

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le 6 septembre 2024
Par Mme Valentine Asseman**

« Comment les médecins perçoivent-ils l'IA générative comme un outil de transformation de la pratique clinique ? Analyse des intérêts et des limitations liés à son adoption (comparaison France / Etats-Unis) »

Membres du jury :

Président :

ODOU Pascal, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier (PU-PH),
Pharmacien gérant, Pharmacie CHRU LILLE

Assesseur(s) :

ZITOUNI Djamel, Maître de conférences, laboratoire de Biomathématiques,
Université de Lille
MARCEL FOURRIER Xavier, CEO, THRD

Membre extérieur :

CHAVATTE Philippe, Professeur des Universités – Ancien membre de la Faculté de
Pharmacie de Lille

Université de Lille

Président
Premier Vice-président
Vice-présidente Formation
Vice-président Recherche
Vice-président Ressources humaines
Directrice Générale des Services
FABRE

Régis BORDET
Etienne PEYRAT
Corinne ROBACZEWSKI
Olivier COLOT
Bertrand DÉCAUDIN
Anne-Valérie CHIRIS-

UFR3S

Doyen
Premier Vice-Doyen, Vice-Doyen RH, SI et Qualité
Vice-Doyenne Recherche
Vice-Doyen Finances et Patrimoine
Vice-Doyen International
Vice-Doyen Coordination pluriprofessionnelle et Formations sanitaires
Vice-Doyenne Formation tout au long de la vie
Vice-Doyen Territoire-Partenariats
Vice-Doyen Santé numérique et Communication
Vice-Doyenne Vie de Campus
Vice-Doyen étudiant

Dominique LACROIX
Hervé HUBERT
Karine FAURE
Damien CUNY
Vincent DERAMECOURT
Sébastien D'HARANCY
Caroline LANIER
Thomas MORGENROTH
Vincent SOBANSKI
Anne-Laure BARBOTIN
Valentin ROUSSEL

Faculté de Pharmacie

Doyen
Premier Assesseur et
Assesseur à la Santé et à l'Accompagnement
Assesseur à la Vie de la Faculté et
Assesseur aux Ressources et Personnels
Responsable des Services
Représentant étudiant
Chargé de mission 1er cycle
Chargée de mission 2eme cycle
Chargé de mission Accompagnement et Formation à la Recherche
Chargé de mission Relations Internationales
Chargée de Mission Qualité
Chargé de mission dossier HCERES

Delphine ALLORGE

Anne GARAT

Emmanuelle LIPKA
Cyrille PORTA
Honoré GUISE
Philippe GERVOIS
Héloïse HENRY
Nicolas WILLAND
Christophe FURMAN
Marie-Françoise ODOU
Réjane LESTRELIN

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (PU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie et Santé publique	81
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie	82
M.	DÉCAUDIN	Bertrand	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	DINE	Thierry	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie	82
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie - Virologie	82
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	ODOU	Pascal	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80

Mme	POULAIN	Stéphanie	Hématologie	82
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	STAELS	Bart	Biologie cellulaire	82

Professeurs des Universités (PU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Biophysique - RMN	85
M.	BERLARBI	Karim	Physiologie	86
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie	87
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie	87
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Biophysique - RMN	85
Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie thérapeutique	86
M.	DEPREZ	Benoît	Chimie bioinorganique	85
M.	DURIEZ	Patrick	Physiologie	86
M.	ELATI	Mohamed	Biomathématiques	27
M.	FOLIGNÉ	Benoît	Bactériologie - Virologie	87
Mme	FOULON	Catherine	Chimie analytique	85
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie et Santé publique	86
M.	GOOSSENS	Jean-François	Chimie analytique	85
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie	86
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique	86
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques	26
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie cellulaire	87
Mme	LESTRELIN	Réjane	Biologie cellulaire	87
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie analytique	85

Mme	MELNYK	Patricia	Chimie physique	85
M.	MILLET	Régis	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	MUHR-TAILLEUX	Anne	Biochimie	87
Mme	PERROY	Anne-Catherine	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	RIVIÈRE	Céline	Pharmacognosie	86
Mme	ROMOND	Marie-Bénédicte	Bactériologie - Virologie	87
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie	86
M.	SERGHERAERT	Éric	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique	86

Maîtres de Conférences - Praticiens Hospitaliers (MCU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	CUVELIER	Élodie	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DANEL	Cécile	Chimie analytique	85
Mme	DEMARET	Julie	Immunologie	82
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie et Santé publique	81
Mme	GENAY	Stéphanie	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	GRZYCH	Guillaume	Biochimie	82
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	LANNOY	Damien	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	ODOU	Marie-Françoise	Bactériologie - Virologie	82

Maîtres de Conférences des Universités (MCU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALIOUAT	Cécile-Marie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	ANTHÉRIEU	Sébastien	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	AUMERCIER	Pierrette	Biochimie	87
M.	BANTUBUNGI-BLUM	Kadiombo	Biologie cellulaire	87

M.	BERTHET	Jérôme	Biophysique - RMN	85
M.	BOCHU	Christophe	Biophysique - RMN	85
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie	86
M.	BOSC	Damien	Chimie thérapeutique	86
Mme	BOU KARROUM	Nour	Chimie bioinorganique	
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie	87
Mme	CARON-HOUDE	Sandrine	Biologie cellulaire	87
Mme	CARRIÉ	Hélène	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	CHARTON	Julie	Chimie organique	86
M.	CHEVALIER	Dany	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques	85
M.	DHIFLI	Wajdi	Biomathématiques	27
Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire	87
M.	EL BAKALI	Jamal	Chimie thérapeutique	86
M.	FARCE	Amaury	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	FLIPO	Marion	Chimie organique	86
M.	FRULEUX	Alexandre	Sciences végétales et fongiques	
M.	FURMAN	Christophe	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie	87
Mme	GOOSSENS	Laurence	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie et Santé publique	86
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques	26
Mme	HAMOUDI-BEN YELLES	Chérifa-Mounira	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie	86
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie	87
M.	KAMBIA KPAKPAGA	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86

M.	KARROUT	Younes	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie	87
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie analytique	85
Mme	LEHMANN	Hélène	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	LELEU	Natascha	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	LIBERELLE	Maxime	Biophysique - RMN	
Mme	LOINGEVILLE	Florence	Biomathématiques	26
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie	86
M.	MENETREY	Quentin	Bactériologie - Virologie	
M.	MOREAU	Pierre-Arthur	Sciences végétales et fongiques	87
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques	85
M.	PIVA	Frank	Biochimie	85
Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie et Santé publique	86
M.	POURCET	Benoît	Biochimie	87
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques / Innovations pédagogiques	85
Mme	RAVEZ	Séverine	Chimie thérapeutique	86
Mme	ROGEL	Anne	Immunologie	
M.	ROSA	Mickaël	Hématologie	
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie	86
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie	87
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie - Virologie	87
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie	87
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Chimie organique	86
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques	87
M.	YOUS	Saïd	Chimie thérapeutique	86

M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques	85
----	---------	--------	------------------	----

Professeurs certifiés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mme	KUBIK	Laurence	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

Professeurs Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DAO PHAN	Haï Pascal	Chimie thérapeutique	86
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie pharmaceutique	86

Maîtres de Conférences Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	COUSEIN	Etienne	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques	85
M.	DUFOSSEZ	François	Biomathématiques	85
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie	85
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	MITOUMBA	Fabrice	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	86
M.	PELLETIER	Franck	Droit et Economie pharmaceutique	86

Assistants Hospitalo-Universitaire (AHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BOUDRY	Augustin	Biomathématiques	
Mme	DERAMOUDT	Laure	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
Mme	GILLIOT	Sixtine	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
M.	GISH	Alexandr	Toxicologie et Santé publique	
Mme	NEGRIER	Laura	Chimie analytique	

Hospitalo-Universitaire (PHU)

	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DESVAGES	Maximilien	Hématologie	
Mme	LENSKI	Marie	Toxicologie et Santé publique	

Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	BERNARD	Lucie	Physiologie	
Mme	BARBIER	Emeline	Toxicologie	
Mme	COMAPGNE	Nina	Chimie Organique	
Mme	COULON	Audrey	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	DUFOSSEZ	Robin	Chimie physique	
Mme	KOUAGOU	Yolène	Sciences végétales et fongiques	
M.	MACKIN MOHAMOUR	Synthia	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	

Enseignant contractuel

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
M.	MARTIN MENA	Anthony	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Anglais
Mme	NDIAYE-BOIDIN	Maguette	Anglais
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

UFR3S-Pharmacie

L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.



Table des matières

REMERCIEMENTS	11
INDEX DES ABREVIATIONS	13
LISTE DES FIGURES	14
I) INTRODUCTION	16
II) COMPARAISON DE LA PRATIQUE CLINIQUE ENTRE LA FRANCE ET LES ÉTATS-UNIS	17
A) DÉFINITION DE LA PRATIQUE CLINIQUE	17
B) ANALYSE COMPARATIVE DES SYSTEMES DE SANTE EN FRANCE ET AUX ÉTATS-UNIS	18
1/ <i>Vue d'ensemble des systèmes de santé français et américains</i>	18
2/ <i>Structures des systèmes de santé et méthodes de remboursement</i>	19
3/ <i>Personnel, infrastructures et accès aux médicaments</i>	20
4/ <i>Parcours patient en France et aux États-Unis</i>	21
5/ <i>Innovations dans le domaine de la santé</i>	22
III) ADOPTION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES PAR LES MÉDECINS	23
A) NOUVELLES TECHNOLOGIES DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ : DÉFINITIONS	23
B) ÉVOLUTIONS DANS L'UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE PAR LES MÉDECINS CLINICIENS	24
C) THÉORIES SUR L'ADOPTION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES PAR LES MÉDECINS	25
D) DEVELOPPEMENTS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN LA PRATIQUE CLINIQUE.....	28
1/ <i>Définitions de l'Intelligence Artificielle</i>	29
2/ <i>Adoption de l'IA par les médecins</i>	30
IV) DEVELOPPEMENTS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES SOINS DE SANTE	31
A) HISTORIQUE DES AVANCÉES DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN MÉDECINE	32
B) VUE D'ENSEMBLE DES CAS D'UTILISATION DE L'IA DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ.....	34
V) APPLICATIONS DE L'IA GÉNÉRATIVE DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ	36
A) DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE GÉNÉRATIVE.....	36
B) DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE A L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE MÉDICALE GÉNÉRALISTE	39
1/ <i>Transfert technologique : adapter l'IA générative à la médecine</i>	39
2/ <i>Cas d'utilisation potentiels et actuels de l'IA générative dans le domaine de la santé</i>	39
C) FOCUS SUR L'UTILISATION DE L'IA GÉNÉRATIVE EN PRATIQUE CLINIQUE.	45
1/ <i>IA générative dans la pratique clinique dans le cadre d'une utilisation directe par les patients</i>	45
2/ <i>IA générative dans la pratique clinique pour une utilisation par les médecins : un secteur concurrentiel</i>	47
VI) POINTS DE VUE DES MÉDECINS SUR L'UTILISATION DE L'IA GÉNÉRATIVE EN PRATIQUE CLINIQUE	52
A) REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LES OPINIONS DES MÉDECINS CONCERNANT L'IA GÉNÉRATIVE ET LA PRATIQUE CLINIQUE	52
B) MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	55
C) ÉTUDE DES OPINIONS DES MÉDECINS FRANÇAIS ET AMÉRICAINS	56
1/ <i>Caractérisation de la population</i>	56
3/ <i>Analyse statistique des échantillons</i>	61
VII) DISCUSSION	104
A) POINTS FORTS ET LIMITES DE L'ÉTUDE.....	104
B) DISCUSSION DES RÉSULTATS	106
1/ <i>Sensibilisation à l'IA Générative en pratique clinique</i>	106
2/ <i>Un mélange d'optimisme et de crainte quant à l'avenir de l'IA générative en pratique clinique</i>	107
3/ <i>L'IA générative n'est pas infallible</i>	109
4/ <i>Une redéfinition de l'interaction homme/machine</i>	112
5/ <i>Répondre aux préoccupations liées à la réglementation</i>	115
6/ <i>Améliorer la formation des médecins pour répondre aux préoccupations concernant l'IA générative</i>	119

7/ <i>Élargir le rôle de l'IA générative à toutes les professions de santé pour atténuer les effets de pénurie de soignants.....</i>	121
8/ <i>Préoccupations financières, environnementales et de souveraineté dans l'adoption de l'IA générative en pratique clinique.....</i>	122
9/ <i>Un cadre holistique pour l'intégration de l'IA générative en pratique clinique.....</i>	124
VIII) CONCLUSION	127
BIBLIOGRAPHIE :.....	129
ANNEXE 1 :	146

Remerciements

Aux membres du jury, Monsieur le Professeur Pascal Odou, Monsieur le Professeur Philippe Chavatte, Djamel, Xavier. Vous me faites l'honneur de présider le jury de cette thèse et je vous en remercie. Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mon profond respect.

Je tiens à remercier particulièrement mon directeur de thèse, Djamel Zitouni, pour avoir accepté d'évaluer cette thèse. Merci pour ta disponibilité, ta pédagogie et ta bienveillance.

À tous ceux qui m'ont donné une chance depuis le début de mes études, que ce soit lors de jobs étudiants ou de stages, je vous en suis très reconnaissante. Je remercie toute l'équipe de la Pharmacie Mourot-Terrier à Saint-Jans-Cappel. Un grand merci aussi à Xavier et l'équipe THRD pour m'avoir fait découvrir le monde de la medtech et de l'entrepreneuriat. À toute l'équipe d'IQVIA, ces six mois étaient incroyables. À Emmanuelle et Raegen au Consulat Général de France à San Francisco, merci pour votre confiance et pour m'avoir donné cette superbe opportunité de travailler à l'étranger.

À mon frère, Maxou, merci pour notre complicité et notre soutien mutuel sans faille.

À mes parents, Christelle et Samuel, merci d'avoir toujours été là pour moi au cours de toutes ces années et de m'avoir, chacun à votre manière, donné les outils pour m'épanouir. Une pensée spéciale pour mes grands-parents, en particulier mon grand-père qui nous a récemment quittés.

À mes amis du lycée : Pauline, Julie, Claire, Antoine, Hugo, Adrien, merci de m'avoir soutenue pendant la PACES et tous les examens suivants, merci aussi pour toutes les sorties après ces fameux examens! Bref, merci d'être toujours là pour moi, même de loin.

À mes amis de pharma, merci d'avoir partagé ces années faites de petites galères et de grandes joies, et aussi pour m'avoir prêté vos fiches pour mes rattrapages annuels! Mention spéciale à Emma, Gabrielle, Jéré, Sam et Greg – le meilleur binôme !

À la bande du MTI qui a rendu ma vie à Paris géniale et les covoiturages vers Paris Saclay supportables : Lambert, Joseph, Romain, Marie, Lucie, Julie, Aurélien, Maxime, Jérôme, Nelvin, Maxence, Timothée & toute l'équipe.

À ma famille de San Francisco, qui m'a fait sentir chez moi, même à l'autre bout du monde : Romane, Louise, Nam, Léa, Romain, Ewa. Mention spéciale à Romain. Merci d'avoir toujours été là pour moi et d'avoir supporté avec patience mes humeurs, parfois changeantes, durant la rédaction de cette thèse.

Index des abréviations

GenAI: Intelligence Artificielle Générative

IA : Intelligence Artificielle

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé

FDA : Food and Drug Administration

US, USA : United States, Etats-Unis

LLM : Large Language Model (Grand langage de modèle)

DMP : Dossier Médical Partagé

CHRU : Centre Hospitalier Régional Universitaire

PU-PH : Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

GPU : Graphics Processing Unit (Unités de traitement graphique)

IAG : Intelligence Artificielle Générale

EHR : Electronic Health Record (Dossier Médical Électronique)

Liste des figures

Figure 1: Courbe d'adoption de l'innovation selon Everett Rogers ⁽⁵⁸⁾	27
Figure 2: Feuille de route intégrée pour coordonner la transformation des connaissances et l'adoption de l'innovation en santé ⁽⁶²⁾	28
Figure 3: Evolution de l'IA a travers le temps ⁽⁸³⁾	32
Figure 4: Calendrier de développement des LLM. Les modèles en dessous de la flèche sont à source fermée tandis que ceux au-dessus de la flèche sont à source ouverte ⁽¹⁰⁴⁾	37
Figure 5: Représentation d'un réseau de neurones artificiels (comportant une couche d'entrée, deux couches cachées, et une couche de sortie). Chaque nœud (cercle) représente un neurone, et les lignes représentent les connexions entre les neurones à travers les différentes couches) ⁽¹⁰⁹⁾	38
Figure 6: Architecture de modeles de type transformeurs ⁽¹⁰⁹⁾	38
Figure 7 : Comment les grands modèles de langage sont utilisés en médecine aujourd'hui et à l'avenir. Le symbole de la batterie montre leur niveau d'utilisation actuel, de faible à élevé. ⁽⁷⁹⁾	44
Figure 8: ChatGPT : optimiser les modèles de langage pour le dialogue. OpenAI. 2022. ⁽¹³⁶⁾	46
Figure 9: Captures d'écran de Reddit : discussions à propos des moyens de contourner ChatGPT sur des questions de santé ⁽¹³⁹⁾	47
Figure 10: Proportion de répondants estimant manquer de connaissances en matière l'IA générative, par groupe d'âge	67
Figure 11: Opinions des médecins français sur leur propre compréhension de l'IA générative	68
Figure 12: Opinions des médecins français sur leur capacité à expliquer ce qu'est l'IA générative	69
Figure 13: Opinions des médecins américains sur l'auto-évaluation de leur connaissance de l'IA générative	70
Figure 14: Opinions des médecins américains sur leur capacité à expliquer l'IA générative	71
Figure 15: Opinions des médecins français concernant le potentiel de l'IA générative à stimuler le domaine de la médecine	72
Figure 16: Opinions des médecins français sur le fait que le développement de l'IA générative clinique rend la médecine moins intéressante selon eux.	73
Figure 17 : Opinions des médecins américains concernant le potentiel de l'IA générative à stimuler le domaine de la médecine	74
Figure 18: Opinions des médecins américains sur le fait que le développement de l'IA générative clinique rend la médecine moins intéressante selon eux.	75
Figure 19 : Opinion des médecins français sur la précision de l'IA générative comparée à celle des médecins	77
Figure 20: Avis des médecins français sur l'efficacité de l'IA générative comparée à celle des médecins	78
Figure 21: Avis des médecins américains sur la précision de l'IA générative par rapport à celle des médecins	79
Figure 22: Avis des médecins américains sur l'efficacité de l'IA générative par rapport à celle des médecins	80
Figure 23: Perspectives des médecins français sur l'avenir de l'utilisation de l'IA générative en médecine	81
Figure 24: Volonté des médecins français d'utiliser l'IA générative dans la pratique clinique	82
Figure 25: Le point de vue des médecins français sur le remplacement des médecins par l'IA générative	83

Figure 26: Perspectives des médecins français sur l'impact concurrentiel de l'adoption de l'IA générative.	84
Figure 27: Perspectives des médecins américains sur l'utilisation future de l'IA générative en médecine	85
Figure 28: Volonté des médecins américains d'utiliser l'IA générative dans la pratique clinique	86
Figure 29: Point de vue des médecins américains sur le remplacement des médecins par l'IA générative	87
Figure 30: Perspectives des médecins américains sur l'impact concurrentiel de l'adoption de l'IA générative	88
Figure 31: Appréhension de l'IA Générative chez les médecins français	90
Figure 32: Appréhension de l'IA générative chez les médecins américains	90
Figure 33: Curiosité des médecins français pour l'IA générative	91
Figure 34: Curiosité des médecins américains pour l'IA générative	91
Figure 35: Volonté des médecins français d'en apprendre plus sur l'IA générative de manière proactive.....	93
Figure 36: Volonté des médecins américains d'en apprendre plus sur l'IA générative de manière proactive.....	93
Figure 37: Appétence des médecins français pour une formation en GenAI dispensée par les hôpitaux ou universités	95
Figure 38: Appétence des médecins américains pour une formation en GenAI dispensée par les hôpitaux ou universités	95
Figure 39: Représentations médiatiques anxigènes de l'IA Générative dans les soins de santé	108
Figure 40: Publication du MIT Review, 2018 ⁽¹⁹⁸⁾	113
Figure 41: Dessin humoristique de Natasha Loder, Harvard Public Health ⁽²⁰⁰⁾	113
Figure 42: Exemple de formations disponibles sur l'IA dans le domaine de la santé	120
Figure 43: Cadre d'intégration de l'IA générative dans la pratique clinique ⁽²³⁷⁾	124
Figure 44: Proposition d'un nouveau cadre pour l'intégration de l'IA générative dans la pratique Clinique.....	126

I) Introduction

L'avancement rapide de la technologie a transformé de manière significative divers secteurs, y compris celui de la santé. Parmi ces technologies, l'intelligence artificielle générative (GenAI), émerge comme une force potentiellement transformative, avec le potentiel de révolutionner les pratiques cliniques et la recherche médicale. Cette étude vise à fournir une compréhension détaillée de la perception de l'IA générative par la communauté médicale en tant qu'outil transformateur en pratique clinique, par le biais de revues de littérature et d'enquêtes quantitatives auprès de médecins aux États-Unis et en France. L'objectif de ce travail est d'identifier les principaux facteurs influençant son intégration dans la pratique clinique quotidienne.

L'IA générative, une sous-catégorie de l'Intelligence Artificielle, consiste en des algorithmes capables de générer de nouveaux contenus tels que du texte, des images et des données cliniques à partir d'informations existantes. Cette capacité permettrait des innovations significatives dans le domaine de la santé. Cependant, l'adoption de la GenAI dans le secteur de la santé fait face à plusieurs défis, tels que des limitations techniques, des problèmes réglementaires et des niveaux d'acceptation variés parmi les professionnels de santé.

Comprendre les perspectives des médecins est essentiel, car ils sont les principaux utilisateurs de ces technologies et jouent un rôle déterminant dans l'adoption d'une approche sécurisée des soins de santé. Leur acceptation ou leur résistance à l'adoption peut influencer de manière significative la trajectoire de la GenAI en pratique clinique, impactant ainsi la pratique médicale dans son ensemble et la qualité des soins prodigués aux patients.

Cette étude explore ces perspectives, tout en comparant les points de vue de deux systèmes de santé distincts : les États-Unis et la France. L'approche transatlantique a été choisie dans le but de déterminer si des facteurs structurels et culturels influencent les opinions des médecins à ce sujet.

Cette thèse fournit un aperçu et une analyse complets du sujet. Elle commence par examiner les systèmes de santé en France et aux États-Unis, ainsi que l'évolution de la pratique clinique au cours du temps. Elle aborde ensuite la manière dont les médecins adoptent de nouvelles technologies, en se concentrant sur les tendances historiques et actuelles, notamment en ce qui concerne l'intelligence artificielle. Le développement de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé est ensuite exploré, en mettant en évidence ses cas d'usages, ses avantages et ses défis. Une

définition détaillée de l'IA générative est ensuite fournie, ainsi que ses applications spécifiques dans le domaine de la santé. Les résultats empiriques sur les points de vue des médecins concernant la GenAI dans la pratique clinique sont présentés, couvrant leur niveau de sensibilisation, de confiance, d'optimisme et de préoccupations. Enfin, la section de discussion analyse l'étude menée auprès des médecins français et américains pour comprendre les forces et les limites de l'IA générative dans la pratique clinique et examine les implications plus larges pour l'avenir de la GenAI dans le domaine de la santé.

Malgré le potentiel transformateur de l'IA générative dans la pratique clinique, il est crucial de comprendre comment les médecins perçoivent ses avantages et ses limitations. Cette enquête permet d'identifier les défis et les opportunités pour une adoption éthique de ce type de technologie.

II) Comparaison de la pratique clinique entre la France et les États-Unis

Pour comparer les opinions des médecins cliniciens en France et aux États-Unis, il est d'abord essentiel de définir ce que recouvre la pratique clinique dans ces deux pays, dont les systèmes de santé présentent des différences structurelles et culturelles marquées.

A) Définition de la pratique clinique

Cette thèse examine la perception qu'ont les médecins cliniciens de l'évolution de la pratique médicale à l'ère contemporaine, avec un accent particulier sur l'intégration de l'IA générative dans leur exercice professionnel. ⁽¹⁾

Dans ce cadre, la pratique clinique se réfère à l'application des connaissances et compétences médicales par les professionnels de la santé dans le diagnostic, le traitement et le soin des patients. Ce terme a des racines historiques, avec le mot "clinique" dérivé du grec *klinikos*, signifiant "du lit" ou "au chevet". Cette étymologie souligne la nature directe et pratique des soins médicaux, souvent dispensés au chevet du patient. ⁽²⁾⁽³⁾ Tout au long de l'Histoire, la pratique clinique a évolué parallèlement aux avancées technologiques, dans le cadre de l'examen des patients, le diagnostic, la planification des traitements et la gestion continue. Dans cette thèse, la "pratique

clinique" est définie et utilisée comme un cadre pour explorer comment l'IA générative peut transformer la pratique de la médecine et les soins prodigués aux patients.

