%  | 60%         | 65%     |
| Régression logistique | 86%       | 84%  | 88%         | 82%     |
| CNN & SVM             | 96%       | 93%  | 99%         | 97%     |

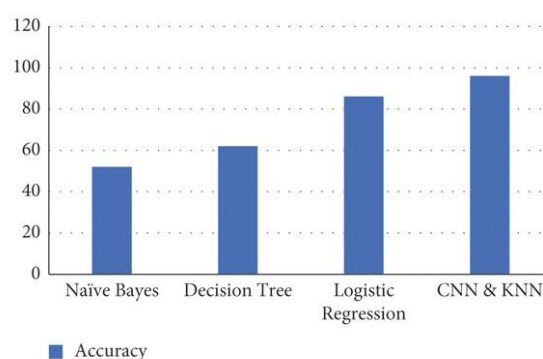


Figure 2 - Diagramme comparant les précisions des différents modèles

### 2.1.2 Préparation du jeu de données

Une fois le modèle sélectionné il ne reste plus qu'à répartir le dataset en sous parties pour

entraîner le modèle, à évaluer sa performance et à le régler avec les hyperparamètres pour ajuster la précision du modèle. Ces derniers sont justement souvent peu modifiés, ignorés et mal renseignés dans les études, malgré leur importance cruciale dans l'optimisation du jeu de données [6].

## **2.2 Bénéfices du Machine Learning pour la prédiction**

Les bénéfices de l'apprentissage automatisé peuvent être nombreux, par exemple dans le cas des maladies du foie, où plusieurs études ont montré qu'avec l'aide de l'IA il était possible de prédire la mortalité à court terme (Harrison et al.), les récurrences (Liu et al.) et l'état quotidien des patients (Speiser et al.) [3]. Ces modèles peuvent atteindre une précision de 82.7% sur ces données [5]. On retrouve également une utilisation positive de ces algorithmes sur d'autres maladies chroniques comme les MCV, l'accident vasculaire cérébral (AVC), le diabète, etc. Par conséquent, ces informations couplées au dossier médical patient (DMP) pourraient permettre de traiter précocement les changements d'états et par conséquent diminuer la mortalité à long terme et l'apparition de complications.

## **3. Utilisation de l'IA durant le parcours de soin d'une maladie chronique**

Le diagnostic est une étape cruciale et indispensable du parcours de soins d'un patient atteint d'une maladie chronique. Il s'agit de déterminer la cause pathologique responsable des signes cliniques observés. Or, ces signes sont souvent communs à plusieurs maladies, ce qui peut rendre la tâche complexe. L'intelligence artificielle (IA), grâce à sa capacité à traiter de grandes quantités de données, pourrait représenter un atout en comparant le profil d'un patient à des cas déjà analysés, et en proposant ainsi des hypothèses diagnostiques probables.

### **3.1 Aide à l'analyse des signes cliniques**

L'IA peut, par le biais de capteurs (vidéos, audio, etc.) traiter les données de l'examen clinique et de l'interrogatoire et ainsi dépister et détecter des pathologies qui seraient difficile à détecter directement par le soignant, car survenant à un stade précoce, avant l'apparition de symptômes cliniquement perceptibles. Par exemple, dans le cas de la maladie de Parkinson, Haq et al. ont réussi à diagnostiquer la maladie en détectant des schémas vocaux absents

chez les individus sains. Leur modèle, basé sur une machine à vecteurs de support (SVM), a atteint une précision de 99 % [3]. Cette approche pourrait améliorer la fiabilité du diagnostic, actuellement fondé principalement sur l'examen clinique, dont la précision est estimée à 90,96 % (sensibilité : 99 %, spécificité : 86 %) selon Di Biase et al. [7]. Cette IA pourrait donc détecter plus précisément la maladie et surtout plus tôt. Elle constitue aussi une avancée économique, puisque l'imagerie par résonance magnétique (IRM), coûteuse, est aujourd'hui utilisée pour confirmer les cas douteux après examen clinique.

### **3.2 Un soutien à la prise de décision**

Dans la gestion des maladies chroniques, l'IA soutient la décision clinique selon deux grands axes principaux : d'une part, elle personnalise et sécurise les traitements, d'autre part, elle anticipe les événements indésirables et oriente les interventions précoces. Dans ce contexte, il convient d'examiner le rôle de l'IA dans le processus décisionnel clinique. L'étude de Reverberi et al. a permis de montrer l'impact positif des suggestions de l'IA dans le cadre de l'évaluation endoscopique des adénomes colorectaux. Dans les cas où l'IA était correcte, les praticiens suivaient plus ses suggestions ( $\omega_E = 3.48$ ) que lorsqu'elle était incorrecte ( $\frac{1}{\omega_S} = 1.85$ ), comme on peut le voir sur la Figure 3. L'IA présente tout de même un risque d'erreur supplémentaire lorsqu'elle émet une suggestion erronée, mais ce risque est compensé par les bénéfices apportés lorsque ses suggestions sont correctes. Enfin l'étude précise que cette IA avait une précision de 79.3% [8].