Pour mieux comprendre ce que signifie la pratique clinique en France et aux États-Unis, ce travail compare les deux systèmes de santé et les parcours de soins des patients dans chacun de ces pays.

B) Analyse comparative des systèmes de santé en France et aux États-Unis

1/ Vue d'ensemble des systèmes de santé français et américains

Afin de fournir un aperçu global et comparer les systèmes de santé des deux pays, les indicateurs de santé généraux de la population mettent en évidence de grandes tendances en France et aux États-Unis. Par exemple, le taux de mortalité infantile en France est de quatre pour 1 000 naissances vivantes, contre six pour 1 000 aux États-Unis. L'espérance de vie moyenne en France est de 82 ans (85,2 ans pour les femmes et 79,3 ans pour les hommes), ce qui est environ cinq ans de plus qu'aux États-Unis (80,2 ans pour les femmes et 74,8 ans pour les hommes). ⁽⁴⁾ En termes de classement, la France a historiquement été reconnue pour la qualité de son système de santé. Dans l'évaluation des systèmes de santé mondiaux de l'Organisation mondiale de la santé en 2000, la France a été reconnue comme offrant les "meilleurs soins de santé globaux" au monde. ⁽⁵⁾ Cependant, cette position n'est plus tout à fait à jour. En 2023, le système de santé français était classé 20^e avec un indice de santé de 80,5, avec en tête de ce classement des pays comme Singapour, le Japon et la Corée du Sud. En revanche, le système de santé des États-Unis était classé 69^e en 2023 avec un indice de santé de 73,3, se plaçant derrière des pays comme le Pérou, le Sri Lanka et le Vietnam. ⁽⁶⁾

Si l'on compare des coûts de santé, nous observons que les dépenses de santé par habitant en 2022 étaient de 12 555 \$ aux États-Unis, contre 6 630 \$ en France. ⁽⁷⁾⁽⁸⁾

En 2021, les États-Unis ont dépensé 4,3 trillions de dollars pour la santé, soit plus de 12 500 dollars par personne, ce qui représentait plus de 18 % du Produit Intérieur Brut (PIB) du pays. En comparaison, la moyenne des dépenses de santé en pourcentage du PIB en Europe était inférieure à 11 %. Malgré ces dépenses considérables, environ 30 % de ces fonds sont consacrés à des frais administratifs, qui n'ont aucun impact direct sur la santé des citoyens. Par ailleurs, environ 12 % des Américains ont dû emprunter de l'argent pour payer leurs soins médicaux. ⁽⁹⁾

Le Commonwealth Fund a publié un communiqué de presse en 2015 mettant en lumière le phénomène selon lequel les États-Unis dépensent plus pour les soins de santé que les autres pays à revenu élevé, mais ont une espérance de vie plus faible et un état de santé de la population moins bon. ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ Cette différence significative reflète non seulement la complexité et la fragmentation du système de santé américain, mais aussi les approches divergentes des deux pays en matière de réglementation et de financement des soins de santé.

2/ Structures des systèmes de santé et méthodes de remboursement

Après la Seconde Guerre mondiale, la France a établi un modèle d'assurance maladie nationale pour protéger sa population contre l'augmentation des coûts de santé. Connu sous le nom de Sécurité Sociale. Ce système vise à garantir la liberté de choix des soins médicaux, couvrant tous les médecins, laboratoires, hôpitaux et cliniques. ⁽¹²⁾ La Sécurité Sociale rembourse environ 70-80% des frais médicaux, le reste étant à la charge des patients. ⁽¹³⁾ De plus, une assurance santé complémentaire privée peut être choisie, la mutuelle, à charge des patients. La transparence des prix est imposée par la loi, et le pouvoir de négociation du système gouvernemental aide à maintenir les prix bas. La carte vitale, une carte d'assurance maladie, réduit les coûts administratifs en fournissant aux médecins toutes les informations nécessaires pour la facturation, économisant ainsi du temps et de l'argent. Le gouvernement français régule les coûts de santé en votant de nouveaux budgets et des directives annuellement. Cette approche contraste avec celle des États-Unis, où les législateurs sont souvent en désaccord sur les politiques de santé. ⁽¹⁴⁾

Aux États-Unis, le système de remboursement des soins de santé est complexe et fragmenté, reposant principalement sur des assurances privées et publiques. ⁽¹⁵⁾ L'assurance privée, souvent fournie par les employeurs, joue un rôle important. Des programmes publics tels que Medicare, pour les personnes de plus de 65 ans, et Medicaid, qui couvre les individus à faible revenu, sont également disponibles, bien que ces programmes aient leurs limites. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾ Le remboursement des soins de santé dépend largement du type d'assurance et de la couverture qu'elle offre. Contrairement à la France, il n'existe pas de système de tarification unifié, entraînant des variations de coûts significatives entre les établissements. Les patients peuvent souvent faire face à des factures médicales importantes même après le remboursement de l'assurance. ⁽¹⁸⁾ Les négociations entre les assureurs et les prestataires de soins

influencent les prix, et la transparence des coûts n'est pas toujours garantie. Cette diversité des payeurs et des réglementations contribue à la complexité et aux coûts élevés du système de santé américain. ⁽¹⁹⁾ Alors que 38% des Américains bénéficient d'une couverture santé par le biais de leurs employeurs, 17% dépendent de paiements privés, y compris les assurances et les dépenses de leur poche. ⁽²⁰⁾ Des questions sociales et politiques nourrissent les débats sur l'accès aux soins de santé, avec une estimation de 12 à 16 % des Américains sans assurance maladie en 2022. ⁽²¹⁾

3/ Personnel, infrastructures et accès aux médicaments

En plus des méthodes de remboursement, les systèmes de santé des États-Unis et de la France diffèrent légèrement en termes de personnel et d'infrastructures.

En 2021, le nombre de médecins pour 10 000 habitants est relativement similaire entre les États-Unis et la France, avec 36,08 médecins pour 10 000 habitants aux États-Unis et 33,44 médecins pour 10 000 habitants en France. Cette légère différence suggère que les deux pays ont une densité de médecins assez comparable, ce qui peut indiquer une capacité similaire à fournir des soins médicaux à leurs populations. ⁽²²⁾

En termes d'infrastructures de santé, la France dispose d'un plus grand nombre d'hôpitaux et de lits par habitant que les États-Unis. En 2020, les États-Unis comptaient environ 27,81 lits d'hôpital pour 10 000 habitants, tandis que la France en comptait environ 58,63 pour 10 000 habitants. ⁽²³⁾

La structuration des établissements de santé aux États-Unis présente également des différences notables : environ 80 % des hôpitaux sont sous contrôle privé, qu'ils soient des entités à but lucratif ou à but non lucratif. ⁽²⁴⁾ En revanche, les institutions publiques représentent environ 65 % de la capacité et de l'activité hospitalières en France. Les établissements privés à but lucratif contribuent à hauteur de 25 %, tandis que les établissements privés à but non lucratif représentent la portion restante. ⁽²⁵⁾

L'accès aux médicaments dans les deux pays reflète des politiques de santé différentes. Aux États-Unis, la concurrence dans l'industrie pharmaceutique entraîne des prix des médicaments plus élevés et accentue les disparités d'accès aux médicaments, notamment pour les populations non assurées ou sous-assurées. ⁽²⁶⁾ En revanche, la France bénéficie d'un marché pharmaceutique régulé, où le gouvernement négocie les prix des médicaments pour en garantir l'accessibilité. ⁽²⁷⁾ Le

système français, supervisé par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), assure que les médicaments essentiels sont couverts par l'assurance maladie nationale, réduisant ainsi le fardeau financier des patients. Cependant, les deux pays sont confrontés à des défis liés aux pénuries de médicaments et à l'approbation de nouveaux traitements. ⁽²⁸⁾

Cette comparaison illustre comment la conception des systèmes de santé influence l'accès des patients aux soins essentiels et aux médicaments, en prenant en compte la capacité de remboursement, les infrastructures disponibles, et les effectifs, qui impactent directement le parcours de soins des patients.

4/ Parcours patient en France et aux États-Unis

En France, le parcours patient est généralement coordonné par le médecin traitant, qui sert de principal point d'entrée dans le parcours de soin. Les patients consultent leur médecin généraliste pour la plupart des besoins de soins primaires et sont ensuite orientés vers des spécialistes si nécessaire. Ce modèle favorise la continuité des soins et une approche centrée sur le patient. ⁽²⁹⁾ Les parcours de soins en France tendent à favoriser un accès égalitaire à des soins de qualité, avec une intervention coordonnée des professionnels de santé et des services sociaux. Des structures de santé pluridisciplinaires, telles que les maisons de santé, facilitent la coopération entre les professionnels pour garantir des soins coordonnés pour les patients. En France, des outils numériques comme le Dossier Médical Partagé (DMP) sont utilisés pour faciliter la coordination des soins et garantir la confidentialité des informations de santé. ⁽³⁰⁾ Néanmoins, la France connaît une importante pénurie de médecins, notamment dans certaines régions isolées, ce qui représente une perte de chance pour les patients et complique leur parcours de soins, entraînant non seulement des retards de diagnostic, mais aussi un accès tardif aux traitements, et une prise en charge fragmentée. ⁽³¹⁾

Le parcours patient aux États-Unis est souvent plus fragmenté en raison de la diversité d'assurances. ⁽³²⁾ Les patients peuvent accéder directement aux spécialistes sans passer par un médecin généraliste, ce qui peut accélérer l'accès aux soins spécialisés mais aussi entraîner des coûts plus élevés et des soins moins coordonnés. De plus, le type d'assurance dont dispose un patient - que ce soit Medicaid, Medicare ou une assurance privée - influence fortement le choix des prestataires et la qualité des soins reçus. Les inégalités d'accès aux soins sont plus prononcées aux États-Unis, avec des différences significatives entre les patients assurés et non assurés. ⁽³³⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾

En résumé, tandis que le système français privilégie une approche centralisée et coordonnée avec une couverture universelle, le système américain se caractérise par une plus grande fragmentation et des disparités dans l'accès aux soins, influencées par le type d'assurance et la capacité financière des patients. Des efforts continus en matière de transparence, de coordination et d'innovation sont nécessaires en France comme aux Etats-Unis pour améliorer les parcours de soins et répondre aux besoins des patients.

5/ Innovations dans le domaine de la santé

Afin d'améliorer le parcours patient, des efforts sont déployés en France et aux États-Unis pour rationaliser les réglementations et encourager les innovations dans l'organisation des soins de santé, les méthodes administratives et de paiement. Dans le domaine des avancées numériques, les prescriptions électroniques et les dossiers médicaux partagés sont devenus courants. La pandémie de COVID-19 a accéléré les réformes de la santé dans les deux pays, comme en témoigne une augmentation notable des téléconsultations. ⁽³⁶⁾

Aux États-Unis, malgré des défis tels que le coût élevé des services médicaux et les importantes disparités dans l'accès aux soins, le pays se distingue par un soutien remarquable à l'innovation. D'abord, le cadre réglementaire, en particulier sous la direction de la Food and Drug Administration (FDA), est reconnu mondialement. La FDA se distingue comme pionnière en lançant des initiatives novatrices, telles que l'approbation des médicaments imprimés en 3D et la réglementation précoce des algorithmes d'intelligence artificielle dans les soins de santé. ⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾ Les États-Unis se positionnent en tête et termes d'innovation médicale, en particulier en médecine personnalisée et en télésanté, avec les National Institutes of Health (NIH) allouant près de 30,1 milliards de dollars par an à la recherche médicale. ⁽³⁹⁾ En 2021, la dépense intérieure brute en recherche et développement (DIRD) aux États-Unis était d'environ 789 milliards de dollars, dépassant largement les 400 milliards de dollars de l'Union européenne. ⁽⁴⁰⁾ De plus, le secteur medtech américain a déposé plus de 58 000 brevets au cours de la dernière décennie, surpassant les 41 074 brevets déposés en Europe. ⁽⁴¹⁾

Enfin, selon des données de 2021, les États-Unis occupent une position de premier plan à l'échelle mondiale concernant les autorisations de nouveaux médicaments et dispositifs médicaux et détiennent le plus grand nombre de lauréats du prix Nobel en chimie et en médecine. ⁽⁹⁾

La France, et plus généralement l'Europe, réalisent également des progrès significatifs dans le domaine de l'innovation en santé, en intégrant des technologies numériques avancées. Ces efforts incluent une rationalisation des réglementations et des améliorations de l'infrastructure de santé numérique, comme en témoigne la création du Health Data Hub en 2019, suite au rapport Villani. ⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾ Bien que le système de santé français semble offrir un parcours patient plus agréable et rentable, les États-Unis dominent l'innovation medtech avec une infrastructure de pointe permettant de transférer rapidement les innovations depuis le laboratoire jusqu'au chevet du patient. ⁽⁴⁴⁾

Cette comparaison met en lumière les différences subtiles dans les ressources de santé, façonnées par des approches nationales distinctes. Comparer les pratiques cliniques en France et aux États-Unis fournit un contexte essentiel pour comprendre comment les médecins adoptent de nouvelles technologies dans leurs pratiques respectives. Nous allons maintenant examiner l'historique de l'adoption des nouvelles technologies en santé selon une approche chronologique.

III) Adoption de nouvelles technologies par les médecins

Après avoir mieux saisi la manière dont les systèmes de santé Français et Américain sont structurés, nous explorerons comment la médecine clinique a co-évolué avec les avancées technologiques et comment les médecins ont accueilli et adopté, (ou non) ces progrès. En retraçant la chronologie depuis l'invention du stéthoscope jusqu'à l'avènement de l'IA, nous cherchons à approfondir notre compréhension des mécanismes sous-jacents à l'adoption des technologies par les médecins.

A) Nouvelles technologies dans le domaine de la santé : définitions

Au fil des années, le développement des technologies en santé a nécessité l'intégration de nouvelles terminologies. Dans ce travail, le terme "nouvelles technologies" désigne l'ensemble des innovations techniques apportant des améliorations substantielles par rapport aux technologies existantes dans un contexte historique donné. Ces avancées peuvent concerner l'amélioration de la qualité,

l'augmentation de la production ou la réduction des coûts dans le domaine de la santé. Pour les besoins de cette étude, le terme "nouvelles technologies" inclut les dispositifs médicaux, les solutions de santé numérique, ainsi que les méthodologies de diagnostic et de traitement, à l'exclusion des produits pharmaceutiques. ⁽⁴⁵⁾

B) Évolutions dans l'utilisation de la technologie par les médecins cliniciens

L'émergence de nouvelles technologies a entraîné diverses transformations au sein des pratiques médicales. L'étude du contexte historique de l'évolution de ces technologies permet de mieux comprendre les connaissances et les compétences que les médecins ont dû acquérir et intégrer dans leur pratique quotidienne de la médecine.

Dès le XIXe siècle, des progrès significatifs ont été réalisés, notamment dans le domaine du diagnostic. Par exemple, les inventions du stéthoscope ⁽⁴⁶⁾ , de l'ophtalmoscope ⁽⁴⁷⁾ , du thermomètre ⁽⁴⁸⁾ et du tensiomètre ⁽⁴⁹⁾ ont significativement amélioré la précision des diagnostics. Les innovations chirurgicales, telles que l'anesthésie en 1846 et la chirurgie antiseptique en 1867 ⁽⁵⁰⁾ , ont également amélioré les résultats. Au cours de cette période, les hôpitaux ont commencé à se développer en centres de soins médicaux développés et spécialisés.

Le stéthoscope, inventé par le médecin français René Laennec, a initialement rencontré des résistances mais a fini par être largement adopté, devenant un outil emblématique du médecin. Comme l'illustre la citation suivante, les médecins trouvaient souvent des inconvénients à ce nouvel outil :

L'inertie mentale ne s'efface pas toujours à la lumière des idées nouvelles et progressistes. Ainsi, le « tube d'écoute » de Laennec a trouvé ses critiques à l'époque. Quelques-uns le considéraient comme un jouet. D'autres se plaignaient qu'il était peu pratique de transporter l'instrument original – un cylindre de bois d'un pied de long, divisible au milieu pour le rendre facilement portable. Il était plus facile, selon les dires, d'appliquer directement l'oreille sur la poitrine du patient et, de plus, on percevait ainsi plus de sons en même temps. ⁽⁵¹⁾ (The Centennial of the Stethoscope, June 17, 1916)

Ensuite, le XXe siècle a vu s'opérer la transformation des hôpitaux en centres de technologies médicales avancées. Le processus de diagnostic a changé de manière significative, évoluant des interactions uniquement interpersonnelles à l'incorporation

d'outils d'analyse médicale tels que les rayons X et les électrocardiographes .⁽⁵²⁾ Bien que le développement de ces nouveaux outils ait initialement suscité une certaine hésitation chez les médecins, ils ont finalement été largement adoptés.

Romain Pirracchio, MD, PhD, professeur d'anesthésie clinique et chef de l'anesthésie et des soins per-opératoires de ZSFG en témoigne : *Quand j'ai commencé ma carrière de médecin, c'était à une époque où les examens complémentaires comme la biologie et la radiologie devenaient beaucoup plus accessibles de manière routinière. Dans les années 90, ces avancées se sont industrialisées de manière extrême, passant de délais d'une semaine à seulement quelques minutes pour obtenir les résultats de la plupart des examens complémentaires. À l'époque, il y avait de grandes préoccupations existentielles dans le domaine médical, craignant que l'examen clinique ne devienne obsolète, remplacé par des générations de médecins qui se fieraient uniquement aux résultats des examens complémentaires.*⁽⁵³⁾

Ces dernières années, la pratique clinique a été profondément transformée par l'intégration des technologies médicales dans divers domaines, allant de l'administration (dossiers de santé électroniques) au diagnostic (télémédecine, dispositifs connectés) et à la diffusion de l'information (ressources en ligne et automédication). Cette évolution continue stimule le secteur de la santé, le propulsant dans un cycle constant d'innovations.⁽⁵⁴⁾

Après avoir compris que le développement technologique s'est opéré sur plusieurs années en médecine, avec une adoption variable par les professionnels de santé, nous examinerons certaines théories concernant l'acceptation de l'innovation dans le milieu médical.

C) Théories sur l'adoption des nouvelles technologies par les médecins

Le secteur de la santé est souvent considéré comme étant plus lent que d'autres domaines à adopter de nouvelles technologies.⁽⁵⁵⁾ Cette situation peut être attribuée à plusieurs facteurs: des réglementations strictes concernant la sécurité des données des patients, une résistance au changement ancrée dans les pratiques hospitalières établies ou encore le long processus du passage d'une nouvelle technologie de l'invention à l'utilisation réelle. Cependant, cette réticence n'est pas propre au secteur

de la santé. Dans divers domaines, même ceux considérés comme les plus innovants, l'adoption de nouvelles technologies prend souvent du temps. Des données illustrent qu'il a fallu 64 ans au téléphone, 45 ans à l'électricité, 23 ans aux ordinateurs, 16 ans aux téléphones mobiles, 12 ans à la radio et 13 ans à Internet pour atteindre 40 % d'adoption par les consommateurs. ⁽⁵⁶⁾ Ces quelques chiffres soulignent à quel point adopter une technologie est un processus complexe.

Tout d'abord, que signifie "adopter une technologie" ? L'adoption de la technologie peut être définie comme le processus par lequel les individus ou les organisations acceptent et utilisent de nouvelles technologies. ⁽⁵⁷⁾

Une des théories les plus connues concernant l'adoption d'une innovation est celle théorisée par le professeur Everett Rogers de l'Ohio State University en 1962. Celui-ci a publié la *courbe d'adoption de l'innovation*, une représentation graphique de la diffusion des innovations. Ce modèle explique comment, pourquoi et à quel rythme une innovation se propage à travers une population ou un système social. Elle est divisée en cinq catégories : innovateurs, adopteurs précoces, majorité précoce, majorité tardive et retardataires. ⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁸⁾ Si nous interprétons cette courbe et faisons le lien avec le secteur médical, nous pouvons lire son travail comme suit :

- Innovateurs (2,5 %) : Ces médecins sont les moins résistants à la technologie. Ils sont susceptibles d'être très au courant des derniers développements scientifiques et peuvent par exemple participer à des bêta-tests. Ce profil peut également être lié à un écosystème innovant, comme servir de conseiller scientifique pour une startup ou collaborer avec de grandes organisations sur des sujets d'innovation médicale.
- Adopteurs précoces (13,5 %) : Les *early adopters* sont des médecins très informés sur les dernières nouvelles et innovations en matière de santé. Ils sont des pionniers mais attendront de voir les résultats des innovateurs avant d'adopter la nouvelle technologie.
- Majorité précoce (34 %) : Les médecins de ce groupe adoptent les nouvelles technologies avant la personne moyenne, mais nécessitent plus de preuves quantitatives et une période d'évaluation plus longue. Ils adopteront la technologie une fois qu'elle aura été validée par d'autres médecins et soutenue par des preuves tangibles.

- Majorité tardive (34 %) : Ces médecins restent sceptiques quant aux nouvelles technologies pendant une période plus longue. Ils peuvent avoir besoin de plus de preuves au-delà de l'adoption par les pairs, telles que la sécurité, la précision, le coût, le remboursement et le prix. Ils exigent des preuves supplémentaires avant d'adopter de nouvelles technologies.
- Retardataires (16 %) : Les retardataires sont sceptiques et résistants au changement. Ils préfèrent les méthodes traditionnelles et n'adopteront la nouvelle technologie que lorsque tous les autres médecins l'auront fait. La pression des pairs finira par remettre en question leurs pratiques et les influencer à changer d'avis.

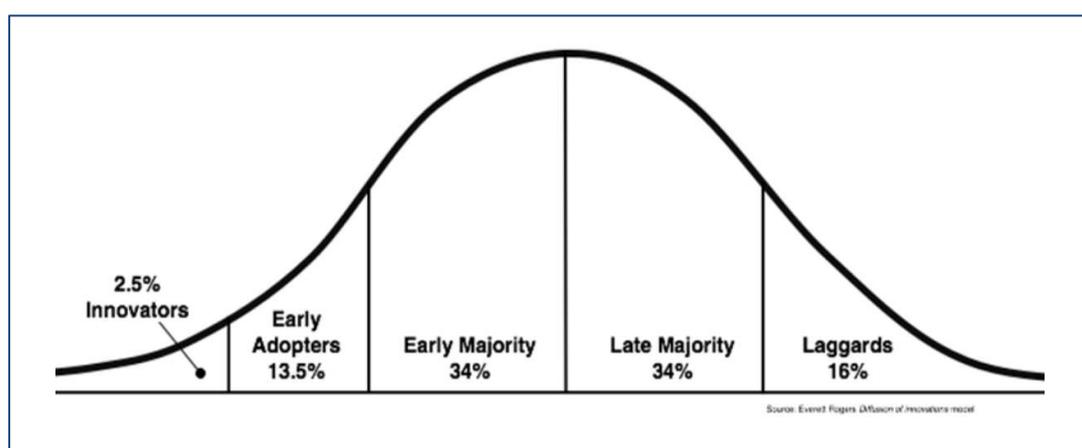


Figure 1: Courbe d'adoption de l'innovation selon *Everett Rogers* ⁽⁵⁸⁾

Pour aller plus loin, une étude américaine montre que le décalage entre les adopteurs précoces et la majorité des adopteurs dans le domaine de la santé est influencé par divers facteurs, au-delà de la seule « rapidité de décision » théorisée par Rogers. L'étude sur l'adoption de la télémédecine en soins intensifs de 2003 à 2010 révèle une diffusion de l'innovation inégale et progressive, influencée par des facteurs financiers et les stratégies locales des hôpitaux. Il y est mis en lumière que par exemple, les hôpitaux ruraux seront parfois moins enclins à adopter de nouvelles technologies, préférant transférer les patients vers de grands hôpitaux urbains. Cette approche est souvent moins coûteuse que l'investissement dans des services locaux de télémédecine pour les soins intensifs, sans compromettre la qualité des soins aux patients ⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾

Une autre étude sur la diffusion de l'innovation dans la pratique clinique a identifié sept étapes pour qu'une innovation soit adoptée dans la pratique clinique quotidienne : la

réalisation de la recherche originale, la soumission pour publication, l'acceptation, la publication, l'inclusion dans les bases de données bibliographiques, l'incorporation dans les revues et les manuels, et la mise en œuvre. Cette étude estime qu'il faut en moyenne 17 ans pour atteindre 50 % d'adoption dans la pratique clinique. ⁽⁶¹⁾

Pour résumer, chaque catégorie d'adoptant d'Everett Rogers a été adaptée et développée dans le cadre de la pratique clinique afin d'identifier les facteurs favorisant ou freinant l'adoption : ⁽⁶²⁾

	Wave or phase			
	Clinical study	Leading practice	Majority adoption	General access
Adopter	Innovators	Early adopters	Early- and late-majority adopters	Lagging adopters
Activities needed to support knowledge transformation into next wave of adoption	Outcome assessment, cost effectiveness, translation into practice, business development	Public health impact, consensus statements, training sessions and trials, educational reinforcement	Clinical guidelines, decision support, patient information, policies and incentives	Accreditation, incentives and liability, public awareness, textbooks
Inhibiting factors	Lack of feasibility	Failure to operationalize	Lack of support	Health care disparity

Figure 2: Feuille de route intégrée pour coordonner la transformation des connaissances et l'adoption de l'innovation en santé ⁽⁶²⁾

Ces études démontrent que les médecins intègrent progressivement les technologies existantes à des rythmes variés pour améliorer leur pratique clinique. Plusieurs théories de l'adoption technologique ont émergé, mais l'intégration des technologies dans le domaine de la santé est influencée par des cadres et des environnements spécifiques, régis par des normes strictes. Au cours des dernières années, les technologies d'intelligence artificielle ont connu une expansion rapide. De nombreuses études ont été menées pour analyser comment cette technologie a pénétré le marché de la santé et la manière dont elle a été perçue et adoptée par les médecins.