### **3.3 Personnalisation du parcours de soin**

Malgré le fait que les maladies chroniques soient des maladies très répandues avec une prévalence élevée, ces maladies ont tendance à avoir une forte quantité de conséquences systémiques différentes et donc des expressions différentes entre les patients. Ceci, couplé au reste de l'historique médical et de l'environnement socio-économique de chaque patient va donc mener à une autonomie différente et à des besoins différents en termes de soins infirmiers. L'Intelligence Artificielle peut être utilisée pour examiner et évaluer les besoins du patient en termes de soins infirmiers. L'IA peut également être utilisée pour appliquer le modèle d'adaptation Roy [9], qui est un modèle de soin qui se concentre sur l'adaptation du patient par rapport aux changements de sa santé et de son environnement. Ce modèle permet aux infirmiers

d'appliquer des soins adaptés, préventif et moins invasif, ce qui permet une prise en charge plus ciblée et potentiellement mieux adaptée aux besoins spécifiques du patient. Le Deep Learning, pourrait être adapté pour analyser les données des patients qu'elles soient physiologiques, psychologiques et sociales pour ensuite permettre une réponse de soins adapté et personnalisé au patient [9].

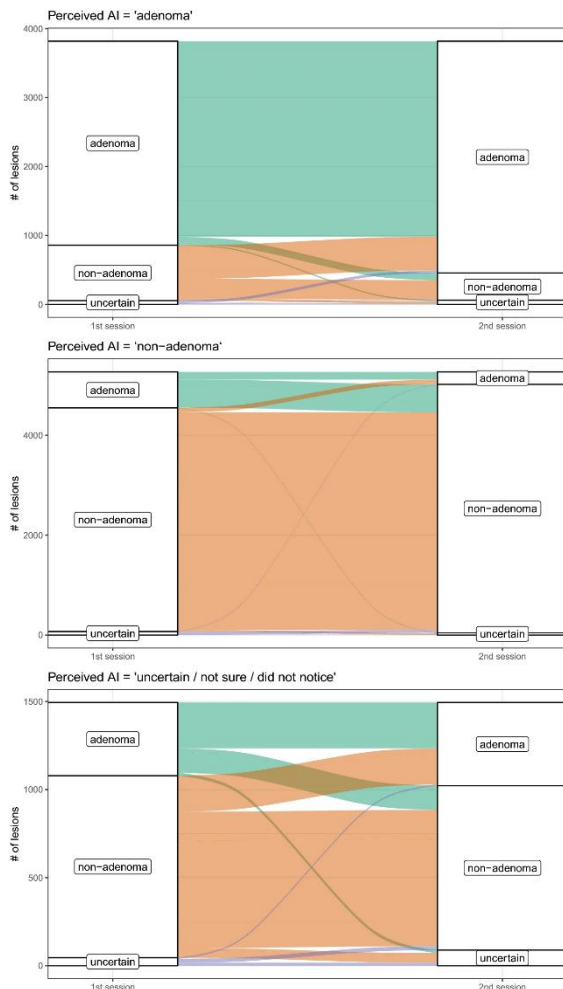


Figure 3 - Diagrammes montrant l'impact de l'IA sur la décision des praticiens

### 3.4 Monitoring et surveillance

Les pathologies chroniques, sont des pathologies présentes sur de très longues périodes, elles sont donc très sujette à des évolutions qui apparaissent discrètement et lentement, ce qui rend la surveillance des valeurs physiologiques et des symptômes complexes. Actuellement des avancées technologiques ont permis de simplifier, pour certaines maladies cette surveillance. Par exemple, il existe aujourd'hui des patchs connectés surveillant la glycémie chez les patients diabétiques ou plus communément les montres connectées qui relèvent des valeurs physiologiques comme la saturation en

oxygène, le rythme cardiaque, etc [10]. Ces avancées relèvent de « l'internet des objets » ou IoT (Internet of Things), ce domaine de recherche permet de proposer de plus en plus de capteurs, moins invasifs, sous la forme d'objets de tous les jours et devient alors le fournisseur idéal pour le monitoring assisté par IA. Les modèles d'apprentissage automatisés, notamment ceux issus du Deep Learning, pourrait permettre une analyse en continue et pourrait ainsi détecter les évolutions à risque et avertir l'équipe médicale. Ce dispositif pourrait être optimisé par son intégration dans un environnement domestique intelligent. C'est ce qu'ont proposé Chatrati et al, avec une maison connectée capable de prédire et surveiller l'état de patients diabétiques ou porteur d'hypertension artérielle chronique, et capable d'alerter les médecins en cas d'anomalie [10].