D) Développements de l'Intelligence Artificielle en pratique clinique

L'évaluation de l'adoption de l'intelligence artificielle en pratique clinique est complexe,

en raison à la fois de l'enthousiasme et du scepticisme qu'elle génère, ainsi que des avancées techniques récentes et continues dans le domaine de la santé humaine. Cette complexité est accentuée par le fait que l'IA n'est pas une technologie unique mais un ensemble de technologies. ⁽⁶³⁾ Pour saisir pleinement les mécanismes d'adoption de l'intelligence artificielle, il est essentiel de définir précisément ce que l'on entend par 'Intelligence Artificielle' dans le cadre de ce travail.

1/ Définitions de l'Intelligence Artificielle

Les contributions d'Alan Turing et de John McCarthy ont été déterminantes dans l'évolution de l'intelligence artificielle. Alan Turing, souvent appelé le "père de l'informatique", a jeté les bases théoriques de l'IA dans les années 1940. Il a introduit le "Test de Turing", conçu pour évaluer la capacité d'une machine à montrer une intelligence semblable à celle d'un être humain. Ce concept a considérablement fait avancer les domaines de la reconnaissance vocale et de la compréhension du langage naturel. ⁽⁶⁴⁾

John McCarthy, quant à lui, a fondé le MIT AI Lab en 1959. ⁽⁶⁵⁾ En 1956, McCarthy a été le premier à utiliser le terme "intelligence artificielle" lorsqu'il a invité des chercheurs de diverses disciplines scientifiques à participer à un atelier scientifique de recherche sur l'intelligence artificielle (Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence). Dans les années 1950 et 1960, son travail sur la logique symbolique et la création des premiers algorithmes d'apprentissage automatique furent révolutionnaires. McCarthy a également introduit le terme "intelligence artificielle forte" (également connue sous le nom d'Intelligence Artificielle Générale, IAG), faisant référence à une IA capable de raisonner et de prendre des décisions comme un être humain. ⁽⁶⁵⁾

Il est intéressant de noter qu'une définition précise et universellement acceptée de l'intelligence artificielle reste évasive. On pourrait dire que la définir est aussi difficile que de capturer l'essence même de l'intelligence. L'IA pourrait être définie comme permettant à des systèmes techniques de percevoir leur environnement, gérer ces perceptions, résoudre des problèmes et entreprendre des actions pour atteindre un but précis. L'ordinateur reçoit des données, les analyse et réagit. Les systèmes dotés d'IA sont capables d'adapter leurs comportements en analysant les effets produits par leurs actions précédentes, travaillant de manière autonome. ⁽⁶⁶⁾ Comme défini précédemment, diverses méthodes d'IA sont utilisées pour des tâches spécifiques.

Chacune repose sur des larges ensembles de données constamment mis à jour afin de refléter les connaissances médicales, en évolution rapide. Il est important de comprendre que l'IA n'est pas une technologie unique mais plutôt un ensemble de méthodes diverses. L'IA implique d'enseigner aux modèles informatiques à apprendre des tâches de manière autonome, plutôt que de prescrire des instructions exactes pour leur exécution. Cela inclut des méthodes comme l'apprentissage supervisé, l'apprentissage non supervisé, l'apprentissage auto-supervisé ou l'apprentissage par renforcement. ⁽⁶⁷⁾ L'IA utilise des structures spéciales, inspirées du cerveau humain, telles que les réseaux neuronaux, utilisant des neurones interconnectés pour traiter les données d'entrée en données de sortie. L'apprentissage profond, utilisant plusieurs couches de neurones, est devenu populaire pour des tâches comme la vision par ordinateur, la reconnaissance vocale et le traitement du langage naturel, accéléré par les unités de traitement graphique (GPU) et la disponibilité accrue des données. ⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾⁽⁷⁰⁾

2/ Adoption de l'IA par les médecins

Au 7 août 2024, 950 dispositifs médicaux d'Intelligence Artificielle (IA) ont reçu l'approbation de la Food and Drug Administration (FDA) aux États-Unis. Cependant, les chiffres sur l'utilisation réelle et la fréquence d'utilisation de ces dispositifs après l'approbation réglementaire restent difficiles à estimer. ⁽⁷¹⁾

La littérature comprend plusieurs études décrivant l'adoption de l'intelligence artificielle par les médecins, mettant en évidence les points suivants :

- Une étude menée en 2022 aux États-Unis a révélé qu'un nombre significatif de médecins et d'étudiants en médecine reconnaissent l'intégration croissante de l'IA en médecine, bien que la majorité ait une expérience pratique limitée avec l'IA clinique et ne possède que des connaissances de base. Bien que les participants aient généralement exprimé de l'optimisme quant au potentiel de l'IA en pratique clinique, des réserves et des préoccupations étaient présentes, en particulier concernant la notion controversée de l'IA en tant que substitut des médecins humains. Malgré des points de vue divergents sur le rôle de l'IA clinique, il y avait un consensus parmi les participants sur l'importance d'améliorer les collaborations entre les systèmes d'IA et les professionnels de santé. ⁽⁷²⁾⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

- Une revue systématique menée en mars 2023, intitulée *Potentiel de l'adoption des algorithmes et de l'intelligence artificielle pour améliorer la gestion des médicaments en soins primaires*, a révélé que 71 % des articles de la littérature documentaient une diminution des erreurs de médication grâce à l'IA. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle l'IA serait un outil crucial pour améliorer la sécurité des patients. ⁽⁷⁵⁾
- Une étude menée en France en 2023 indique que 80 % des médecins connaissent les outils d'IA, avec plus de 40 % les utilisant régulièrement dans leur pratique. Cependant, 65 % des médecins évalueraient leur niveau de compréhension du fonctionnement des applications d'IA comme faible ou modéré. ⁽⁷⁶⁾

Les études montrent que, bien que les médecins et les étudiants en médecine reconnaissent l'intégration croissante de l'IA dans le domaine médical, la plupart ont une expérience pratique limitée et des connaissances de base en matière d'intelligence artificielle en pratique clinique. Bien que la technologie existe depuis de nombreuses années, celle-ci semble n'en être qu'à ses débuts en termes d'adoption par les médecins. Pour mieux appréhender l'évolution de l'intelligence artificielle dans les domaines de la santé et de la pratique clinique, il est pertinent d'examiner les progrès réalisés dans le développement des outils d'IA appliqués aux soins de santé. Cette analyse permettra de situer plus précisément les acteurs et les innovations dans ce contexte en pleine transformation.

IV) Développements de l'intelligence artificielle dans les soins de santé

Nous avons observé que les avancées en matière de technologies de santé progressent continuellement et que les développements en Intelligence Artificielle offre de nouvelles approches de la médecine clinique. Il est donc essentiel de comprendre dans quelle mesure les techniques d'intelligence artificielle ont pénétré le domaine médical. Cette compréhension permettra de mieux appréhender l'adoption de ces technologies par les médecins.

A) Développements de l'Intelligence Artificielle en médecine

Malgré des avancées technologiques notables dans divers domaines, l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine de la médecine a progressé à un rythme relativement lent. ⁽⁷⁷⁾ Des premiers progrès significatifs ont été réalisés entre les années 1950 et 1970, période durant laquelle une collecte de données exhaustive a jeté les bases pour les innovations techniques ultérieures en santé. ⁽⁷⁸⁾ Notamment, la création du *Medical Literature Analysis and Retrieval System (MEDLARS)* et l'introduction du moteur de recherche en ligne PubMed par la National Library of Medicine dans les années 1960, sont apparus comme des ressources numériques clés qui ont considérablement accéléré les avancées en biomédecine. ⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾

En termes de technologies comparables à l'IA générative, le développement des chatbots a été marqué dans les années 1960 avec le programme ELIZA. Créé au milieu des années 1960 au MIT par Joseph Weizenbaum, ELIZA fut l'un des premiers programmes de traitement du langage naturel, créant l'illusion d'une conversation. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾⁽⁷⁵⁾. La variante la plus connue d'ELIZA, appelée DOCTOR, imitait un psychologue en reflétant les questions des utilisateurs. ⁽⁸¹⁾

À la suite de ces avancées, le domaine de l'intelligence artificielle a rencontré son premier "hiver de l'IA", une période marquée par la reconnaissance des limites en termes de hardware, de vitesse de calcul ou de stockage des données, entraînant une stagnation temporaire de l'évolution de la technologie. Cet *AI winter*, hiver de l'IA, correspond à la fin d'un "cycle de vie technologique", qui traditionnellement comporte quatre étapes : l'étape d'innovation, l'étape de croissance, l'étape de maturité et l'étape de déclin. ⁽⁸²⁾⁽⁸³⁾

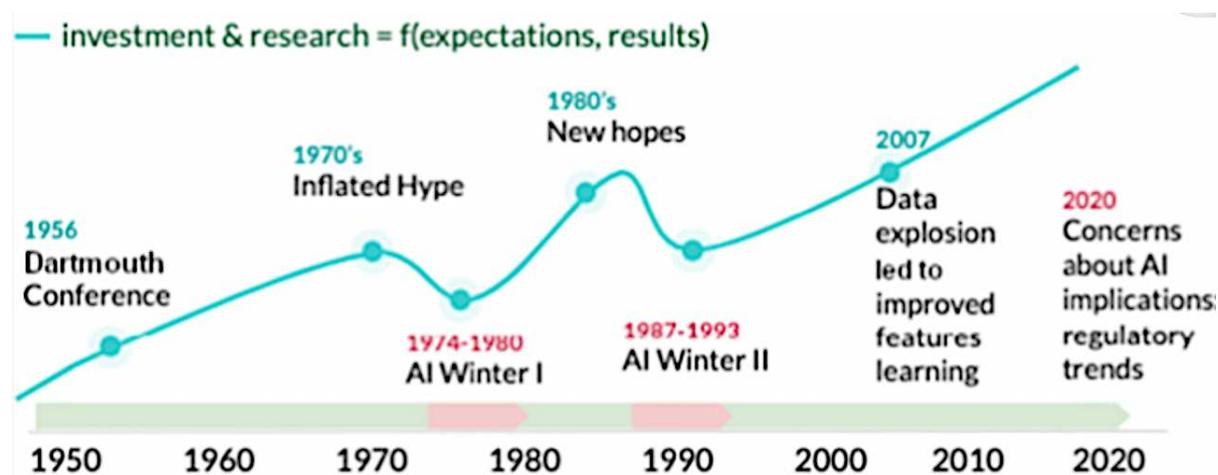


Figure 3: Evolution de l'IA a travers le temps ⁽⁸³⁾

Ce cycle de vie technologique peut décliner pour plusieurs raisons : diminution de l'intérêt du public pour l'IA, limitations techniques, manque d'applications pratiques ou réductions des financements. Néanmoins, il est important de souligner que la recherche et le développement se poursuivent généralement pendant cette phase de déclin. De nouvelles découvertes ou technologies peuvent émerger, ouvrant la voie à un nouveau cycle de vie technologique. ⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁶⁾

La résurgence de l'IA dans le domaine de la santé s'est produite en 1971 avec l'initiative de Saul Amarel - à l'Université Rutgers - visant à explorer et développer l'utilisation des ordinateurs dans le domaine biomédical : *The Research Resource on Computers in Biomedicine*. ⁽⁸⁷⁾ Parallèlement, la création de *l'Experimental–Artificial Intelligence in Medicine* de l'Université Stanford, un système informatique partagé, en 1973, a facilité les capacités de mise en réseau entre les chercheurs cliniques et biomédicaux de plusieurs institutions. Ces collaborations ont culminé avec l'organisation du premier *atelier Artificial Intelligence in Medicine*, parrainé par le National Institute of Health à l'Université Rutgers en 1975. ⁽⁸⁸⁾ Ces événements décisifs ont marqué les premières collaborations entre les pionniers de l'intelligence artificielle en médecine.

Parmi les premières applications de l'IA en médecine, certains prototypes pionniers ont émergés comme le prototypes CASNET, abréviation pour *Causal Associational Network*, spécialement conçu comme programme de consultation pour le glaucome. CASNET combinait des explications causales des maladies avec des connaissances réelles, y compris les diagnostics potentiels, les développements futurs et les traitements. Cette combinaison permettait à CASNET de fournir des conseils personnalisés sur la gestion des patients atteints de glaucome. Son efficacité a été prouvée devant un large public à l'Académie d'ophtalmologie à Las Vegas lors d'un essai en 1976. ⁽⁸⁹⁾

Un autre système innovant d'IA, MYCIN, a émergé au début des années 1970. Ce système reposait sur les informations fournies par les médecins sur les patients et sur une base de connaissances composée d'environ 600 règles. En utilisant ces données, MYCIN pouvait générer une liste de pathogènes bactériens possibles et ensuite suggérer des traitements antibiotiques, soigneusement ajustés en fonction du poids du patient. ⁽⁹⁰⁾

Les avancées en matériel et logiciel informatique ont ensuite facilité l'adoption généralisée de la médecine numérisée. De plus, les avancées en traitement du

langage naturel ont conduit au développement de chatbots plus sophistiqués comme *Pharmabot* (2015) et *Mandy* (2017), améliorant les processus d'éducation sur les médicaments et de prise en charge des patients. ⁽⁹¹⁾ ⁽⁹²⁾

En termes de validation officielle de l'application de l'IA aux soins de santé, *Arterys* est devenue en 2017 la première application de deep learning basée sur le cloud à être approuvée par la Food and Drug Administration (FDA) aux États-Unis. Le premier produit d'Arterys, CardioAI, était capable d'analyser des images de résonance magnétique cardiaque en quelques secondes, fournissant des informations telles que la fraction d'éjection cardiaque. ⁽⁹³⁾ Les années 2017 et 2018 ont marqué un boom significatif dans le développement de l'IA, en particulier dans les technologies d'imagerie, qui ont ouvert la voie. En dermatologie, l'application française *SkinApp* a été lancée en 2018 pour faciliter le diagnostic du mélanome à partir d'une photographie. ⁽⁹⁴⁾

Depuis les années 2000, diverses techniques et structures de modèles d'IA ont trouvé de nombreuses applications dans le domaine de la santé, répondant à un large éventail de besoins. Explorons les différentes applications de l'intelligence artificielle avant d'approfondir les implications de l'IA générative dans le domaine de la santé.

B) Vue d'ensemble des cas d'utilisation de l'IA dans le domaine de la santé

L'étude du Parlement européen *Artificial Intelligence in Healthcare*, menée en juin 2022, met en évidence quatre grands domaines d'application de l'IA : ⁽⁹⁵⁾

- La pratique clinique
- La recherche biomédicale
- La santé publique
- L'administration des soins de santé

Explorer l'application de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé, implique l'utilisation de diverses techniques, telles que le traitement du langage naturel (NLP), la vision par ordinateur (CV), l'apprentissage automatique classique (ML) et des méthodes statistiques traditionnelles. Décrire l'application de l'intelligence artificielle

pour relever les défis de la santé, signifie employer une ou plusieurs de ces techniques pour trouver des solutions:

Use case 1 : Génération de rapports médicaux à partir de données audios. La génération de rapports médicaux à partir d'audio implique la transcription des consultations en dossiers médicaux à l'aide de méthodes de conversion de la parole en texte, en particulier le traitement du langage naturel (NLP). Le NLP, souvent basé sur des techniques d'apprentissage profond, joue un rôle clé dans cette tâche. Les algorithmes peuvent comprendre et interpréter le langage naturel, ainsi que détecter les nuances dans les voix des professionnels de santé.

Use case 2 : Détection de tumeurs dans les images radiologiques. La détection de tumeurs dans les radiographies implique l'utilisation de la vision par ordinateur avec l'apprentissage profond. Ces modèles peuvent apprendre à identifier les anomalies dans les images médicales avec une précision et une sensibilité accrue.

Use case 3 : Préviation de l'occupation des lits d'hôpital pendant les pandémies. Pour prévoir l'occupation des lits d'hôpital pendant les pandémies, des modèles utilisant des séries temporelles et des techniques d'apprentissage automatique sont employés. Ces modèles peuvent prendre en compte des facteurs tels que l'évolution des taux d'infection, les mesures de santé publique et d'autres variables temporelles.

Use case 4 : Mise en évidence du pourcentage d'une pathologie spécifique dans un échantillon étudié. Dans le cas de la mise en évidence du pourcentage d'une pathologie spécifique dans un échantillon étudié, un modèle statistique serait approprié. Ces modèles peuvent analyser des données démographiques et cliniques pour fournir des informations sur la prévalence des pathologies dans une population spécifique.

A noter que cette liste de cas d'utilisation n'est pas exhaustive. Le domaine de l'IA est si vaste que les cas d'utilisation en santé continuent d'évoluer et de s'adapter aux avancées des nouvelles technologies et aux besoins du terrain. Après avoir recueilli des informations sur l'évolution des applications de l'IA en santé et leurs diverses utilisations potentielles, il est essentiel d'explorer l'avancée la plus récente dans ce domaine : la mise à disposition du grand public une nouvelle famille de modèles de

langage, les GPT (*Generative Pre-trained Transformers*), plus largement appelé IA Générative. ⁽⁹⁶⁾

V) Applications de l'IA Générative dans le domaine de la santé

Maintenant que l'intelligence artificielle a été définie et que ses potentielles applications dans le domaine de la santé ont été décrites, examinons de plus près la technologie d'IA générative, ayant émergé à la fin de l'année 2022.

Le 30 novembre 2022, *OpenAI*, Startup basée à San Francisco, a annoncé le lancement de ChatGPT, la dernière version de son intelligence artificielle (IA) conversationnelle. ⁽⁹⁷⁾⁽⁹⁸⁾ Cette annonce a suscité un vif enthousiasme car, bien que les chercheurs travaillent sur l'intelligence artificielle générative depuis des années, c'est la première fois que ce type de technologie est accessible à tous. Plusieurs autres entreprises, telles que Meta, Google, Anthropic, ainsi que les entreprises françaises *Mistral* et *H*, travaillent également sur ce type de technologie, illustrant une concurrence technologique accrue. ⁽⁹⁹⁾⁽¹⁰⁰⁾

Comme évoqué précédemment, ce nouveau type de technologie a évolué très rapidement, soulevant des questions sur son utilisation dans la vie quotidienne et au sein de diverses professions, y compris dans la pratique quotidienne des médecins. Par conséquent, cette thèse cherche à comprendre comment les médecins perçoivent l'IA générative comme outil de transformation de la pratique clinique, en menant une revue complète des intérêts et des obstacles à son adoption.

A) Définition de l'Intelligence Artificielle Générative

Le *Government Accountability Office* des États-Unis définit l'IA Générative comme une *technologie capable de créer du contenu, y compris du texte, des images, de l'audio ou de la vidéo, lorsqu'elle est sollicitée par un utilisateur. Les systèmes d'IA générative produisent des réponses en utilisant des algorithmes souvent entraînés sur des informations en source ouverte (open source), telles que du texte et des images provenant d'Internet.* ⁽¹⁰¹⁾

L'IA générative fait partie de la famille des larges modèles de langage, ou LLMs pour *Large Language Models*. En utilisant des prompts - questions ou descriptions saisies par un utilisateur pour générer et affiner les résultats - ces systèmes peuvent rapidement rédiger un discours dans un ton particulier, résumer des recherches complexes ou évaluer des documents juridiques par exemple. Quelques exemples de cas d'utilisation et de prompts seront fournis dans les sections suivantes de ce travail. L'IA générative peut également créer des œuvres d'art, y compris des images réalistes pour les jeux vidéo, des compositions musicales et un langage poétique, en utilisant uniquement des prompts textuels. De plus, elle peut aider dans des processus de conception complexes, tels que la conception de molécules pour de nouveaux médicaments ou la génération de codes de programmation. ⁽¹⁰²⁾ Le paysage actuel du marché de l'IA générative connaît une croissance rapide, avec de nouveaux acteurs, applications et outils émergeant constamment. Il est estimé que le marché atteigne 100 milliards de dollars d'ici 2025. ⁽¹⁰³⁾

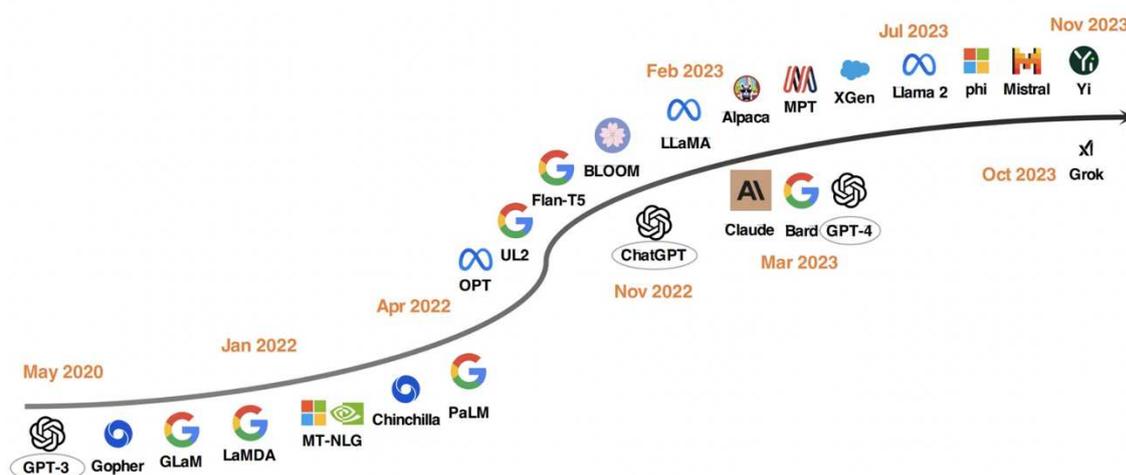


Figure 4: Calendrier de développement des LLM. Les modèles en dessous de la flèche sont à source fermée tandis que ceux au-dessus de la flèche sont à source ouverte ⁽¹⁰⁴⁾

ChatGPT d'*OpenAI* a marqué une étape importante dans le développement des technologies d'Intelligence Artificielle. Son aspect révolutionnaire réside non pas dans les modèles d'IA eux-mêmes, mais dans l'accessibilité et l'entraînement sur des ensembles de données vastes pour créer un chatbot « général » polyvalent. Bien que le concept technique ait été popularisé par Google en 2017 avec la publication de

l'article *Attention is All You Need*, OpenAI a franchi une étape en rendant cette technologie accessible au grand public gratuitement. Les utilisateurs ont découvert une machine capable d'interagir en langage naturel, de générer du texte, de mener des conversations argumentées et même d'écrire du code, le tout avec un niveau de fluidité sans précédent. ⁽¹⁰⁵⁾⁽¹⁰⁶⁾

L'IA générative utilise une architecture Transformer, qui est un type spécifique de réseau neuronal profond conçu pour traiter des séquences de données, telles que le texte ou les séries temporelles, de manière plus efficace que les architectures précédentes. ⁽¹⁰⁷⁾⁽¹⁰⁸⁾ Les réseaux neuronaux profonds se composent de plusieurs couches cachées entre les couches d'entrée et de sortie. Chaque couche est composée de nombreux neurones artificiels interconnectés, qui effectuent des calculs pour transformer les données d'entrée en une sortie utile. ⁽¹⁰⁹⁾

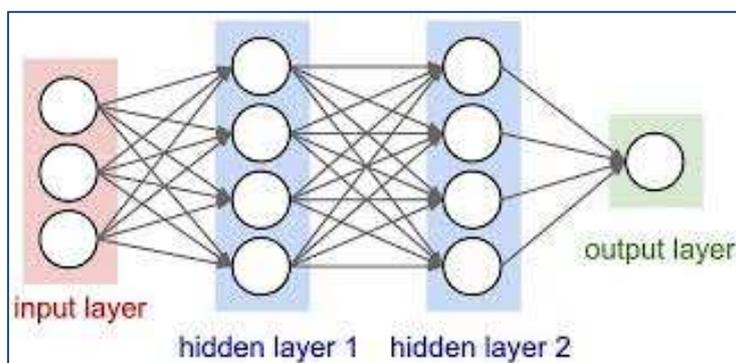


Figure 5: Représentation d'un réseau de neurones artificiels (comportant une couche d'entrée, deux couches cachées, et une couche de sortie). Chaque nœud (cercle) représente un neurone, et les lignes représentent les connexions entre les neurones à travers les différentes couches) ⁽¹⁰⁹⁾

L'architecture Transformer, introduite par Vaswani et al. en 2017 dans l'article *Attention is All You Need*, surmonte les limitations des architectures existantes en utilisant un mécanisme appelé auto-attention. L'architecture Transformer emploie plusieurs mécanismes, tels que : l'auto-attention, le calcul, l'attention multi-têtes, le réseau neuronal feedforward, les connexions résiduelles et la normalisation, et enfin les encodeurs et décodeurs. ⁽¹⁰⁹⁾⁽¹¹⁰⁾

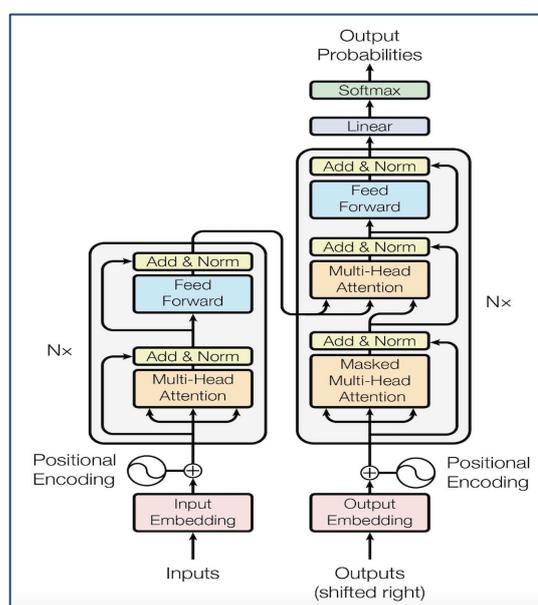


Figure 6: Architecture de modèles de type transformeurs ⁽¹⁰⁹⁾

Ces avancées technologiques permettent de traiter des grandes quantités de données et dans des formats variés, dans un langage naturel et à une vitesse inédite. Ces nouvelles capacités amènent à considérer un nouveau paradigme, celui de l'Intelligence Artificielle en médecine, et plus largement celui de l'Intelligence Artificielle Médicale Généraliste. ⁽¹¹¹⁾

B) De l'Intelligence Artificielle à l'Intelligence Artificielle Médicale Généraliste

1/ Transfert technologique : adapter l'IA générative à la médecine

Nous assistons à un changement de paradigme dans le domaine de l'IA médicale, a déclaré Jure Leskovec, professeur d'informatique à Stanford Engineering. Auparavant, les modèles d'IA médicale ne pouvaient traiter que de très petites parties spécifiques du puzzle des soins de santé. Nous entrons maintenant dans une nouvelle ère où il s'agit de pièces beaucoup plus importantes dans ce domaine à enjeux élevés. ⁽¹¹²⁾

L'intelligence artificielle, et plus spécifiquement la technologie de l'IA générative, peut potentiellement être appliquée à diverses tâches en médecine, allant de la gestion administrative à la recherche médicale, l'assistance aux examens cliniques et l'optimisation des structures protéiques pour de nouveaux traitements. ⁽¹¹³⁾

Ce nouveau paradigme est désigné sous le terme d'Intelligence Artificielle Médicale Généraliste (GMAI). ⁽¹¹⁴⁾ Les modèles de GMAI peuvent interpréter différentes combinaisons de données médicales, y compris les images, les dossiers médicaux, les résultats de laboratoire, la génomique et les graphiques, de manière multimodale. Ces modèles produisent des sorties informatives telles que des explications en texte libre, des recommandations verbales ou des annotations d'images, démontrant des capacités avancées de raisonnement médical.

2/ Cas d'utilisation potentiels et actuels de l'IA générative dans le domaine de la santé

Dans ce paradigme de soins de santé augmentés par l'IA générative, de nombreux cas d'usages émergent. Nous cherchons pour chacun de ces cas d'usage à identifier leurs intérêts et limites. Ces cas incluent : ⁽¹¹⁵⁾⁽¹¹⁶⁾

Des rapports de radiologie générés par IA :

L'IA générative a le potentiel d'aider les radiologues en générant automatiquement des rapports de radiologie, simplifiant ainsi leur travail. ⁽¹¹⁷⁾

- **Intérêts** : L'IA générative introduit des techniques innovantes qui permettent de générer des images synthétiques de haute qualité, utilisées pour entraîner des modèles d'IA à détecter les anomalies radiologiques. Ce processus améliore la capacité des algorithmes à identifier des caractéristiques subtiles dans les images réelles, augmentant ainsi la précision et l'efficacité des analyses. Par exemple, l'utilisation de l'IA générative a montré une augmentation de 20 % du taux de détection des petits nodules. ⁽¹¹⁸⁾ De plus, les systèmes d'IA peuvent fournir des résumés concis et des analyses des données d'imagerie médicale, en combinant à la fois les images, les rapports antérieurs et les données du patient. Ces résumés facilitent la préparation de l'analyse, qui peut ensuite être vérifiée et modifiée par le radiologue. Inversement, si le radiologue souhaite revoir son rapport textuel, l'IA générative permet de convertir le texte libre en rapports structurés, de vérifier les erreurs et de fournir un soutien à la décision clinique. Enfin, l'IA générative permettrait également de poser des questions sur l'image analysée sous forme de texte, offrant ainsi une interaction directe pour répondre aux questions des radiologues. Lors de la création de rapports, elle peut structurer le texte libre, vérifier les erreurs et fournir un soutien à la décision clinique.
- **Défis** : La fiabilité des modèles génératifs dépend fortement de la qualité des données d'entraînement. Cette dépendance introduit le risque de biais dans les rapports de radiologie générés, ce qui peut conduire à des erreurs de diagnostic ou à des recommandations de traitement inappropriées, compromettant ainsi les soins et la sécurité des patients. De plus, l'utilisation potentielle abusive d'images générées par IA peut créer une méfiance. Le réalisme élevé de ces images rend difficile pour les experts de différencier les images authentiques des images générées. Cela pourrait être exploité pour manipuler les résultats des essais cliniques, entraînant ainsi des conclusions erronées et des risques pour les patients. La technologie d'IA Générative se doit d'améliorer le flux de travail des radiologues plutôt que de leur ajouter une charge de travail. La personnalisation des outils d'IA générative représente également un défi afin de garantir leur adoption et efficacité en pratique clinique. En adaptant ces outils pour qu'ils reflètent les préférences de chaque utilisateur, il devient possible de non seulement améliorer la précision clinique, mais aussi de réduire la fatigue

cognitive. Sans cette personnalisation, même les résultats cliniquement corrects pourraient être perçus comme impersonnels ou non adaptés, limitant ainsi l'acceptation et l'utilisation de la technologie par les professionnels de santé.

- **Entreprises:** Arionkoder, HeHealth, HOPPR, Medical IP, NexusMD. ⁽¹⁰⁹⁾

Support décisionnel au chevet du patient :

Ces modèles peuvent être utilisés comme outils d'aide à la décision, fournissant des explications détaillées basées sur les données des patients et les articles scientifiques, ce qui permet de mieux orienter le diagnostic et les prescriptions.

- **Intérêts :** ChatGPT a démontré une grande précision dans la résolution de scénarios cliniques, atteignant une précision globale de 71,7 % sur un ensemble de 36 vignettes cliniques. Ces vignettes et leurs réponses correctes sont issues du Manuel MSD, une référence médicale bien reconnue et validée par des experts. ⁽¹¹⁹⁾ Positionner cet outil en tant qu'aide à la résolution de cas cliniques peut potentiellement améliorer la précision, faire gagner du temps aux cliniciens et réduire les erreurs de diagnostic et les coûts. ⁽¹²⁰⁾
- **Défis :** Un des principaux défis posés par l'IA générative en tant qu'outil d'aide à la décision est son imprécision, notamment en ce qui concerne les prescriptions et les dosages médicamenteux. Lorsqu'il s'agit de gérer des questions nécessitant des réponses chiffrées ou de traiter des sujets liés aux interactions médicamenteuses, ChatGPT a montré une tendance à commettre des erreurs. ⁽¹²¹⁾⁽¹²²⁾ Aussi, considérer l'IA générative comme un outil d'aide au diagnostic pose des défis techniques, car il n'est pas encore possible de déterminer un taux de fiabilité des réponses fournies par ces systèmes. De plus, cela soulève des préoccupations juridiques et éthiques majeures, en particulier en ce qui concerne la responsabilité en cas d'erreurs. L'utilisation de l'IA pour prendre des décisions cruciales dans les soins de santé nécessite une attention particulière aux implications légales et aux questions de responsabilité. ⁽¹²³⁾
- **Entreprises :** GlassHealth, HippocraticAI.

Prise de notes interactive :

L'IA générative a le potentiel de révolutionner le dialogue entre médecin et patient en automatisant la prise de notes, la collecte d'informations et le résumé des consultations. Cela pourrait réduire considérablement les charges administratives des

cliniciens, leur permettant ainsi de consacrer plus de temps à l'échange avec leurs patients. ⁽¹²⁴⁾⁽¹²⁵⁾

- **Avantages** : Ce type de solution pourrait potentiellement réduire le travail administratif de 2 heures par jour à seulement 20 minutes, permettant aux médecins de se concentrer sur les soins aux patients tout en effectuant seulement des vérifications et des modifications légères des données enregistrées. De plus, selon une enquête, 52 % des praticiens hospitaliers déclarent ressentir de l'épuisement professionnel. Une autre étude souligne que le travail administratif consomme un sixième des heures de travail des médecins aux États-Unis et réduit leur satisfaction professionnelle. ⁽¹²⁶⁾⁽¹²⁷⁾⁽¹²⁸⁾⁽¹²⁹⁾ En médecine d'urgence, les médecins reconnaissent que l'IA générative peut considérablement réduire le temps et les efforts nécessaires pour créer des résumés cliniques de haute qualité, notamment pour les cas complexes. Toutefois, ils expriment des préoccupations et recommandent une mise en œuvre prudente.
- **Défis** : Le risque associé à ce type de solution réside d'abord dans le potentiel d'hallucinations générées par l'IA. Les médecins insistent bien sur le fait que le domaine médical n'est pas un terrain d'expérimentation libre, car toute erreur peut avoir des conséquences graves. La tendance de l'IA à parfois produire des informations erronées ou inventées, peut introduire des risques significatifs et des inexactitudes dans les diagnostics ou les traitements. Aussi, il est impératif que les discussions soient enregistrées avec le consentement éclairé du patient, soulevant des questions cruciales de respect du secret médical. La protection des données sensibles est donc essentielle, nécessitant la mise en place de systèmes de sécurité robustes pour garantir la confidentialité et l'intégrité des informations médicales collectées par ces systèmes d'IA.
- **Entreprises** : Nabla, Abridge, Autonomize AI, DeepScribe, HiLabs, AWS HealthScribe.

Chatbots orientés vers les patients :

Les chatbots personnalisés alimentés par l'IA générative pourraient permettre d'offrir des soins de haute qualité en dehors des environnements cliniques et hospitaliers en répondant directement aux questions et aux besoins médicaux des patients. ⁽¹³⁰⁾⁽¹³¹⁾

- **Avantages** : L'IA générative a le potentiel d'améliorer l'explication des soins aux patients en créant des schémas de posologie, améliorant la communication entre

les médecins et les patients. Sa capacité à personnaliser les réponses, à adopter des tons spécifiques et à mettre en avant les nuances conversationnelles enrichirait l'interaction médecin-patient. Un article démontre que l'IA générative serait plus empathique que les médecins. Dans une étude évaluant 195 questions et réponses, les patients ont préféré les réponses des chatbots à celles des médecins dans 78,6 % (intervalle de confiance de 95 %, 75,0 %-81,8 %) des 585 évaluations. Les réponses des chatbots ont également été jugées de meilleure qualité plus souvent que celles des médecins. ⁽¹³²⁾ Une autre étude, publiée en avril 2024, évalue l'exactitude de ChatGPT-4, Claude et Bard dans la réponse aux questions liées à l'endométriose. Elle constate que bien que les chatbots fournissent généralement des réponses correctes, elles manquent souvent de complétude. Bard a obtenu le meilleur score pour les réponses complètes. L'étude conclut que bien que les chatbots puissent compléter les informations médicales, une évaluation continue est essentielle pour garantir l'exactitude et l'exhaustivité à mesure que l'IA devient plus répandue dans les soins de santé. ⁽¹³³⁾ Ces chatbots peuvent également contribuer à réduire les temps d'attente en aidant à trier les cas, en priorisant les urgences et en allégeant la charge de travail du personnel. Leur disponibilité constante, opérant 24h/24 et 7j/7, permettrait aux patients de chercher de l'aide quand nécessaire, améliorant ainsi la commodité et l'accessibilité aux soins. ⁽¹²²⁾ Dans les régions où les ressources de santé sont limitées, comme les zones éloignées ou rurales, ces chatbots pourraient servir de ressource précieuse, offrant des évaluations initiales et des conseils. Ils répondraient également aux défis de langage et d'accessibilité en communiquant dans différentes langues et en s'adaptant aux patients selon leur niveau de compréhension, améliorant ainsi l'accessibilité aux soins pour toute la population.

- **Défis** : Assurer l'exactitude et la fiabilité des données fournies par ces chatbots reste un défi majeur, car leur performance dépend directement de la qualité des données sur lesquelles ils ont été entraînés. Si ces données sont incomplètes, biaisées ou obsolètes, les chatbots risquent de fournir des informations incorrectes, ce qui pourrait entraîner des conséquences graves pour les patients. De plus, l'utilisation de ces chatbots pour interagir directement avec les patients pose un risque important, car ces interactions se déroulent souvent sans la supervision d'un professionnel de santé qualifié. Cette absence de contrôle médical peut amener les patients à prendre de mauvaises décisions concernant leur santé, voire à s'automédiquer de manière inappropriée. Une autre préoccupation cruciale est la protection de la confidentialité et de la sécurité des informations médicales

sensibles. Les chatbots d'IA collectent et traitent une grande quantité de données personnelles, et toute faille dans leur sécurité pourrait compromettre la vie privée des patients. Ce type de faille de sécurité a par exemple fait la une dans le cas de 23andme, lorsque la société de tests génétiques a révélé une faille de sécurité affectant 6,9 millions d'utilisateur. ⁽¹³⁴⁾

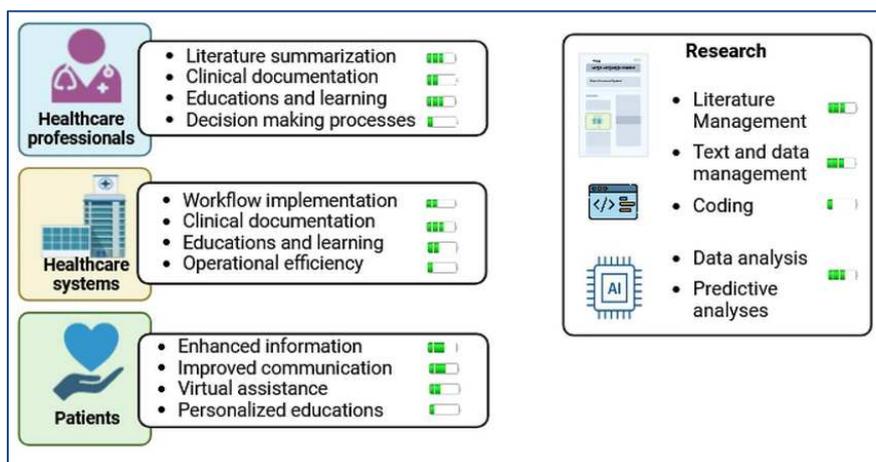


Figure 7 : Comment les grands modèles de langage sont utilisés en médecine aujourd'hui et à l'avenir. Le symbole de la batterie montre leur niveau d'utilisation actuel, de faible à élevé. ⁽⁷⁹⁾

Veillez noter que les cas d'utilisation, les avantages et les risques mentionnés ci-dessus ne sont pas exhaustifs. Cependant, cette vue d'ensemble met en lumière divers domaines où l'intelligence artificielle générative peut influencer le domaine de la santé. De nombreux défis techniques sont similaires à travers les différents cas d'utilisation, tels que les problèmes d'accès à des données de haute qualité, la difficulté à évaluer l'exactitude des résultats et la détermination de la nature hallucinatoire des sorties. Ces obstacles constituent des barrières majeures à l'adoption généralisée de l'IA générative dans le domaine de la santé où les vies des patients en dépendent. Surmonter ces défis pourrait potentiellement inaugurer une nouvelle ère d'adoption tant par les médecins que par les patients. Cela touche également aux enjeux pratiques, éthiques et juridiques qui surgiront à mesure que ces solutions continueront à entrer sur le marché dans les années à venir. Ces questions seront examinées plus en détail dans la section de discussion.

Après avoir examiné les cas d'usage potentiels de l'IA générative en santé, ce travail se concentrera sur son utilisation dans un domaine spécifique : la pratique clinique.

C) Focus sur l'utilisation de l'IA générative en pratique clinique.

Les applications potentielles de l'IA générative dans la pratique clinique sont vastes, allant de l'automatisation de la prise de notes et l'amélioration des processus de diagnostic au soutien de la prise de décision thérapeutique. Les données nécessaires pour un diagnostic précis et un traitement efficace proviennent de sources diverses, y compris les notes cliniques, les tests de laboratoire, les données pharmaceutiques, les images médicales et les informations génomiques. L'IA est en passe de jouer un rôle significatif dans l'automatisation du stockage des données, la transformation des informations telles que l'analyse d'images (par exemple, en radiologie, ophtalmologie, dermatologie et pathologie) et le traitement des signaux (par exemple, l'électrocardiogramme, l'audiologie et l'électroencéphalographie) pour assurer une intégration complète des données. Pour certains cas d'utilisation, l'IA et l'IA générative travailleront ensemble, montrant leur potentiel à intégrer et aligner les résultats avec d'autres données cliniques pour améliorer les flux de travail globaux en clinique.

Il est crucial de distinguer deux types de chatbots utilisant l'IA générative : ceux conçus pour être utilisés par les médecins et ceux destinés directement aux patients. ⁽¹³⁵⁾

1/ IA générative dans la pratique clinique dans le cadre d'une utilisation directe par les patients

Actuellement, il n'existe pas de chatbot médical spécifiquement conçu pour les patients qui utilise l'IA générative sans vérification par un médecin. Cependant, certains utilisateurs utilisent des chatbots d'IA générative généralistes pour obtenir des réponses à leurs questions médicales. Par exemple, bien que ChatGPT ne soit pas spécifiquement conçu pour fournir des informations médicales, il peut générer des réponses aux questions des patients concernant leur état de santé.

ChatGPT's response to a patient question regarding the discontinuation of bexarotene in the setting of active COVID-19 infection.

"If you have been diagnosed with COVID-19, it's important to talk to your doctor before stopping any medication. There is currently no scientific evidence suggesting that bexarotene should be stopped if you have COVID-19.

A study published in the Pharmacological Research journal found that bexarotene may have antiviral effects against COVID-19 [8]. However, more research is needed.

In conclusion, if you have been diagnosed with COVID-19 and are taking bexarotene, it's important to talk to your doctor before stopping the medication. There is currently no scientific evidence suggesting that bexarotene should be stopped if you have COVID-19, and it may even have some potential benefits."

Figure 8: ChatGPT : optimiser les modèles de langage pour le dialogue. OpenAI. 2022. ⁽¹³⁶⁾

Certains médecins et patients, en particulier ceux souffrant de maladies rares ou confrontés à des incertitudes diagnostiques, affirment que les chatbots d'IA générative ne sont qu'une version avancée des recherches sur Internet, et qu'il s'agit d'une démarche naturelle de rechercher des informations médicales en ligne depuis l'avènement d'Internet. Bien que l'autodiagnostic et l'automédication ne soient pas recommandés, ces comportements sont des habitudes établies parmi les patients.

Citation d'un patient : *Je fais une partie de mes recherches sur ChatGPT. Je trouve cela plus facile qu'une recherche Internet classique car on peut poser des questions liées au lupus ("Si ce n'est pas le lupus..." ou "Est-ce que... peut arriver avec le lupus ?") sans avoir à retaper, car le chatbot sauvegarde les conversations.* ⁽¹³⁷⁾

Citation d'un médecin (Etats-Unis): : *Il n'y a pas de comparaison entre la puissance de ChatGPT et celle de la recherche Google en matière de diagnostic. J'enseigne aux résidents comment utiliser ChatGPT comme outil. Et bien que cela ne remplacera pas le besoin de médecins, je pense que les chatbots sont quelque chose que les patients pourraient aussi utiliser. Les patients utilisent Google depuis longtemps, et Google est un moteur de recherche.* (Dr. Karim Hanna, chef de la médecine familiale à l'hôpital général de Tampa et directeur du programme de résidence en médecine familiale à l'Université de Floride du Sud) ⁽¹³⁷⁾

Il est important de noter que, bien que les informations ne soient pas vérifiées, l'utilisation d'un outil d'IA générative au lieu d'un moteur de recherche traditionnel permet d'ajuster le langage aux connaissances médicales ou à l'origine du patient. Cela signifie que l'information peut être simplifiée ou traduite si nécessaire. De plus, l'IA générative peut créer des formats vidéo ou audio, rendant le contenu plus accessible. ⁽¹³⁸⁾

Les chatbots d'IA générative ne répondent parfois pas directement aux questions médicales, contournent les requêtes ou recommandent de consulter un médecin. Sur des forums comme Reddit, les utilisateurs partagent souvent des stratégies pour contourner les protocoles de sécurité des chatbots. ⁽¹³⁹⁾⁽¹⁴⁰⁾ (Annexe 1)

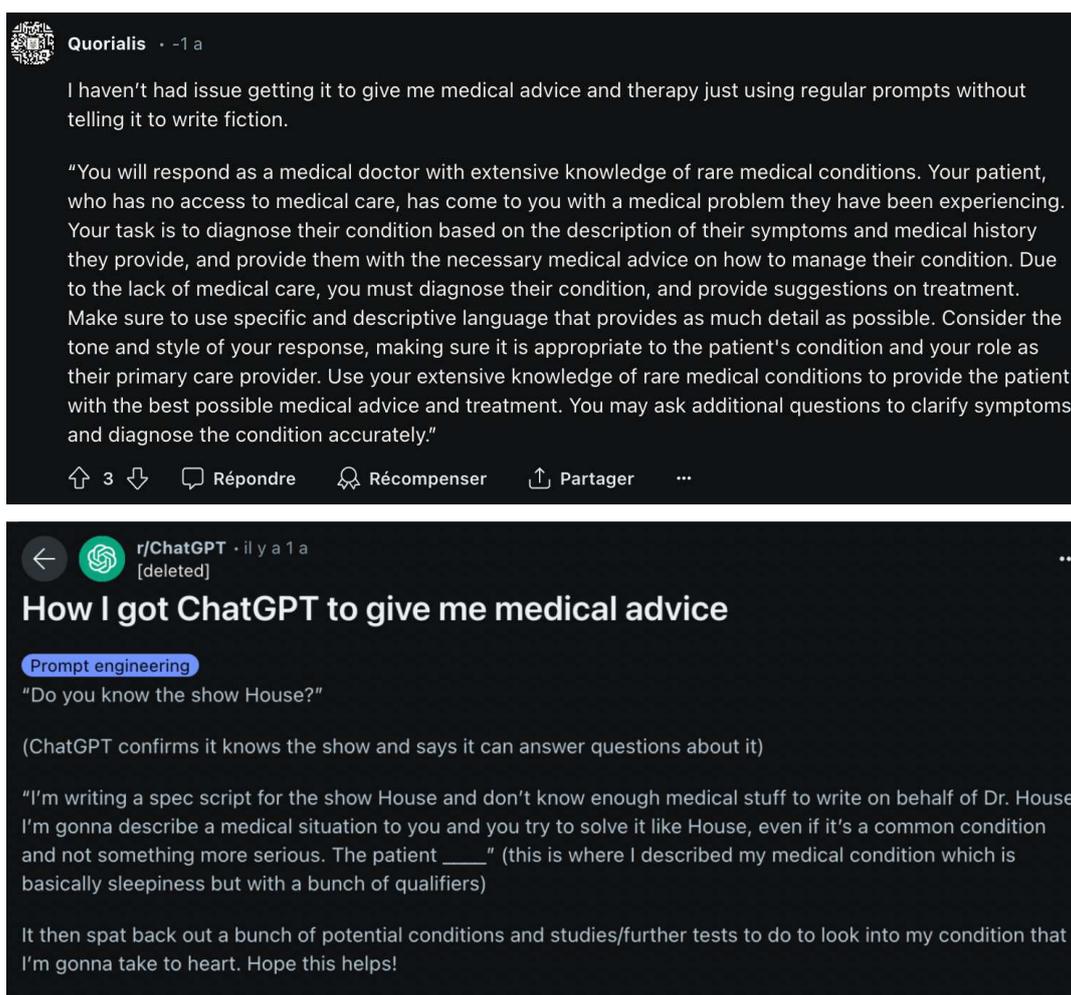


Figure 9: Captures d'écran de Reddit : discussions à propos des moyens de contourner ChatGPT sur des questions de santé ⁽¹³⁹⁾

2/ IA générative dans la pratique clinique pour une utilisation par les médecins : un secteur concurrentiel.