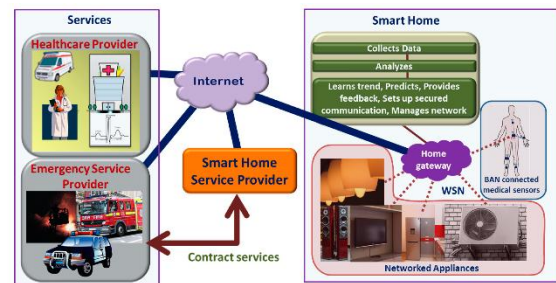


Figure 4 - Diagramme d'une maison connectée pour la surveillance d'un patient

## 4. Enjeux éthiques de l'utilisation de l'IA dans le domaine médical

L'introduction de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine médical transforme en profondeur les pratiques de soin, le diagnostic, la recherche clinique et la relation soignant-soigné. Si ces technologies promettent des gains considérables en efficacité, en précision et en personnalisation des traitements, elles soulèvent également de nombreuses questions d'ordre éthique. Notamment sur la présence de biais dans les modèles d'apprentissages, mais également en termes de sécurité des données sensibles des patients.

### 4.1 Pression des biais sociaux

Dans ses prises de décision le soignant peut être exposés à plusieurs biais, notamment le biais de confirmation, de rétrospective et de regret [11]. Cela soulève la question de savoir si la supervision humaine de l'apprentissage des modèles prédictifs pourrait causer l'apparition de ces biais dans nos modèles. Plusieurs cas de problèmes ont déjà été reporté, par exemple une faculté de médecine britannique utilisait un algorithme présentant un biais discriminatif important, et était alors plus porté

à refuser des candidatures venant de femmes ou de personnes portant un nom à consonance non-européenne [12]. Srinivasan et Chader ont pu décrire ces différents biais, résumés dans le

Tableau 2 [12]. On remarque alors que la très grande majorité des biais sont d'origine humaine, apparus lors de la planification du modèle ou lors de la phase d'apprentissage. Par conséquent il est nécessaire de mettre en place des stratégies afin de limiter ces biais. Selon [12], afin de limiter les biais, il faut identifier les variables sensibles au modèle, assurer une représentativité des données, standardiser le classement des données et prévenir le biais de traitement lors des tests.

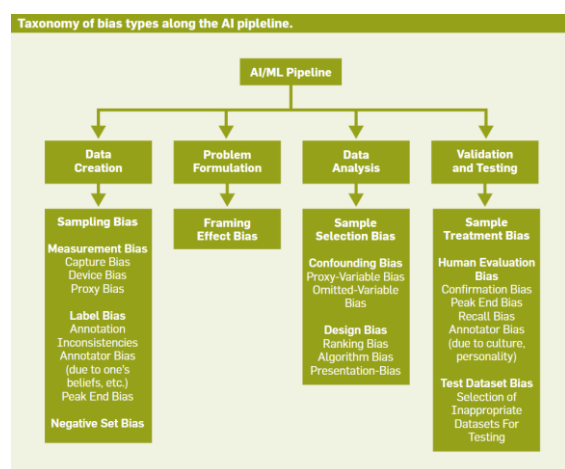


Figure 5 - Biais dans les différentes étapes de la création du modèle

## 4.2 Problèmes éthiques

Les enjeux éthiques de l'IA sont nombreux et se répartissent sur plusieurs échelles et sur plusieurs niveaux.

### 4.2.1 Enjeux humains et relationnels

Dans un premier temps au niveau individuel et relationnel, l'IA apporte un enjeu lié aux atteintes à la vie privée des patients liées aux traitement massif de leurs données. Parmi les préoccupations soulevées figure la crainte d'une déshumanisation progressive de la relation soignant-soigné et de la médecine, la réduction de l'autonomie et l'atteinte à la dignité professionnelle en diminuant l'apport des soignants dans leur profession et par conséquent en diminuant l'apport humaine du parcours de soins du patient. Une des réponses à ces biais es de garder un facteur humain dans la santé, limiter l'apport de l'IA à de l'assistance uniquement, et avoir recours à des principes comme la transparence et l'explicabilité [13].