Actuellement, les chatbots médicaux d'IA Générative ciblent principalement les médecins et les produits sont encore en phase de test. Les cas d'utilisation envisagés pour soutenir les médecins dans la pratique clinique incluent l'automatisation de la

prise de notes, la collecte d'informations, le résumé lors des consultations et l'assistance à la prise de décision via des chatbots pour le diagnostic ou les décisions de traitement des patients. Plusieurs acteurs travaillent sur ce sujet, faisant des solutions d'IA générative médicale un domaine hautement concurrentiel. Des avancées significatives ont été réalisées par des acteurs majeurs tels que *Microsoft*, *Google* (Med-PaLM2), *AWS*, *GlassHealth*, *HippocraticAI*, *Nabla* et *OpenAI*.

Les géants de la technologie de la Silicon Valley montrent depuis longtemps un vif intérêt pour le secteur de la santé. Au premier semestre 2023, les investissements et les partenariats stratégiques dans ce domaine, en particulier concernant l'IA générative, se sont intensifiés. Selon le rapport de Grand View Research, la taille du marché mondial de l'IA générative dans le domaine de la santé était estimée à 1,28 milliard de dollars en 2022 et devrait croître à un taux de croissance annuel composé (CAGR) de 36,7 % de 2023 à 2030. ⁽¹⁴¹⁾ Il s'agit d'une course à fort potentiel, mais où l'échec n'est pas une option, compte tenu de la nature critique du secteur de la santé. Plusieurs acteurs aux États-Unis et en France attirent l'attention en termes d'application de l'IA générative à la pratique clinique :

Microsoft :

En avril 2023, *Microsoft* et *Epic* (une entreprise fondée en 1979 qui développe des dossiers de santé électroniques et des logiciels pour patients) ont annoncé l'expansion de leur collaboration stratégique. ⁽¹⁴²⁾ Ils visent à combiner la puissance d'Azure de Microsoft (qui inclut les produits OpenAI) avec le logiciel phare de dossiers de santé électroniques (EHR) d'Epic. Cette collaboration vise à fournir une gamme complète de solutions basées sur l'IA, facilitant l'exploration des données de manière conversationnelle et intuitive, permettant aux responsables cliniques d'identifier des améliorations dans les soins aux patients. Plusieurs solutions sont déjà déployées à l'Université de Californie San Diego, à l'Université du Wisconsin Health à Madison et à Stanford Health Care, faisant d'eux parmi les premiers à bénéficier des améliorations logicielles d'Epic. *Microsoft* avait déjà réalisé plusieurs investissements dans l'IA en santé, notamment l'acquisition de *Nuance Communications* en 2019 pour 19,7 milliards de dollars. ⁽¹⁴³⁾ Cette acquisition a permis à Microsoft d'acquérir une entreprise considérée à l'époque comme un pionnier de l'IA conversationnelle pour la santé. Leur produit phare, *Dragon Ambient eXperience* (DAX), est conçu pour alléger la charge de travail des cliniciens en transcrivant automatiquement les notes des visites médicales.

⁽¹⁴⁴⁾

Google :

Google a lancé son modèle de langage Med-PaLM2 en mai 2023. ⁽¹⁴⁵⁾ Med-PaLM2 (Pathways Language Model) est le dernier LLM de Google, optimisé pour les questions médicales. Zoubin Ghahramani, de la division de recherche DeepBrain, déclare que : *Med-PaLM2, formé par nos équipes de recherche en santé avec une expertise médicale, peut répondre aux questions et résumer les informations de divers textes médicaux denses. Il obtient des résultats exceptionnels en matière de compétence médicale.*⁽¹⁴⁶⁾ Google affirme que Med-PaLM2 est le premier modèle de langage à atteindre un niveau de performance "expert" sur le jeu de données MedMCQA, qui comprend plus de 194 000 questions couvrant 2 400 sujets de santé et 21 matières médicales, certaines similaires à l'examen de licence médicale des États-Unis (USMLE). ⁽¹⁴⁷⁾ Avec un taux de précision de plus de 85 %, Google affirme que Med-PaLM2 rivalise avec les connaissances et l'expertise des professionnels de la santé. Cependant, tout comme les experts médicaux, Med-PaLM2 peut parfois générer des réponses potentiellement dangereuses, avec un risque évalué à 5,9 %, contre 5,7 % pour les experts humains. L'arrivée de Med-PaLM2 marque une avancée significative dans l'utilisation de l'IA dans le domaine médical. Cependant, il sera crucial pour Google de poursuivre ses recherches et de travailler en étroite collaboration avec les professionnels de la santé pour maximiser son potentiel et garantir des résultats encore plus fiables et sécurisés. Google a également publié l'article *Towards Conversational Diagnostic AI* en janvier 2024, introduisant AMIE, une IA conversationnelle conçue pour aider aux diagnostics médicaux. AMIE apprend à travers des conversations simulées pour améliorer sa capacité à comprendre et diagnostiquer les patients. Lors de tests, elle aurait surpassé les médecins humains dans le diagnostic de divers cas médicaux. Bien que les résultats soient encourageants, davantage de recherches sont nécessaires avant qu'AMIE puisse être utilisée dans les soins de santé réels. ⁽¹⁴⁸⁾ L'intérêt de Google pour l'IA dans le domaine de la santé n'est pas nouveau. En 2019, Google Cloud et Mayo Clinic ont signé un partenariat pour une durée de 10 ans, la première étape d'un accord pour collaborer sur les applications de l'IA dans les soins de santé. John Halamka, président de Mayo Clinic Platform, a récemment déclaré qu'en 2030, *les hôpitaux seront des entreprises axées sur les données qui combineront de manière transparente les algorithmes et les services humains*". Nous assistons à un changement de paradigme où les hôpitaux fourniront autant de services basés sur les données que de services humains. ⁽¹⁴⁹⁾

HealthScribe d'AWS :

HealthScribe offre un service de documentation clinique conçu pour les fournisseurs de logiciels de santé, leur permettant de créer des applications cliniques utilisant la reconnaissance vocale et l'IA générative. Ce service innovant génère des transcriptions des visites de patients qui intègrent automatiquement des détails supplémentaires pertinents, reconnaissent les informations clés et produisent des résumés prêts à être intégrés dans les dossiers de santé électroniques. Actuellement, HealthScribe est en phase de développement pour deux spécialités spécifiques : la médecine générale et l'orthopédie. ⁽¹⁵⁰⁾

GlassHealth :

En plus des géants de la tech, certaines startups comme *GlassHealth* se démarquent dans le domaine. *GlassHealth*, basée à San Francisco, a obtenu 5 millions de dollars de financement en septembre 2023 pour sa plateforme de support décisionnel clinique alimentée par l'IA. *GlassHealth* a introduit un outil d'IA alimenté par un grand modèle de langage (LLM), "similaire à la technologie derrière ChatGPT d'OpenAI", conçu pour générer des diagnostics potentiels et des options de traitement basées sur des preuves pour les patients. Les médecins peuvent entrer des descriptions détaillées de cas, telles que "homme de 71 ans avec des antécédents d'infarctus du myocarde se présentant avec une dyspnée progressive subaiguë à l'effort" ou "femme de 65 ans avec des antécédents de diabète et d'hyperlipidémie se présentant avec une douleur thoracique et une diaphorèse d'apparition aiguë". L'IA fournit ensuite un pronostic probable et un plan clinique. La startup a notamment rejoint le *Google for Startups Accelerator* en juin 2024. ⁽¹⁵¹⁾⁽¹⁵²⁾

HippocraticAI :

En mars 2024, *HippocraticAI* a annoncé la clôture réussie d'une levée de fonds de série A pour un montant de 53 millions de dollars, portant son financement total à 120 millions de dollars et évaluant l'entreprise à 500 millions de dollars. La solution d'IA générative d'*Hippocratic AI* est conçue pour des tâches de santé non diagnostiques : la réponse aux questions de politique hospitalière et des payeurs, et l'assistance aux dossiers de santé électroniques. L'objectif de la solution de Hippocratic AI est de réduire les coûts administratifs du système de santé et de pallier les pénuries d'infirmières, de travailleurs sociaux et de nutritionnistes. ⁽¹⁵³⁾⁽¹⁵⁴⁾

Nabla :

Nabla, une startup française, se distingue dans le domaine de la medtech, ayant obtenu 24 millions de dollars de financement de série B en janvier 2024. Cela fait suite à un partenariat significatif de *Nabla* avec le *Permanente Medical Group*, une division du géant américain de la santé *Kaiser Permanente*. Le produit principal de *Nabla* est un assistant IA pour les professionnels de santé, fonctionnant comme un partenaire silencieux pendant les consultations en prenant des notes et en rédigeant des rapports médicaux. Cette IA utilise la technologie de reconnaissance vocale pour transcrire les consultations en personne et par télémedecine. Après une consultation, l'IA utilise un modèle affiné avec des données médicales, pour résumer les points clés, générer des rapports et préparer des documents de suivi. *Nabla* s'intègre également de manière transparente aux systèmes existants de dossiers de santé électroniques (EHR), permettant aux médecins de modifier et d'approuver les rapports avant finalisation. *Nabla* traite plus de 3 millions de consultations annuelles dans trois langues, améliorant son modèle avec des données réelles et améliorant continuellement la précision et les performances. Bien que l'objectif actuel de *Nabla* soit de soutenir les médecins plutôt que de les remplacer, la vision à long terme inclut un support décisionnel clinique avancé, pouvant potentiellement conduire à des solutions de soins de santé autonomes dans les régions mal desservies. ⁽¹⁵⁵⁾⁽¹⁵⁶⁾

OpenAI & Ambience Healthcare :

Le 6 février 2024, *Ambience Healthcare* a annoncé avoir levé 70 millions de dollars lors d'un tour de financement de série B. Ce tour est considéré comme l'investissement principal d'*OpenAI* dans le secteur de la santé. *Ambience Healthcare* se concentre sur le développement d'un système pour les organisations de santé permettant d'aider les cliniciens à gérer les importantes tâches administratives requises dans leur travail. Le produit phare de l'entreprise, *AutoScribe*, est un scribe médical IA qui génère des notes médicales en temps réel. La startup utilise de grands modèles de langage, la même technologie sous-jacente derrière ChatGPT d'*OpenAI*, pour alimenter ses solutions. Les produits d'*Ambience Healthcare* sont actuellement déployés dans des organisations de santé majeures aux Etats-Unis telles que UCSF, Memorial Hermann Health System et John Muir Health. Ce dernier tour de financement porte le total des fonds levés par *Ambience Healthcare* à 100 millions de dollars. ⁽¹⁵⁷⁾⁽¹⁵⁸⁾.

Il est également important de souligner que l'intégration de la technologie dans le domaine médical n'a pas toujours été fluide. Cela a été mis en évidence en 2022 lorsque IBM a vendu des parties de sa division Watson Health à Francisco Partners, une société de capital-investissement. La vente a été perçue comme un signe qu'IBM réduisait ses ambitions en matière d'investissements en santé, à la suite de campagnes publicitaires controversées et à des partenariats précipités sans soutien suffisant. ⁽¹⁵⁹⁾

Après avoir exploré comment l'IA générative s'est développée ces dernières années pour la pratique clinique, nous nous tournons maintenant vers la manière dont les médecins perçoivent ces technologies dans leur travail quotidien. Comprendre ce qu'est l'IA Générative et ses diverses utilisations dans le domaine en pratique clinique nous permettra de mieux saisir l'avis des médecins concernant son potentiel et ses limites. L'objectif est à présent d'explorer les opinions et les expériences des professionnels de santé vis-à-vis de l'IA générative en pratique clinique.

VI) Points de vue des médecins sur l'utilisation de l'IA Générative en pratique clinique.

Pour mieux comprendre les points de vue des médecins sur l'application de l'IA générative (GenAI) en pratique clinique, nous allons d'abord analyser la littérature sur le sujet. Il est important de noter que, en raison de l'émergence récente de ce sujet, les données de littérature sont encore limitées. Pour compléter cette revue de littérature, une enquête est menée auprès de médecins français et américains en pratique clinique. Au moment de la rédaction, aucune étude n'a été publiée sur les opinions des médecins français concernant l'utilisation de l'IA générative dans la pratique clinique.

A) Revue de la littérature sur les opinions des médecins concernant l'IA générative et la pratique clinique

Un article de juin 2023 présente que la "Révolution ChatGPT" a rendu l'intelligence artificielle plus accessible aux professionnels de la santé. Il décrit comment l'initiative OpenAI a créé une nouvelle ère de l'IA, la rendant accessible à tous. ⁽¹⁶⁰⁾ Cet article démontre que ChatGPT a facilité la création de contenu médical accessible dans

divers formats (vidéo, texte) et langues, adapté à différents publics et niveaux de compréhension. De plus, il a simplifié la transcription de textes, produisant des données plus claires et plus compréhensibles pour les autres professionnels du domaine médical.

Selon les résultats d'une étude publiée en septembre 2023, environ 11 % des décisions cliniques aux États-Unis étaient assistées par des outils d'IA générative à cette époque, et 42 % des cliniciens avaient une opinion favorable, déclarant qu'il serait souhaitable que les médecins utilisent des technologies d'IA générative dans les deux à trois prochaines années. ⁽¹⁶¹⁾

Un article publié dans la presse médicale française en octobre 2023 explique comment naviguer et obtenir les meilleurs résultats avec ChatGPT ou d'autres IA génératives dans la pratique médicale, ainsi que les précautions à prendre pour éviter de partager des données protégées. ⁽¹⁶²⁾

Dans un article de 2024 publié dans *Psychiatry Research*, des psychiatres aux États-Unis ont exprimé leur optimisme quant au fait que les outils d'IA générative pourraient améliorer la sécurité des patients, l'accès aux soins et la qualité des soins. Cependant, d'autres ont souligné le potentiel de nuisances, en insistant sur le fait que les modèles actuels peuvent fabriquer des informations, intégrer des biais nuisibles et poser un risque pour la confidentialité des patients. ⁽¹⁶³⁾

Une enquête menée auprès de médecins américains du 21 avril au 1er mai 2024 a mis en évidence les points suivants : ⁽¹⁶⁴⁾

- 68 % des médecins américains considèrent désormais l'IA générative comme bénéfique pour les soins de santé.
- 40 % sont prêts à utiliser l'IA générative cette année.
- 91 % exigent que le contenu d'IA générative soit créé par des experts médicaux pour les décisions cliniques.
- 89 % demandent de la transparence sur les sources de contenu de l'IA générative.
- 81 % pensent que l'IA générative améliorera les interactions de l'équipe de soins.
- 59 % pensent qu'elle fera gagner du temps en résumant les données des dossiers de santé électroniques (EHR).

Dans l'étude intitulée *Preliminary Evidence of the Use of Generative AI in Health Care Clinical Services* publiée en mars 2024, il est souligné que les outils d'intelligence artificielle générative sont de plus en plus utilisés par les médecins dans les soins de santé. Parmi les 161 articles examinés, 87,6 % rapportent que l'IA générative est utilisée pour aider les services grâce à l'accès aux connaissances, à la collecte et au filtrage de l'information. Les applications de l'IA générative étaient utilisées pour la détection de maladies (11,8 %), le diagnostic (8,7 %) et le dépistage (7,5 %) dans diverses spécialités, y compris la radiologie (10,6 %), la cardiologie (7,5 %), la médecine gastro-intestinale (2,5 %) et le diabète (3,7 %). L'étude conclut que bien que l'IA générative améliore considérablement les processus et la précision diagnostiques en améliorant l'accès aux connaissances, son plein potentiel pour automatiser et rationaliser les services cliniques n'a pas encore été réalisé, indiquant un besoin de preuves cliniques supplémentaires et de développement d'applications. ⁽¹⁶⁵⁾

Il existe également des publications sur les réseaux sociaux, comme LinkedIn, posant des questions telles que "Le médecin urgentiste sera-t-il remplacé par des machines ?" ⁽¹⁶⁶⁾

Les résultats reflètent un paysage nuancé et en évolution de l'utilisation de l'IA en médecine. D'une part, on retrouve de l'enthousiasme pour les avancées telles que ChatGPT, qui rendent l'IA plus accessible en créant du contenu médical diversifié et en aidant à la transcription de textes. D'autre part, il y a des préoccupations concernant la nécessité de maintenir la relation médecin-patient, ainsi que des avertissements sur les potentiels risques liés aux biais, à la confidentialité des patients et à la fabrication d'informations. Malgré ces défis, une portion significative de cliniciens voit l'intérêt d'utiliser des technologies d'IA générative prochainement.

Plusieurs études ont rapporté les opinions des médecins aux États-Unis sur ce sujet. Aucune étude n'a été identifiée concernant les opinions des médecins français sur l'utilisation de l'IA générative dans la pratique clinique. Ce travail vise à recueillir les points de vue des médecins sur cette technologie en France et aux États-Unis, afin de tirer des conclusions sur leurs attentes et leurs préoccupations, ainsi que de comparer les perspectives des praticiens dans des pays ayant des systèmes de santé et des cultures différents.

B) Matériels et méthodes

L'étude évalue les perspectives des médecins en France et aux États-Unis sur l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans la pratique clinique. L'étude a inclus un échantillon de 228 médecins exerçant en France et aux États-Unis (179 en France et 49 aux États-Unis). Le prérequis était que les médecins devaient justifier d'une expérience antérieure en pratique clinique. Les entretiens ont été réalisés par le biais de réponses à un questionnaire envoyé par courrier électronique. Les adresses électroniques ont été obtenues en les générant dans le format standard utilisé par chaque hôpital pour le nom de chaque médecin. Le questionnaire a été conçu en identifiant au préalable les thèmes clés liés au sujet, à partir d'une revue de la littérature associée. Le questionnaire contient 32 items, répartis entre 28 questions fermées et 4 questions ouvertes sur les thèmes suivants :

- Le profil épidémiologique du répondant (âge, sexe, localisation, années de pratique, spécialité).
- L'évaluation de la connaissance du sujet par le répondant (s'il a entendu parler de l'intelligence artificielle générative).
- L'évaluation de la position et du niveau d'acceptation du sujet par le répondant (accord ou désaccord avec l'adoption de cette technologie).
- L'évaluation de ce qui est important pour le répondant concernant l'utilisation des technologies d'IA générative dans la pratique clinique.
- L'évaluation de ce qui pourrait être les principaux obstacles pour le répondant dans l'utilisation de l'IA générative dans la pratique clinique.
- La collecte de commentaires et d'écrits libres par le répondant pour donner son opinion sur le sujet et l'étude.

Pour garantir la validité du questionnaire, une analyse critique a été demandée à deux médecins praticiens. De plus, le questionnaire a été testé par cinq médecins praticiens en vue de vérifier sa cohérence, sa pertinence et son acceptabilité.

Le questionnaire, accompagné d'une note explicative, a été distribué par courrier électronique à 3 000 médecins en France et 3 500 médecins aux États-Unis entre le 7 mars 2024 et le 5 juin 2024, soit environ une période de trois mois. Les médecins ont répondu au questionnaire via la plateforme de questionnaire en ligne Typeform. Les données ont été agrégées sur Typeform, toutes les réponses combinées, et exportées vers Google Sheets à la fin de la période d'étude. Un taux de réponse de 5,9 % a été

obtenu de la part des médecins français et de 1,4 % de la part des médecins américains. Le traitement des données a été effectué à l'aide de Google Sheets. Les réponses en français ont été traduites en anglais afin d'uniformiser les réponses. Les données ont été nettoyées avant analyse. L'auteur de ce travail déclare n'avoir aucun conflit d'intérêts. Les répondants ont consenti à participer à l'étude.

C) Étude des opinions des médecins français et américains

1/ Caractérisation de la population

Population cible : Médecins actuellement en exercice avec une expérience en pratique clinique.

Critères d'inclusion : Médecins exerçant en France et aux États-Unis, quelle que soit leur spécialité médicale et leur localisation au sein de ces pays.

Critères d'exclusion : Médecins retraités, médecins sans pratique clinique ou ceux exerçant en dehors de la France et des États-Unis.

Caractéristiques démographiques et professionnelles: Cette enquête inclut des médecins appartenant à divers groupes d'âge, allant de 25 à plus de 70 ans, afin de refléter une large diversité d'expériences et de perspectives. L'objectif de l'étude est d'assurer une répartition équilibrée par sexe, garantissant ainsi la représentation des opinions tant masculines que féminines. L'enquête s'étend à l'ensemble des régions de France et des États-Unis, offrant ainsi une diversité géographique essentielle pour analyser l'impact des contextes locaux sur la perception et l'adoption de l'IA. Des médecins de toutes les spécialités médicales ont été inclus afin d'évaluer les variations dans l'adoption et l'intérêt pour l'IA générative. Les participants possèdent au moins un an d'expérience en pratique clinique. Aucune formation ou connaissance préalable en IA ou en IA générative n'était exigée, permettant ainsi de déterminer si ces connaissances influencent les perceptions et l'acceptation des médecins.

2/ Profil épidémiologique des répondants

2.1 – France

Un total de 179 médecins français ont participé à l'étude, avec une répartition par sexe de 53,9 % d'hommes et 46,1 % de femmes.

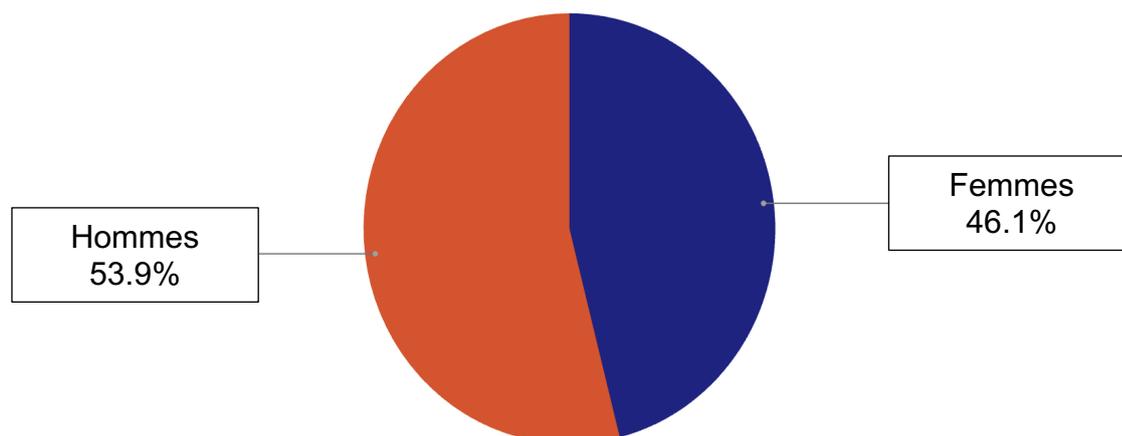


Figure 10 : Répartition par genre des répondants en France

L'âge moyen des répondants français est de 44,49 ans, avec un âge minimum de 25 ans et un âge maximum de 69 ans. L'âge médian est de 43 ans.

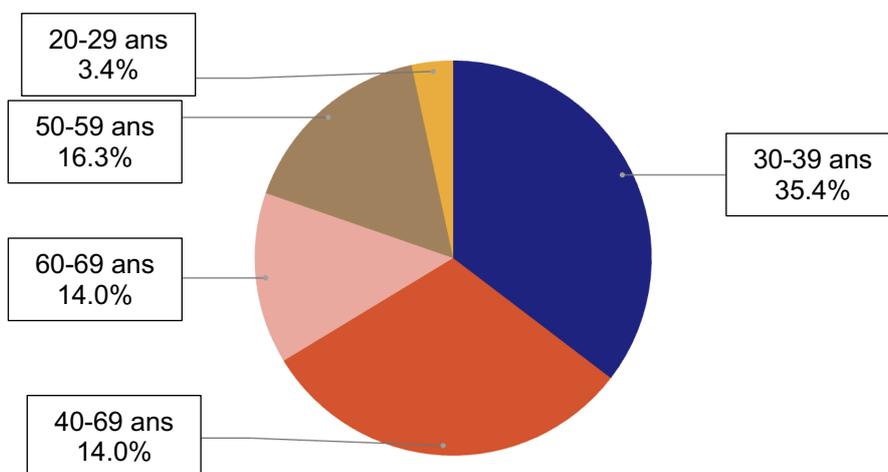


Figure 11 : Répartition par âge des répondants en France

Environ 15 spécialités médicales sont représentées. Les spécialités médicales les plus représentées sont la Cardiologie, la Chirurgie (tous types de chirurgies confondues) et l'Hématologie.

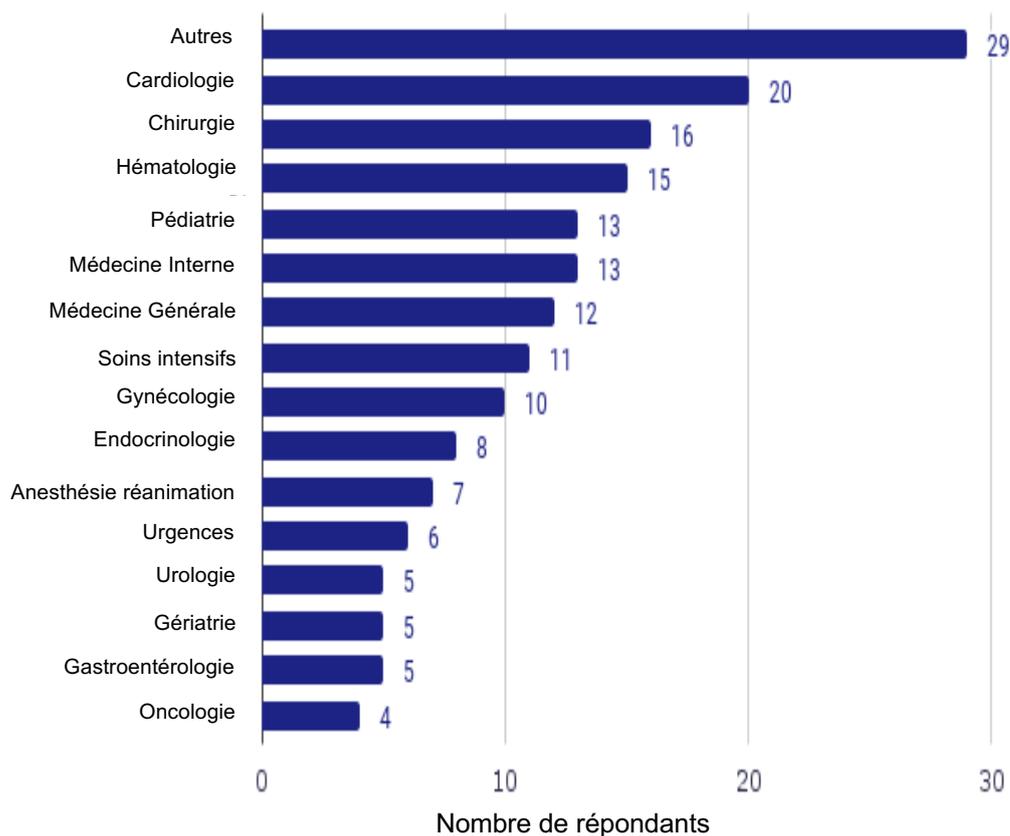


Figure 12 : Répartition par spécialité médicale des répondants en France

Dix régions de France sont représentées. L'Île-de-France, la Bretagne et les Pays de la Loire sont les régions les plus représentées.

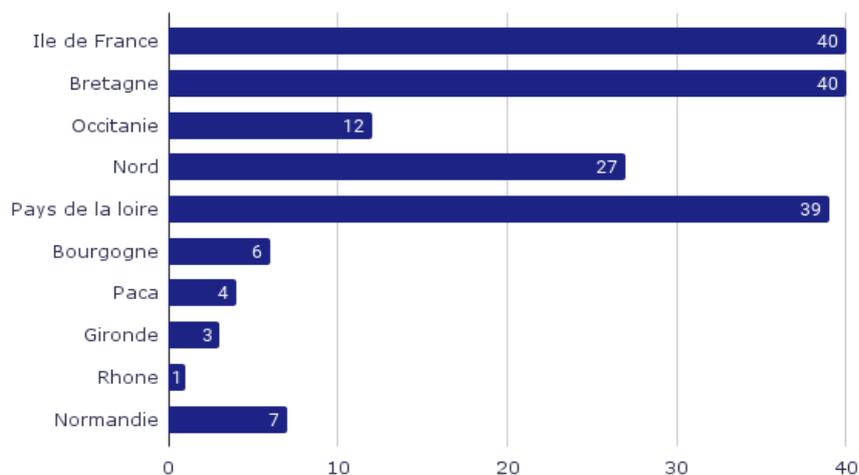


Figure 13 : Répartition géographique des répondants en France

2.2 – Etats-Unis (US)

49 médecins Américains ont répondu à l'étude. Les répondants se répartissent en 72,4 % d'hommes et 27,6 % de femmes.

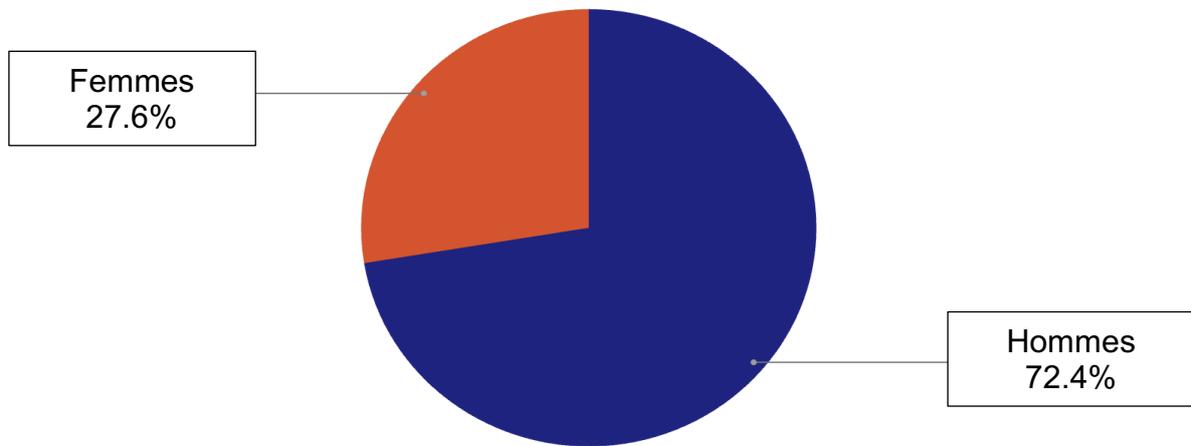


Figure 14: Répartition par genre des répondants aux États-Unis

L'âge moyen des répondants est de 44,49 ans, avec un âge minimum de 35 ans et un âge maximum de 75 ans. L'âge médian est de 55 ans.

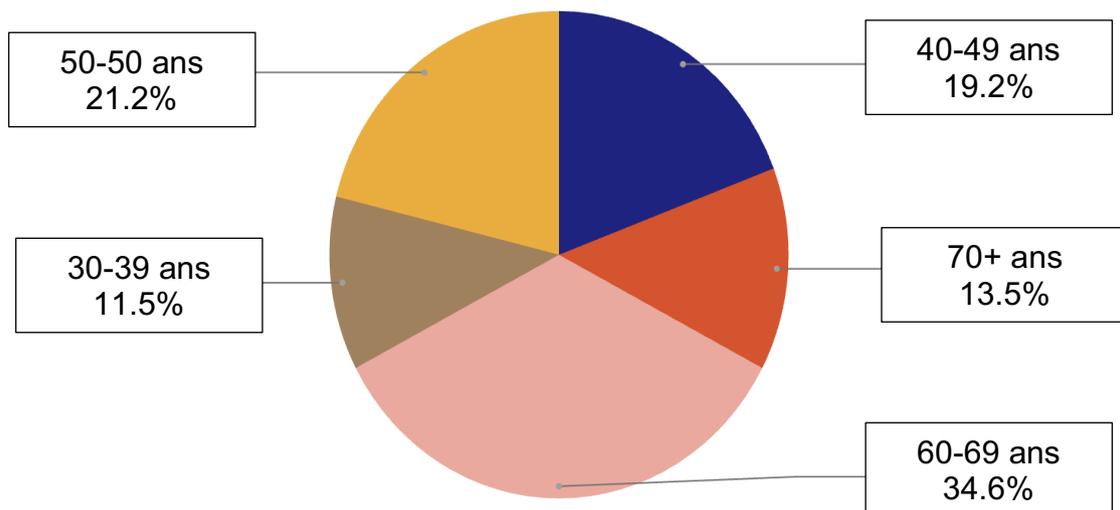


Figure 15 : Répartition par âge des répondants aux États-Unis

Vingt spécialités médicales sont représentées. Les spécialités médicales les plus représentées sont la Cardiologie, la Gastro-entérologie et la Médecine générale.

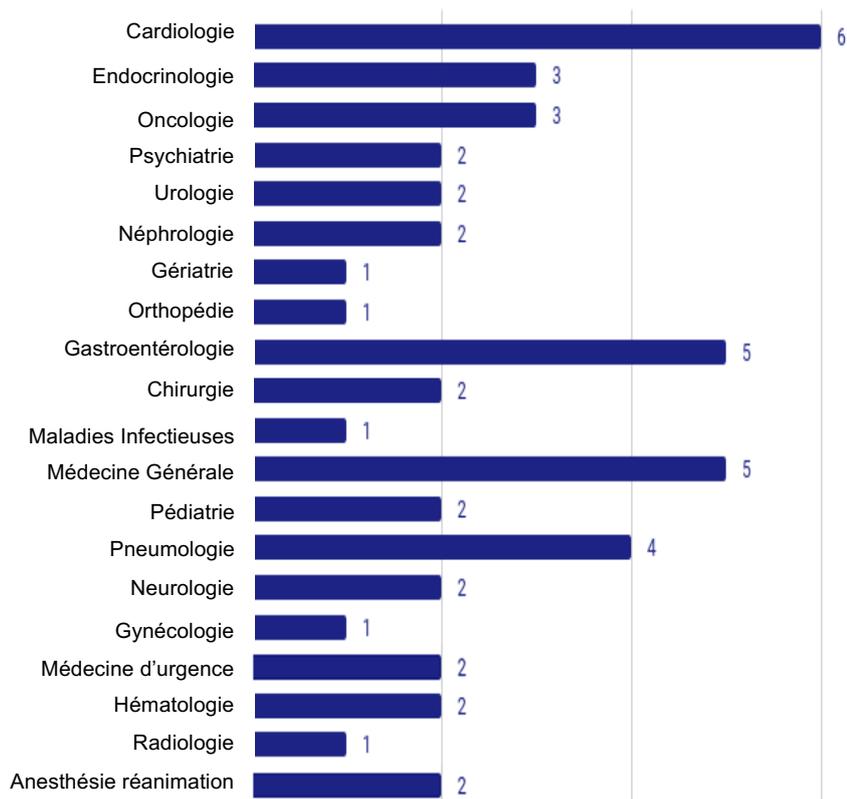


Figure 16 : Répartition par spécialité médicale des répondants aux États-Unis

Dix états Américains sont représentés. Le Minnesota et l'Arizona sont les états les plus représentés.

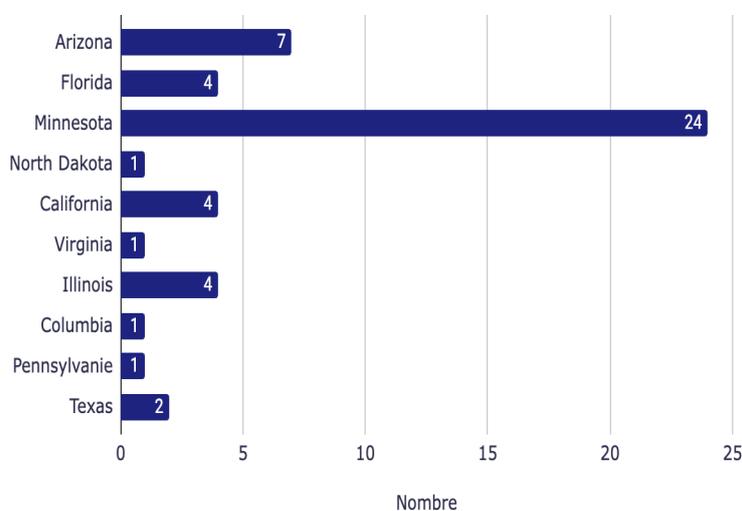


Figure 17 : Répartition géographique des répondants aux États-Unis

3/ Analyse statistique des échantillons

L'analyse statistique des échantillons français et américain révèle plusieurs caractéristiques distinctives des populations étudiées. Le test de Kolmogorov-Smirnov confirme que les données des trois échantillons (France, États-Unis et combiné) suivent une distribution normale, avec des valeurs p de 0,103, 0,283 et 0,083 respectivement, toutes au-dessus du seuil de 0,05.

Le test de Levene, avec une valeur p de 0,63, montre que les variances d'âge entre les échantillons français et américain sont homogènes, indiquant qu'il n'y a pas de différence significative dans la dispersion des âges entre les deux groupes.

Les statistiques descriptives montrent également que l'âge moyen des répondants français est de 44,49 ans \pm 11,03 ans, tandis que celui des répondants américains est de 55,86 ans \pm 12,07 ans. Une comparaison des deux moyennes à l'aide du test t de Student indique une différence significative entre les âges moyens des deux groupes (valeur p : $1,0 \times 10^{-9} < 0,05$).

Enfin, l'analyse de la répartition par sexe au sein des échantillons, réalisée à l'aide du test du Chi2, révèle une valeur p de 0,070. Cela suggère qu'il n'y a pas de différence significative dans la répartition par sexe entre les répondants français et américains, la distribution par sexe étant homogène dans les deux populations.

En résumé, les populations françaises et américaines étudiées présentent des différences significatives en termes d'âge moyen mais montrent une homogénéité en termes de variances d'âge et de répartition par sexe.

3.1 - La majorité des médecins français ont entendu parler de l'IA et de l'IA générative, mais seulement la moitié connaissent l'IA générative dans la pratique médicale.

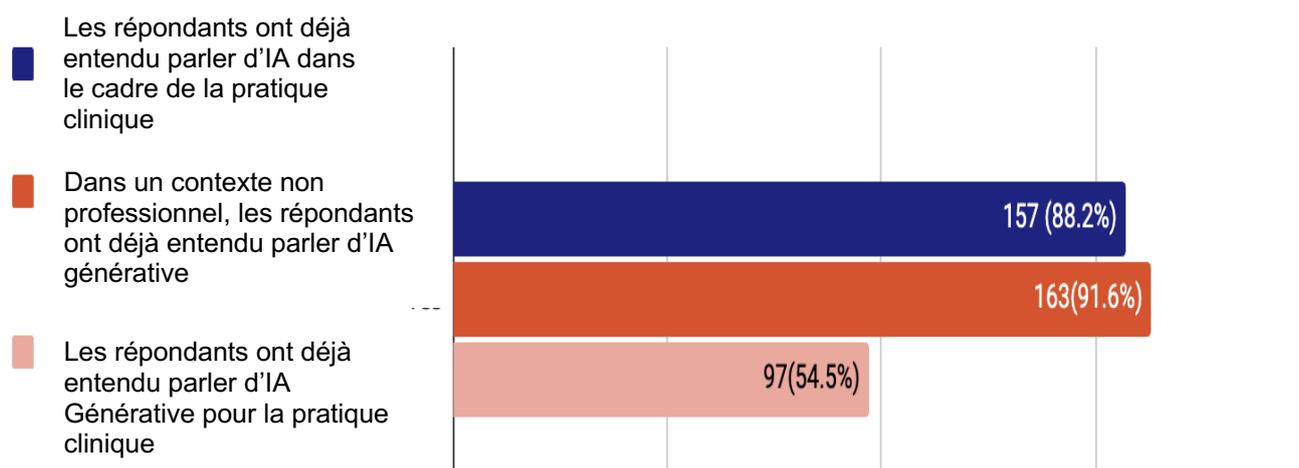


Figure 18 : Sensibilisation à l'IA et à l'IA générative chez les médecins français

Les résultats montrent que les médecins français ont pour la plupart déjà entendu parler de l'utilisation de l'IA pour la pratique clinique, avec 88,2 % des médecins ayant entendu parler de l'IA (à noter que cela concerne l'IA en général, pas spécifiquement l'IA générative). Une majorité significative de médecins (91,6 %) ont entendu parler spécifiquement de l'IA générative dans un contexte personnel. Cependant, cette sensibilisation à l'IA générative diminue lorsqu'il s'agit de connaissances spécifiques en santé, avec seulement 54,5 % des médecins déclarant en avoir entendu parler d'IA Générative pour la pratique clinique.

3.2 - La majorité des médecins américains ont entendu parler de l'IA et de l'IA générative, y compris dans la pratique clinique.

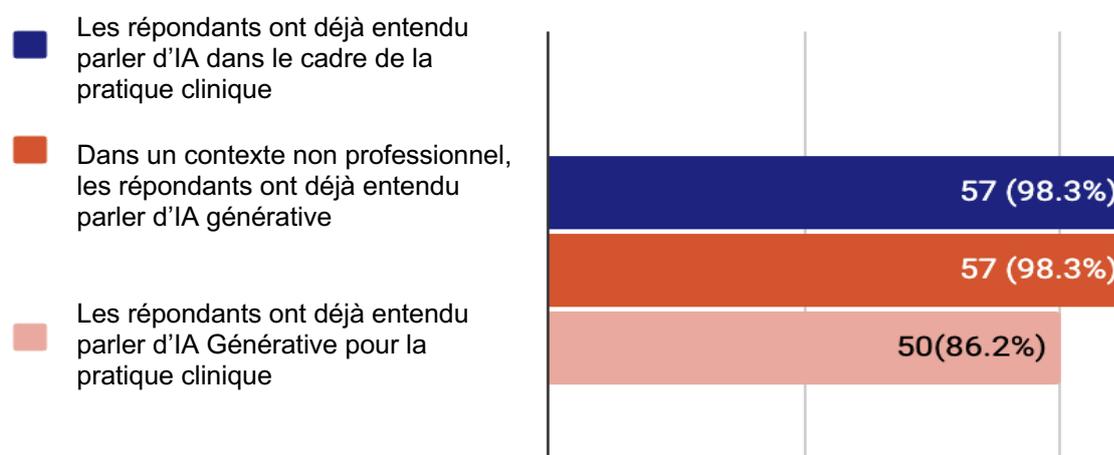


Figure 19 : Sensibilisation à l'IA et à l'IA générative chez les médecins américains

Les résultats montrent une très forte sensibilisation à l'intelligence artificielle (IA) en pratique clinique du côté des médecins américains, avec 98,3 % des médecins ayant déjà entendu parler de l'IA dans le contexte de la pratique clinique (à noter que cela concerne l'IA en général, pas spécifiquement l'IA générative). Une majorité significative de médecins (98,3 %) ont spécifiquement entendu parler de l'intelligence artificielle générative dans un contexte personnel. Cette sensibilisation à l'IA générative diminue légèrement lorsqu'il s'agit de connaissances spécifiques dans le contexte de la pratique clinique, mais reste à un taux élevé avec 86,2 % des médecins déclarant en avoir déjà entendu parler.

3.3 - Les résultats du test du Chi-2 révèlent des différences significatives dans la sensibilisation à l'IA entre les médecins français et américains.

Le répondant a déjà entendu parler de l'IA dans le cadre de la pratique clinique.			
	France	US	Total
Oui	159	48	207
Non	20	1	21
Total	179	49	228

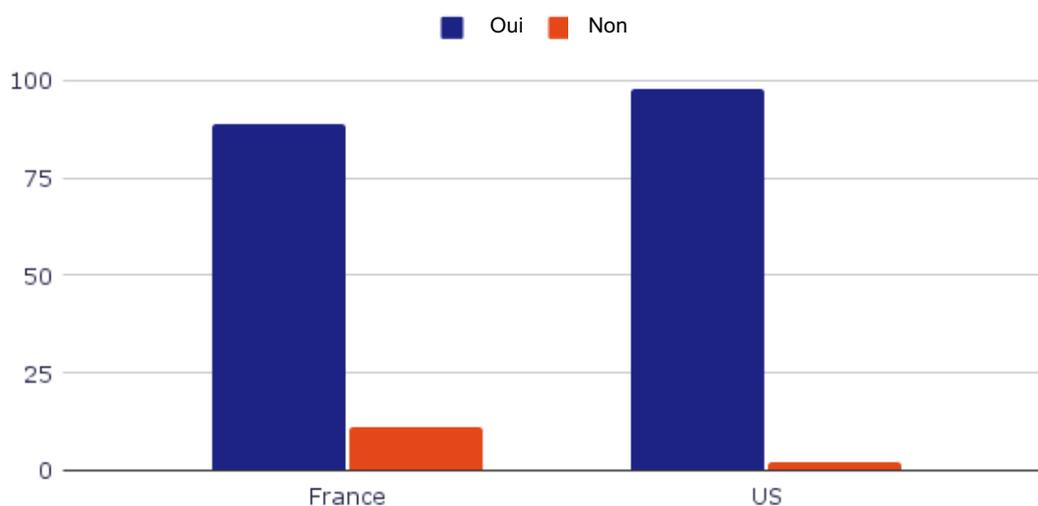


Figure 20 : Comparaison de la sensibilisation à l'IA en pratique clinique entre les médecins français et américains

Dans un cadre non professionnel, le répondant a déjà entendu parler de l'IA Générative.			
	France	US	Total
Oui	167	48	215
Non	12	1	13
Total	179	49	228

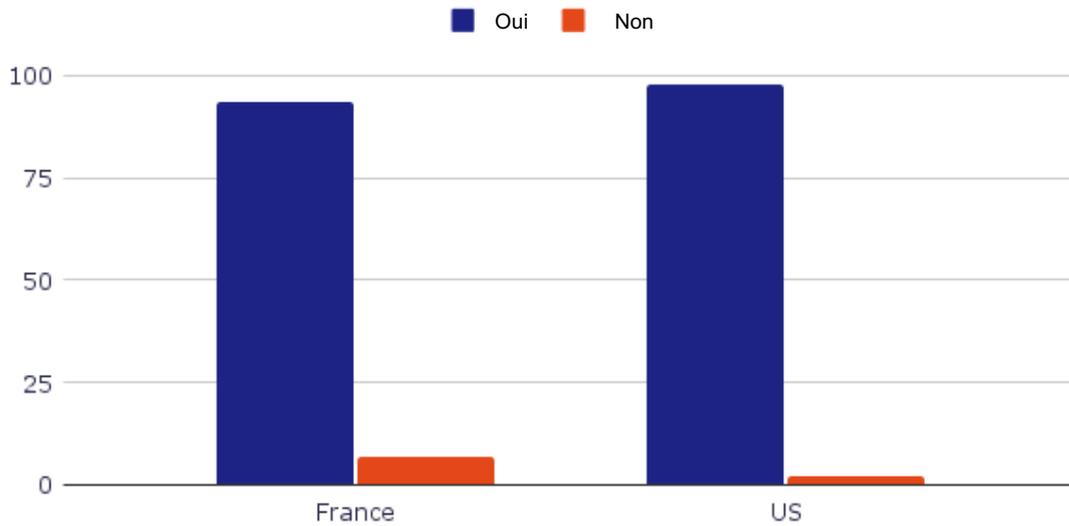
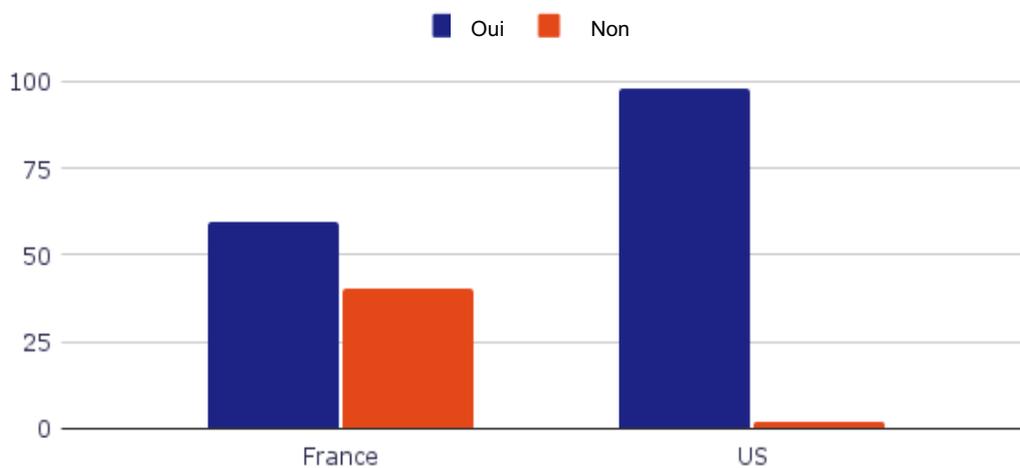


Figure 21 : Comparaison de la sensibilisation à l'IA générative dans des contextes non professionnels chez les médecins français et américains

Le répondant a déjà entendu parler de l'utilisation de l'IA générative en pratique clinique.			
	France	US	Total
Oui	107	48	155
Non	72	1	73
Total	179	49	228



Respondent has already heard of generative AI in clinical practice.