Tableau 2 - Biais possibles lors de la création d'un modèle d'apprentissage

| Etape de construction du modèle | Biais                                      | Description                                                            |
|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Création du jeu de données      | Biais d'échantillonnage                    | Surreprésentation ou sous-représentation de certains types de données. |
|                                 | Biais de mesure                            | Données erronées ou peu précise liées à des erreurs humaines           |
|                                 | Biais d'étiquetage                         | Incohérence dans la classification des données                         |
|                                 | Biais du set négatif                       | Manque de représentativité des instances négatives                     |
| Analyse / Algorithme            | Biais de sélection d'échantillon           | Sélection de données non représentatives de la population ciblée       |
|                                 | Biais de confusion                         | Corrélations erronées suite a des causes communes omises               |
|                                 | Biais lié au design de l'algorithme        | L'algorithme du fait de sa conception induit un biais                  |
| Evaluation / Validation         | Biais d'évaluation humaine                 | Influences personnelles ou cognitives des évaluateurs humains          |
|                                 | Biais de traitement d'échantillon          | Le dataset choisi pour tester le modèle est biaisé                     |
|                                 | Biais dans les datasets de test/validation | Dataset de test non représentatif                                      |

### 4.2.2 Enjeux sociétaux

Comme nous avons pu le voir, les biais dans l'IA peuvent être nombreux. L'importance de l'apport humain dans la validation et la construction de ces modèles de prédiction peuvent reproduire des discriminations historiques par manque de représentativité ou par influence involontaire lors de la face d'entraînement du modèle. Un autre enjeu, déjà observable dans la pratique actuelle, réside dans le fait que la majorité des IA sont entraînées suivant les modèles de multinationales privées. L'augmentation de la nécessité de modèles performants pourrait augmenter leur impact dans le monde de la médecine et on pourrait observer l'apparition de dérives commerciales dans la santé. Il est donc nécessaire et indispensable que les IA soient disponibles équitablement et qu'elles suivent la voie de l'open source, c'est-à-dire que leur code source et leur protocole d'entraînement soit publique, permettant alors la transparence.

### 4.2.2 Enjeux environnementaux

Les enjeux environnementaux, rejoignent ceux de la révolution numérique. L'entraînement, le déploiement et l'utilisation des modèles d'IA et de Deep Learning nécessitent des processeurs spécialisés, construit à partir de métaux rares dont l'extraction et le recyclage sont très polluants. L'utilisation de ces processeurs nécessite également beaucoup d'énergie et nécessite des conditions thermiques particulières qui doivent être régulées constamment. Ces facteurs contribuent à une consommation énergétique particulièrement élevée, énergie qui aujourd'hui est majoritairement d'origine fossile. Enfin le refroidissement de ces serveurs nécessite beaucoup d'eau, dans un monde où elle devient une ressource de plus en plus rare. C'est notamment ce que décrit Cugurullo et al., en déclarent que l'impact de l'IA au cœur des villes ne doit pas être ignoré, que ce soit au niveau écologique et des ressources en jeu, mais également sur le plan social. Ils appellent donc à une réaction politique urgente. Cette réaction inclut un encadrement démocratique, une transparence ainsi qu'une distribution équitable des bénéfices et des coûts [14]. Il nous faut donc être particulièrement vigilant sur ces sujets afin de pouvoir développer ces technologies, tout en étant respectueux de l'environnement.

## 5 Conclusion

L'intégration de l'Intelligence Artificielle dans la gestion des maladies chroniques représente une avancée majeure pour le domaine médical. Les

avancées récentes, notamment en Machine Learning et Deep Learning, font que l'IA permet non seulement d'améliorer la prédiction et le diagnostic précoce, mais également de personnaliser les parcours de soins et de renforcer la surveillance clinique continue des patients atteints de maladies chroniques. Les bénéfices attendus sont significatifs avec : une réduction des complications, une optimisation des traitements, ainsi que la prévention des événements aggravants. Toutefois, cette évolution s'accompagne de défis éthiques, sociaux et environnementaux majeurs. Les biais algorithmiques, les enjeux de transparence, la protection des données sensibles et l'impact écologique des infrastructures d'entraînement exigent une vigilance constante et une législation adaptée. Ainsi, si l'IA constitue un levier puissant pour transformer durablement les pratiques médicales, son déploiement nécessite une gouvernance responsable, une co-construction avec les professionnels de santé, et finalement une inscription dans des cadres éthiques rigoureux et d'actualité. Poursuivre la recherche interdisciplinaire sur ces technologies, tout en garantissant leur explicabilité, leur équité d'accès et leur durabilité, apparaît aujourd'hui comme important, pour répondre aux nouveaux enjeux de santé publique du XXI<sup>e</sup> siècle.