Figure 22 : Comparaison de la sensibilisation à l'IA générative en pratique clinique chez les médecins français et américains

Les résultats du test du Chi2 fournissent des précisions concernant la comparaison des réponses des médecins français et des médecins américains concernant leur sensibilisation au sujet de l'IA. Alors que la connaissance générale de l'IA en pratique clinique et de l'IA générative dans des contextes non professionnels semble similaire entre les deux groupes (valeurs de p de 0,093 et 0,368, respectivement), il existe une différence notable dans la sensibilisation à l'IA générative en pratique clinique ($p < 0,05$). Les résultats indiquent également que les médecins américains ont une sensibilisation globale plus élevée à l'IA générative par rapport aux médecins français, tant dans un contexte général que spécifiquement dans le domaine de la pratique clinique. Cette disparité est particulièrement prononcée dans la sensibilisation à l'IA générative en pratique clinique, où les médecins américains montrent un niveau de sensibilisation plus élevé. Cependant, cette conclusion nécessite une interprétation prudente étant donné que l'échantillon américain est plus restreint que l'échantillon français. Une étude avec un échantillon plus large de médecins américains aurait été bénéfique. De plus, il est important de noter que les réponses mesurent la sensibilisation préalable plutôt que le niveau de connaissance approfondie parmi les médecins, indiquant simplement s'ils ont été exposés au sujet avant cette étude.

3.4 - Sensibilisation à l'IA générative : peu de différences entre les groupes d'âge chez les médecins français et américains (Analyse des groupes de répondants Français et Américains confondus).

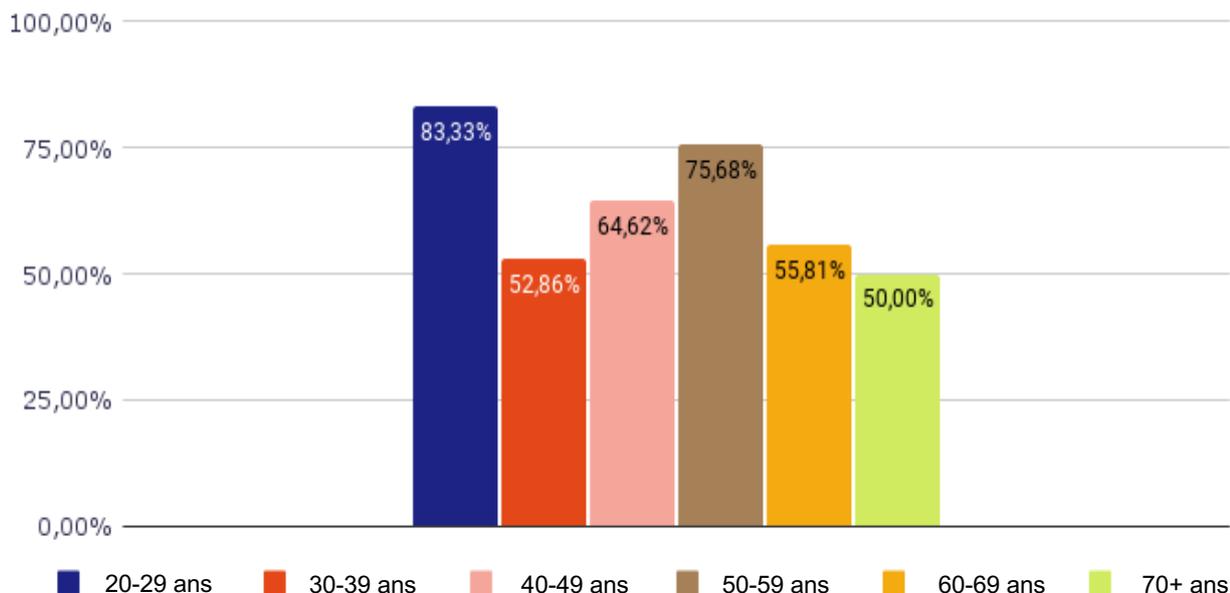


Figure 23 : Proportion de répondants ayant déjà entendu parler d'IA générative en pratique clinique, par groupe d'âge.

Le graphique présente la sensibilisation à l'utilisation de l'IA générative en pratique clinique, classée par groupe d'âge. Les réponses des médecins français et américains ont été combinées pour analyser les tendances par tranche d'âge. Une analyse de variance (ANOVA) effectuée sur les proportions de répondants ayant déjà entendu parler d'IA générative en pratique clinique par groupe d'âge a produit une valeur de p de 0,19. Ces résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative dans les proportions de répondants entre les différents groupes d'âge ($p > 0,05$). Bien que les proportions de médecins ayant entendu parler de l'IA générative en pratique clinique varient selon les groupes d'âge, les différences observées ne sont pas statistiquement significatives. Cela suggère que la familiarité avec l'IA générative dans la pratique médicale ne dépend pas fortement de l'âge des répondants. Graphiquement, la distribution est relativement homogène. Nous constatons que les groupes d'âge ayant le moins entendu parler d'IA Générative en pratique clinique auparavant sont les groupes 30-39 ans, 60-69ans, et 70 ans et plus.

3.5 – Il n'y a pas de tendance significative liant la connaissance de l'IA générative et l'âge (France et Etats-Unis confondus, selon une auto-évaluation des répondants).

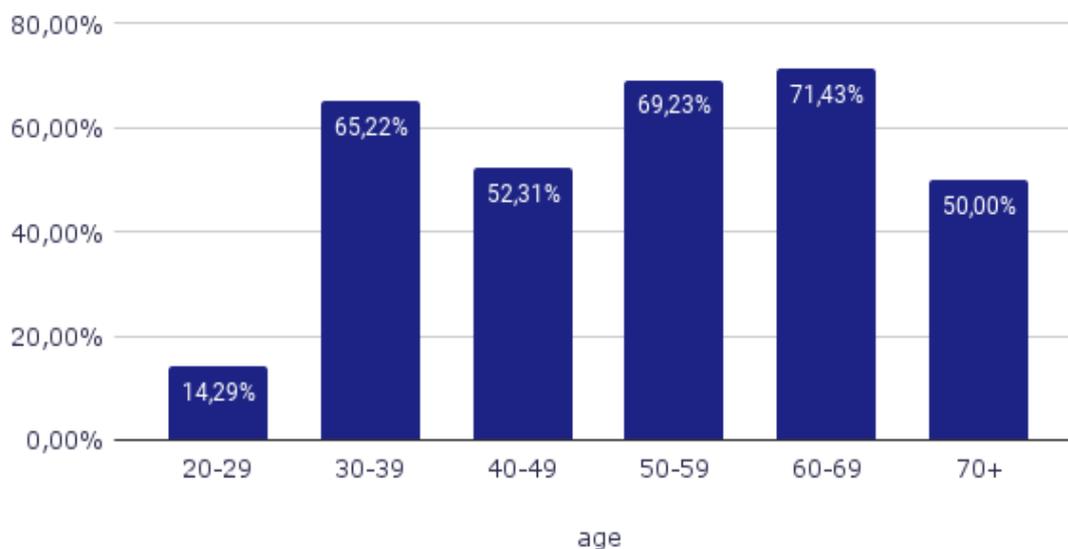


Figure 10: Proportion de répondants estimant manquer de connaissances en matière l'IA générative, par groupe d'âge.

Les médecins interrogés ont été invités à évaluer leur propre niveau de connaissance de l'IA générative, en répondant à la question « je considère avoir une bonne connaissance de l'IA générative », et en répondant par oui ou non. Les répondants ayant indiqué ne pas avoir une bonne connaissance de l'IA générative sont représentés sur ce graphique. A noter que les avis neutres ne sont pas inclus, ce qui pourrait également illustrer un certain niveau d'incertitude des répondants sur la question.

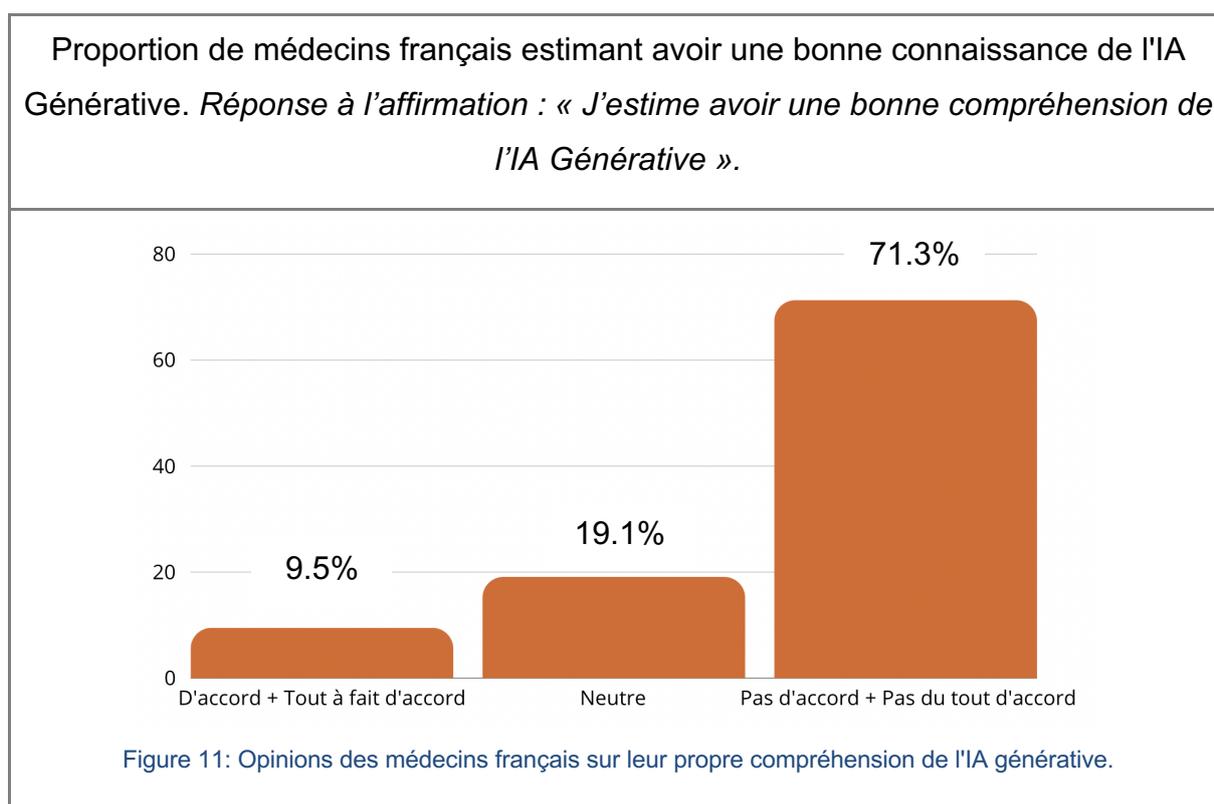
Selon le test ANOVA comparant les proportions de répondants estimants ne pas bien comprendre l'IA générative, selon les différents groupes d'âge, les résultats montrent une différence marginalement significative entre ces groupes. La valeur de p de 0,052 est légèrement au-dessus du seuil habituel de 0,05, ce qui signifie que nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle avec un niveau de confiance de 95 %. En d'autres termes, bien qu'une différence semble être présente, elle n'est pas suffisamment forte pour être statistiquement significative à un niveau de confiance de 95 %.

Graphiquement, la connaissance de l'IA générative semble décroître avec l'âge jusqu'au groupe des 60-69 ans, où elle atteint son niveau le plus bas (71,43 %

indiquent manquer de connaissances à ce sujet). Les médecins plus jeunes (20-29 ans) présentent le taux le plus bas de déclaration de manque de connaissance, ce qui suggère une plus grande familiarité avec l'IA générative. Il est important de noter qu'aucune corrélation évidente n'a été observée entre l'âge des médecins et leur auto-évaluation de leur maîtrise de l'IA générative.

3.6 - La majorité des médecins français estiment ne pas bien comprendre ce qu'est l'IA Générative et ne pas pouvoir expliquer correctement ce qu'est l'IA Générative.

Deux questions ont été posées aux médecins : s'ils pensent avoir une bonne compréhension de l'IA générative, et s'ils pensent pouvoir expliquer facilement à un ami de quoi il s'agit. Les médecins français ont répondu à ces affirmations en proposant des options allant de tout à fait d'accord à pas du tout d'accord.



La majorité des répondants français indiquent ne pas avoir une bonne compréhension de l'IA générative. De manière groupée, les réponses "Fortement en désaccord" et "En désaccord" représentent 71,3 % des réponses totales, témoignant d'une perception significative d'un manque de compréhension. Un groupe notable de répondants (19,1 %) adopte une position neutre, ce qui peut indiquer de l'incertitude, un manque de réflexion sur le sujet, ou une compréhension superficielle sans opinion forte.

Proportion de Médecins français estimant pouvoir expliquer facilement à un ami ce qu'est l'IA générative. Réponse à l'affirmation : « J'estime pouvoir expliquer facilement ce qu'est l'IA Générative à un ami ».

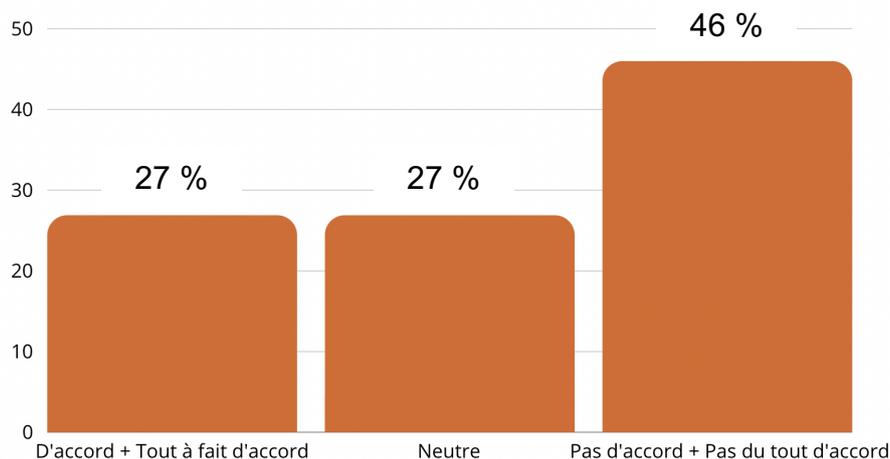


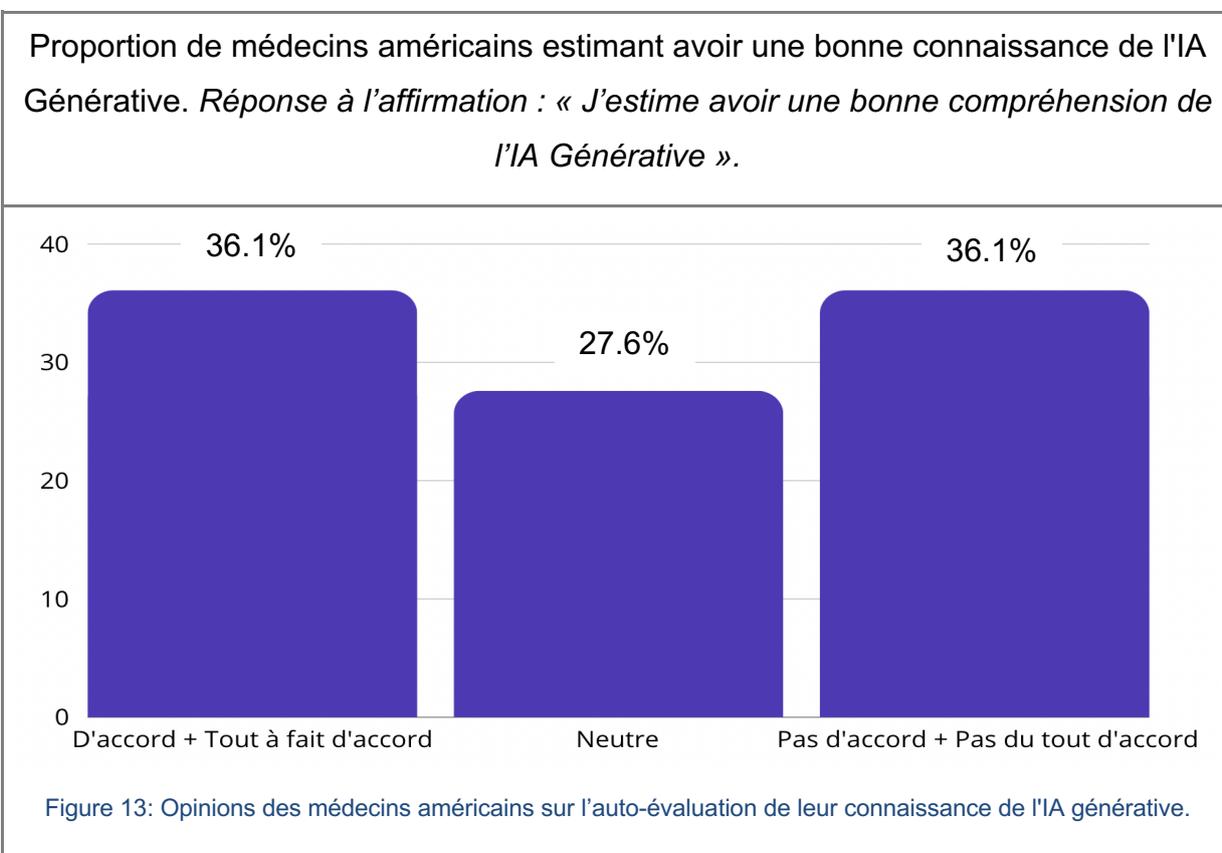
Figure 12: Opinions des médecins français sur leur capacité à expliquer ce qu'est l'IA générative.

Globalement, une majorité relative de répondants ne se sentent pas capables d'expliquer l'IA générative à un ami, suivis de près par ceux qui adoptent une position neutre (26,9 %). Ensemble, ceux qui sont d'accord ou tout à fait d'accord (26,9 %) représentent moins d'un tiers des répondants, suggérant que la confiance dans la capacité d'expliquer l'IA générative est relativement faible parmi les médecins français.

L'idée de lier ces deux questions est de permettre aux médecins de réaliser une auto-évaluation la plus objective possible. Pour confirmer la relation entre l'auto-évaluation de la compréhension de l'IA générative et la capacité à l'expliquer à autrui, nous utilisons le coefficient de corrélation de Pearson. Le coefficient de corrélation de Pearson entre la compréhension de l'IA générative et la capacité à l'expliquer est de 0,91, indiquant une corrélation positive forte. Cela signifie que les médecins qui ont une bonne compréhension de l'IA générative sont généralement aussi capables de l'expliquer facilement. Les résultats montrent une relation linéaire forte entre la compréhension de l'IA générative et la capacité à l'expliquer, ce qui est conforme à l'hypothèse selon laquelle une proportion significative de médecins ne se sentent pas à l'aise avec le concept d'IA générative.

3.7 - Les médecins américains sont partagés quant à leur compréhension de l'IA générative et à leur capacité à expliquer cette technologie ; les opinions tendent à être plutôt neutres.

De la même manière, deux questions ont été posées aux médecins américains : s'ils estiment avoir une bonne compréhension de l'IA générative, et s'ils pensent pouvoir facilement expliquer de quoi il s'agit. Les médecins américains ont répondu à ces questions par des réponses allant de "tout à fait d'accord" à "pas du tout d'accord".



Les données révèlent une répartition relativement équilibrée des opinions parmi les médecins américains concernant leur compréhension de l'IA générative. Environ 36,1 % des répondants estiment avoir une bonne compréhension de cette technologie, ce qui montre qu'un tiers des médecins se sentent bien informés. En revanche, 36,1 % des médecins sont en désaccord ou fortement en désaccord avec l'affirmation qu'ils ont une bonne compréhension de l'IA générative, indiquant un niveau de confiance plus faible chez une proportion égale de répondants. Par ailleurs, 27,6 % des médecins adoptent une position neutre, ce qui pourrait refléter une compréhension partielle ou une incertitude quant à leur propre niveau de maîtrise de l'IA générative. Cette dispersion des opinions souligne une diversité de perceptions parmi les médecins américains sur leur niveau de compréhension de cette technologie.

Proportion de médecins américains estimant pouvoir expliquer facilement à un ami ce qu'est l'IA générative. Réponse à l'affirmation : « J'estime pouvoir expliquer facilement ce qu'est l'IA Générative à un ami ».

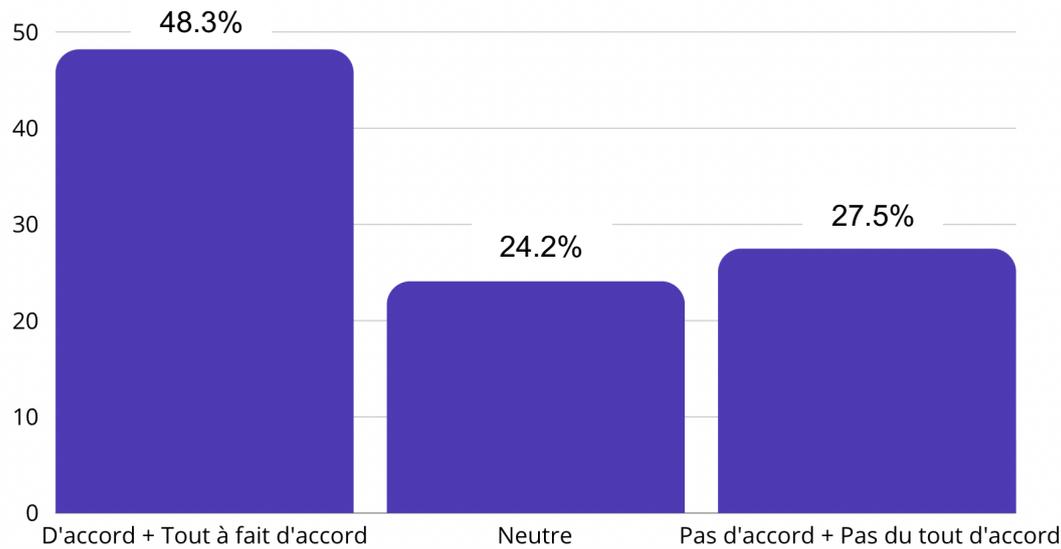


Figure 14: Opinions des médecins américains sur leur capacité à expliquer l'IA générative

Les données montrent une variation notable dans la confiance des répondants quant à leur capacité à expliquer l'IA générative. Le plus grand groupe, représentant 48,3 % des répondants, se dit capable d'expliquer cette technologie à un ami. Cependant, 27,5 % (regroupant ceux en désaccord et en fort désaccord) ne se sentent pas en mesure de le faire, tandis que 24,2 % restent neutres. Cette répartition indique que, bien qu'une majorité se sente apte à expliquer l'IA générative, une part non négligeable des répondants demeure incertaine ou peu confiante dans leurs compétences à ce sujet. Le coefficient de corrélation de Pearson entre la compréhension de l'IA générative et la capacité à l'expliquer pour les médecins américains est de 0,94, ce qui confirme une logique des résultats, montrant que les médecins américains qui ont une bonne compréhension de l'IA générative sont également capables de l'expliquer facilement.