## 6 Abréviations

IA : Intelligence Artificielle  
ML : Machine Learning  
MCV : Maladie Cardio-Vasculaire  
AVC : Accident Vasculaire Cérébral  
BPCO : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive  
LLM : Large Language Model  
SVM : Support Vector Machine  
KNN : K-Nearest Neighbor  
CNN : Convolutional Neural Network

## Références

- [1] N. A. Smart and T. T. Titus, "Outcomes of early versus late nephrology referral in chronic kidney disease: a systematic review.," *The American journal of medicine*, vol. 124, no. 11, pp. 1073-80.e2, November 2011.
- [2] K. Kostikas, D. Price, F. S. Gutzwiller, B. Jones, E. Loefroth, A. Clemens, R. Fogel, R. Jones and H. Cao, "Clinical Impact and Healthcare Resource Utilization Associated with Early versus Late COPD Diagnosis in Patients from UK CPRD Database.," *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, vol. 15, pp. 1729-1738, 2020.
- [3] R. Islam, A. Sultana et M. R. Islam, «A comprehensive review for chronic disease prediction using machine learning algorithms,» *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, vol. 11, p. 27, 2024.
- [4] R. Alanazi, «Identification and Prediction of Chronic Diseases Using Machine Learning Approach,» *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 2022, p. 2826127, 2022.
- [5] G. Battineni, G. G. Sagaro, N. Chinatalapudi et F. Amenta, «Applications of Machine Learning Predictive Models in the Chronic Disease Diagnosis,» *Journal of Personalized Medicine*, vol. 10, 2020.
- [6] S. Simon, N. Kolyada, C. Akiki, M. Potthast, B. Stein et N. Siegmund, «Exploring Hyperparameter Usage and Tuning in Machine Learning Research,» chez *2023 IEEE/ACM 2nd International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN)*, 2023.
- [7] L. di Biase, P. M. Pecoraro and V. Di Lazzaro, "Validating the Accuracy of Parkinson's Disease Clinical Diagnosis: A UK Brain Bank Case-Control Study.," *Annals of neurology*, vol. 97, no. 6, pp. 1110-1121, June 2025.
- [8] C. Reverberi, T. Rigon, A. Solari, C. Hassan, P. Cherubini, G. Antonelli, H. Awadie, S. Bernhofer, S. Carballal, M. Dinis-Ribeiro, A. Fernández-Clotett, G. F. Esparrach, I. Gralnek, Y. Higasa, T. Hirabayashi, T. Hirai, M. Iwatate, M. Kawano, M. Mader, A. Maieron, S. Mattes, T. Nakai, I. Ordas, R. Ortigão, O. O. Zúñiga, M. Pellisé, C. Pinto, F. Riedl, A. Sánchez, E. Steiner, Y. Tanaka, A. Cherubini et G. I. G. C. S. Group, «Experimental evidence of effective human-AI collaboration in medical decision-making,» *Scientific Reports*, vol. 12, p. 14952, 2022.
- [9] S. A. Subrata, «The Role of Artificial Intelligence in Chronic Illness Care: Navigating Challenges in Clinical Nursing Practice,» *Pacific Rim International Journal of Nursing Research*, vol. 29, p. 213–218, February 2025.
- [10] Y. Liu et B. Wang, «Advanced applications in chronic disease monitoring using IoT mobile sensing device data, machine learning algorithms and frame theory: a systematic review,» *Frontiers in Public Health*, Vols. %1 sur %2Volume 13 - 2025, 2025.
- [11] B. H. Bornstein et A. C. Emler, «Rationality in medical decision making: a review of the literature on doctors' decision-making biases,» *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, vol. 7, pp. 97-107, 2001.
- [12] R. Srinivasan et A. Chander, «Biases in AI systems,» *Commun. ACM*, vol. 64, p. 44–49, July 2021.
- [13] T. Vandemeulebroucke, «The ethics of artificial intelligence systems in healthcare and medicine: from a local to a global perspective, and back,» *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, vol. 477, p. 591–601, 2025.
- [14] F. Cugurullo, F. Caprotti, J. Day, S. Geoghegan, C. R. Lynch, F. Menga, C. Robinson et J. Williams, «The nature of AI: Metabolism, energy, water, labour and justice in the urban political ecology of artificial intelligence,» *Urban Political Ecology*, vol. 0, p. 30497515251344495, 2025.