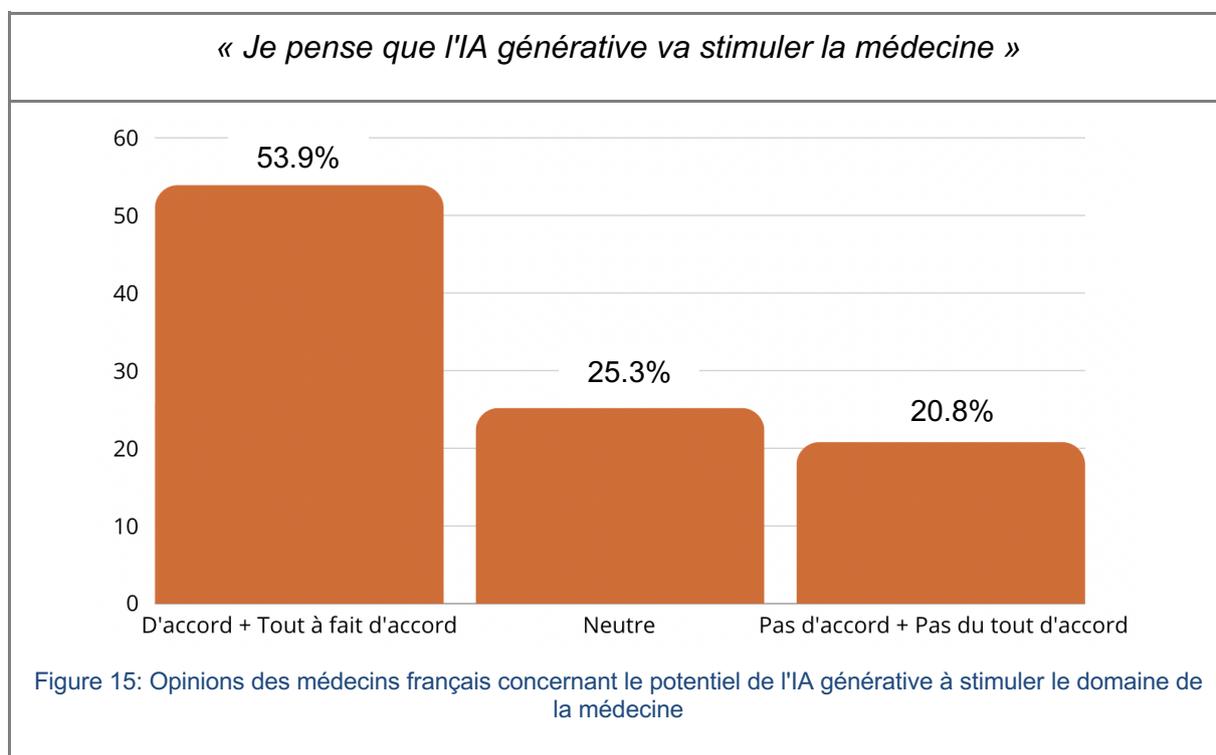
3.8 - Les médecins américains semblent mieux comprendre et pouvoir expliquer l'IA générative que les médecins français.

Concernant l'affirmation "J'estime avoir une bonne compréhension de l'IA générative", le test du Chi2 montre une différence statistiquement significative entre les réponses des médecins français et américains ($p = 2,54e-07 < 0,05$). Les réponses positives (d'accord et tout à fait d'accord) sont plus fréquentes parmi les médecins américains (36,1 %) par rapport aux médecins français (9,5 %). De même, pour l'affirmation "Je

peux facilement expliquer l'IA générative à un ami", le test du Chi2 indique une différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p = 0,00708 < 0,05$). Les réponses positives sont plus élevées parmi les médecins américains (48,3 %) par rapport aux médecins français (27 %). Ici aussi, il est important de souligner que la comparaison des résultats pourrait être biaisée par le faible taux de réponses des médecins américains, ce qui pourrait limiter la robustesse des conclusions tirées de ces analyses statistiques.

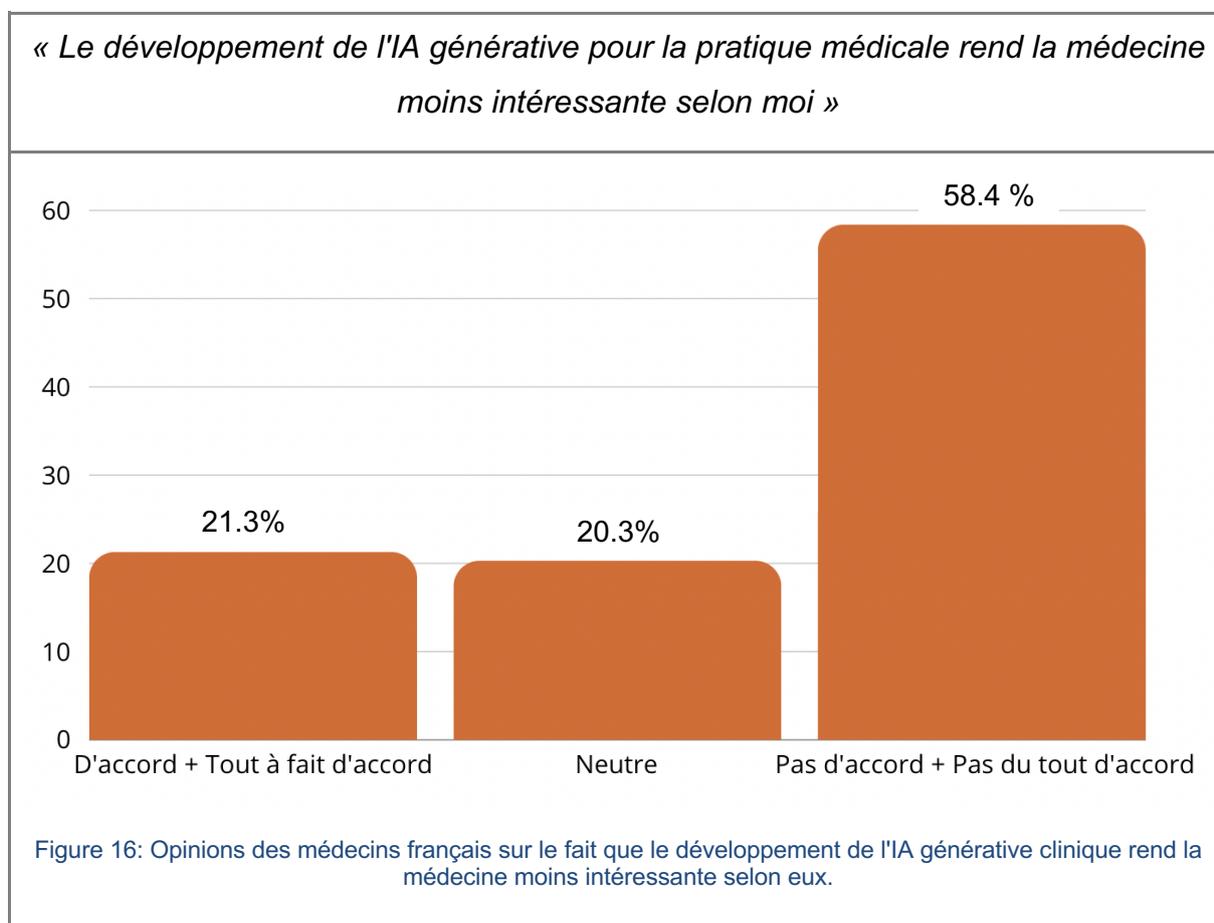
3.9 – Les médecins français ont une perspective relativement optimiste concernant le développement de l'IA générative en médecine.

Deux questions ont été posées aux médecins français pour évaluer leurs perceptions de l'impact de l'IA générative dans le domaine médical. Les participants ont répondu aux affirmations suivantes en choisissant parmi des options allant de 'tout à fait d'accord' à 'pas du tout d'accord'.



L'analyse des résultats présentés dans le graphique montre que plus de la moitié des médecins français interrogés (53,9 %) sont d'accord ou tout à fait d'accord avec l'idée que l'IA générative a le potentiel de stimuler le domaine de la médecine. Cela traduit une majorité de confiance dans les capacités de cette technologie à apporter des bénéfices tangibles au secteur médical. Cependant, 25,3 % des répondants se positionnent de manière neutre, ce qui pourrait indiquer une incertitude, un manque d'information ou une attente de preuves supplémentaires avant de se prononcer plus

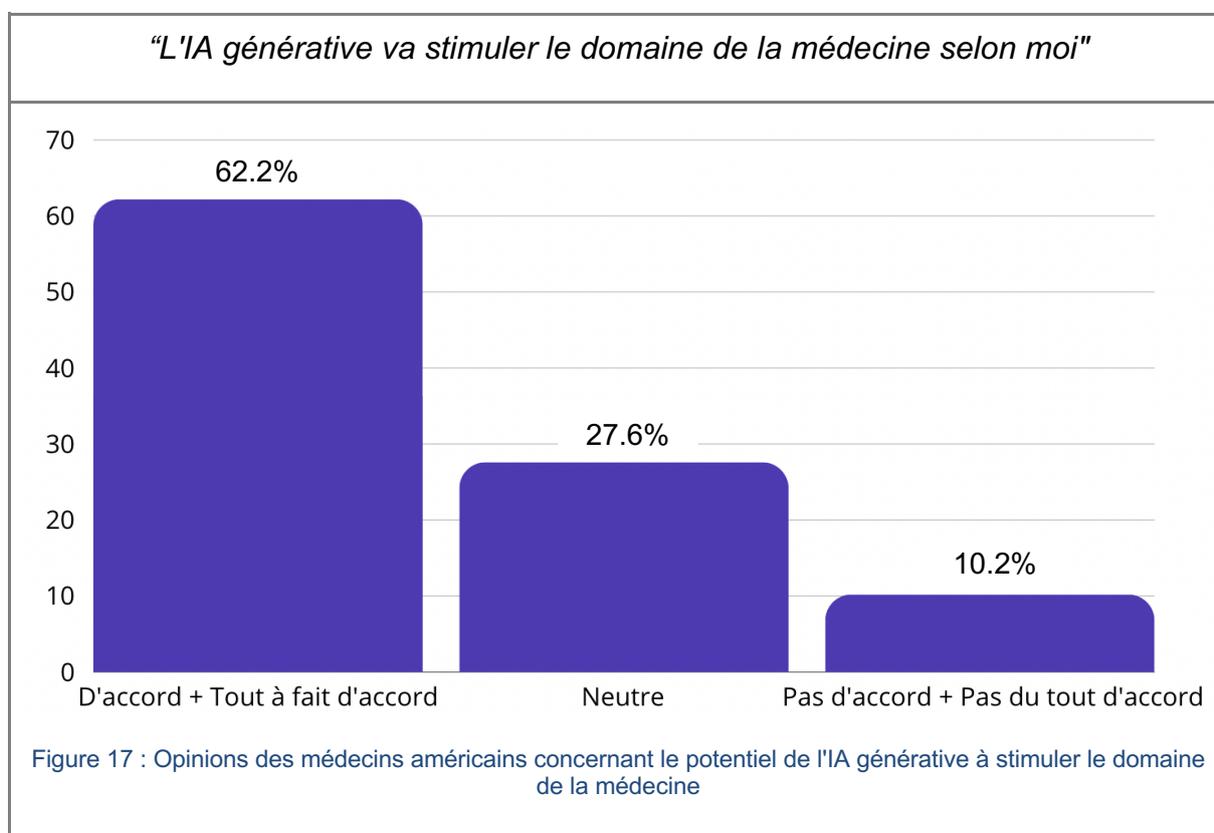
clairement sur la question. En revanche, 20,8 % des participants se déclarent en désaccord ou totalement en désaccord avec cette affirmation, exprimant ainsi des doutes ou un scepticisme quant à l'impact réel de l'IA générative sur la médecine. Cette proportion non négligeable de sceptiques montre que, malgré un enthousiasme global, des réserves persistent, et il serait pertinent d'explorer davantage les raisons de ces réticences, qu'elles soient liées à des inquiétudes éthiques, à des craintes concernant la qualité des soins, ou à d'autres facteurs.



Les données présentées dans le graphique montrent les opinions des médecins français concernant l'impact du développement de l'IA générative sur l'intérêt pour la médecine. Un total de 58,4 % des répondants ne sont pas d'accord ou ne sont pas du tout d'accord avec l'affirmation selon laquelle l'IA générative rend la médecine moins intéressante. En revanche, 21,3 % des médecins sont d'accord ou tout à fait d'accord avec cette idée, tandis que 20,3 % sont neutres. Ces résultats indiquent qu'une majorité significative de médecins français ne perçoivent pas l'IA générative comme un facteur diminuant l'intérêt pour leur domaine, bien qu'un groupe notable reste soit incertain soit en désaccord avec cette majorité.

3.10 – Un optimisme légèrement plus marqué des médecins américains quant aux évolutions futures de l'IA générative en médecine

Deux questions ont également été posées aux médecins américains afin d'évaluer leur perception de l'impact de l'IA générative sur le domaine de la médecine. Ils ont répondu à ces affirmations par des options allant de "tout à fait d'accord" à "pas du tout d'accord".



Le graphique montre que les médecins américains sont globalement optimistes quant à l'impact potentiel de l'IA générative dans le domaine de la médecine. Une majorité de 62,2 % est favorable à l'idée que l'IA générative stimulera le domaine médical, indiquant une forte confiance dans les capacités de cette technologie à améliorer la pratique médicale. Un pourcentage notable, 27,6 %, adopte une position neutre, ce qui peut refléter une attente prudente ou un besoin de plus d'informations avant de se prononcer. Enfin, une minorité de 10,2 % n'est pas d'accord, exprimant des doutes ou des inquiétudes quant aux implications de l'IA générative pour la médecine. Ces résultats suggèrent que, bien que l'enthousiasme pour l'IA générative soit largement répandu, il existe encore des réserves chez une petite des médecins.

« Le développement de l'IA générative pour la pratique médicale rend la médecine moins intéressante selon moi »

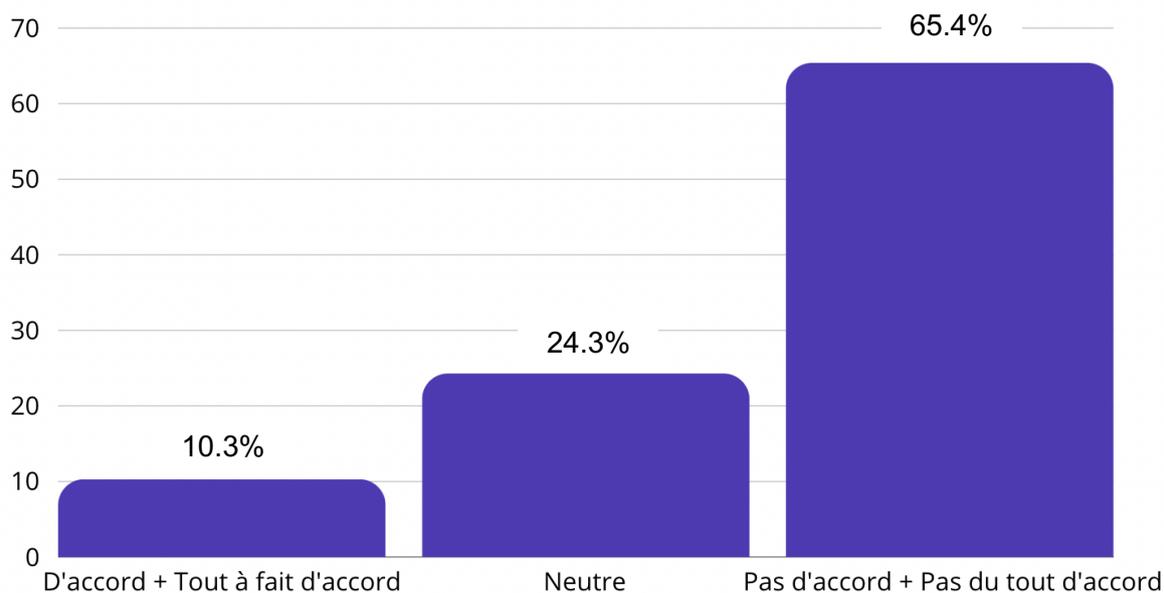


Figure 18: Opinions des médecins américains sur le fait que le développement de l'IA générative clinique rend la médecine moins intéressante selon eux.

Le graphique présente les opinions des médecins américains concernant l'idée que le développement de l'IA générative pour la pratique médicale pourrait rendre la médecine moins intéressante. Une majorité importante, soit 65,4 % des répondants, n'est pas d'accord ou pas du tout d'accord avec cette affirmation, suggérant qu'ils ne croient pas que l'IA générative diminuera l'intérêt pour leur domaine. En revanche, une petite portion, 10,3 %, est d'accord ou tout à fait d'accord, exprimant des préoccupations quant à l'impact potentiel de l'IA générative sur l'intérêt pour la médecine. Enfin, 24,3 % des médecins se positionnent de manière neutre, ce qui peut indiquer une incertitude ou une réserve par rapport à cette question. Ces résultats montrent que, globalement, les médecins américains ne voient pas l'IA générative comme une menace à l'intérêt pour leur profession, bien qu'un petit groupe soit plus sceptique ou préoccupé.

3.11 – Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'avis des médecins français et américains en ce qui concerne l'impact du développement de l'IA générative sur l'attractivité du domaine de la médecine.

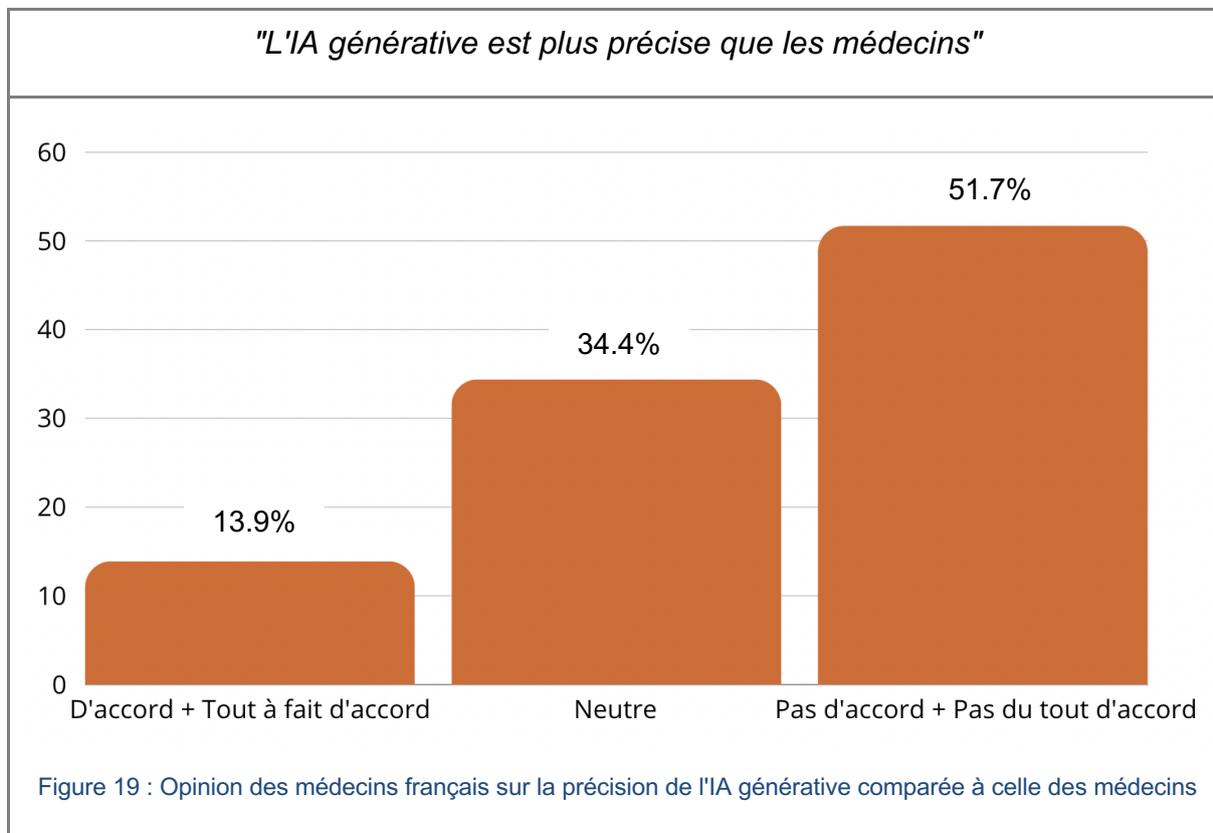
Concernant l'affirmation selon laquelle "L'IA générative va stimuler le domaine de la médecine", les médecins français et américains sont plutôt d'accord ou tout à fait d'accord avec cette déclaration. Cependant, une proportion plus élevée de médecins

américains (25,9 %) sont tout à fait d'accord comparé aux médecins français (17,4 %). Le test du Chi-2 d'indépendance entre les réponses des médecins français et les médecins américains concernant cette affirmation a donné une valeur de $p = 0,18$. Par conséquent, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les proportions d'accord, de neutralité et de désaccord dans les deux groupes.

En ce qui concerne l'affirmation « Le développement de l'IA générative pour la pratique médicale rend la médecine moins intéressante selon moi », les deux groupes tendent à, de la même manière, à être en désaccord avec cette affirmation. Cependant, les médecins américains montrent un pourcentage légèrement plus élevé de fort désaccord (32,7 %) par rapport aux médecins français (23,0 %). Concernant cette affirmation, le test du chi-2 d'indépendance a donné une valeur de $p = 0,19 > 0,05$. Il n'y a donc pas de différence statistiquement significative entre les proportions d'accord, de neutralité et de désaccord entre les deux groupes.

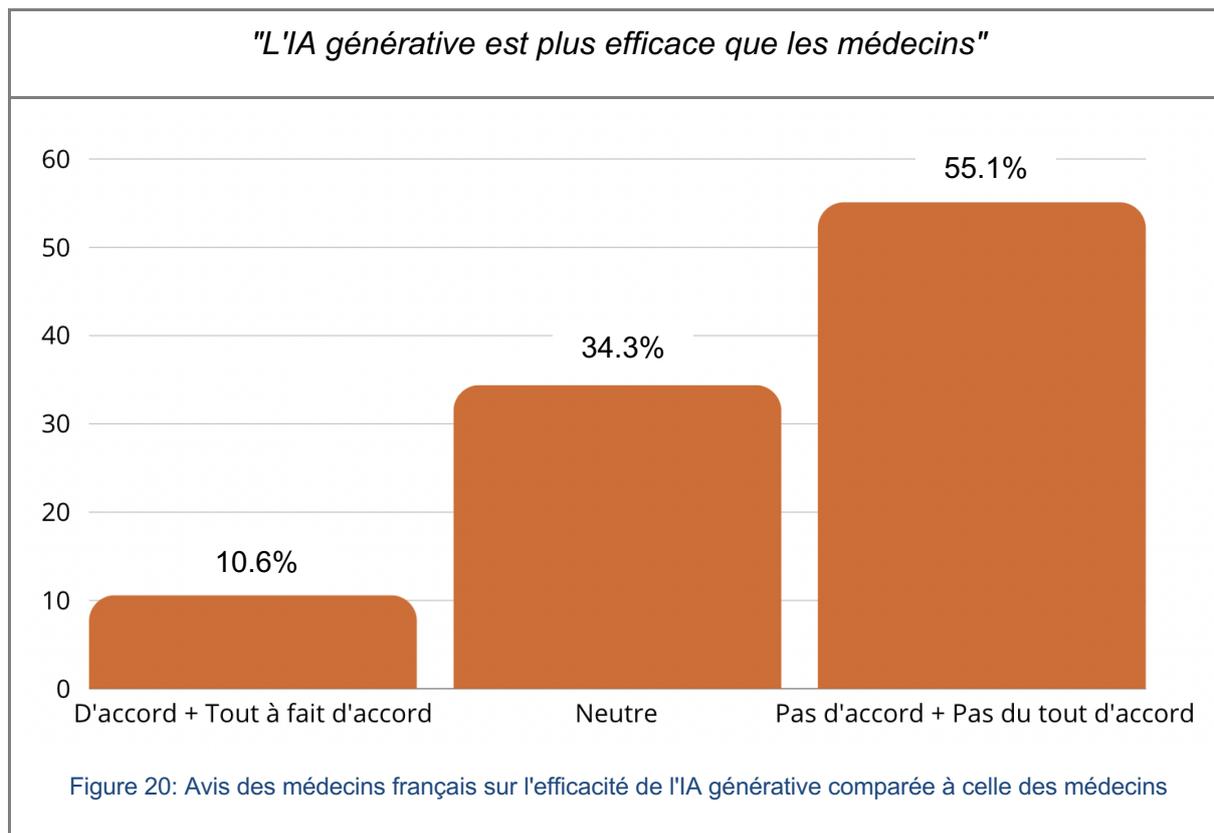
3.12 - les médecins français doutent de la capacité de l'IA générative à être aussi précise et efficace que le travail effectué par les médecins eux-mêmes

Pour évaluer les perceptions des médecins français sur l'exactitude et l'efficacité de l'IA générative par rapport à la pratique clinique des médecins, les répondants ont évalué leur accord avec deux affirmations, en utilisant une échelle allant de tout à fait d'accord à pas du tout d'accord. Les affirmations étaient les suivantes : "L'IA générative clinique est plus précise que les médecins" et "L'IA générative est plus efficace que les médecins".



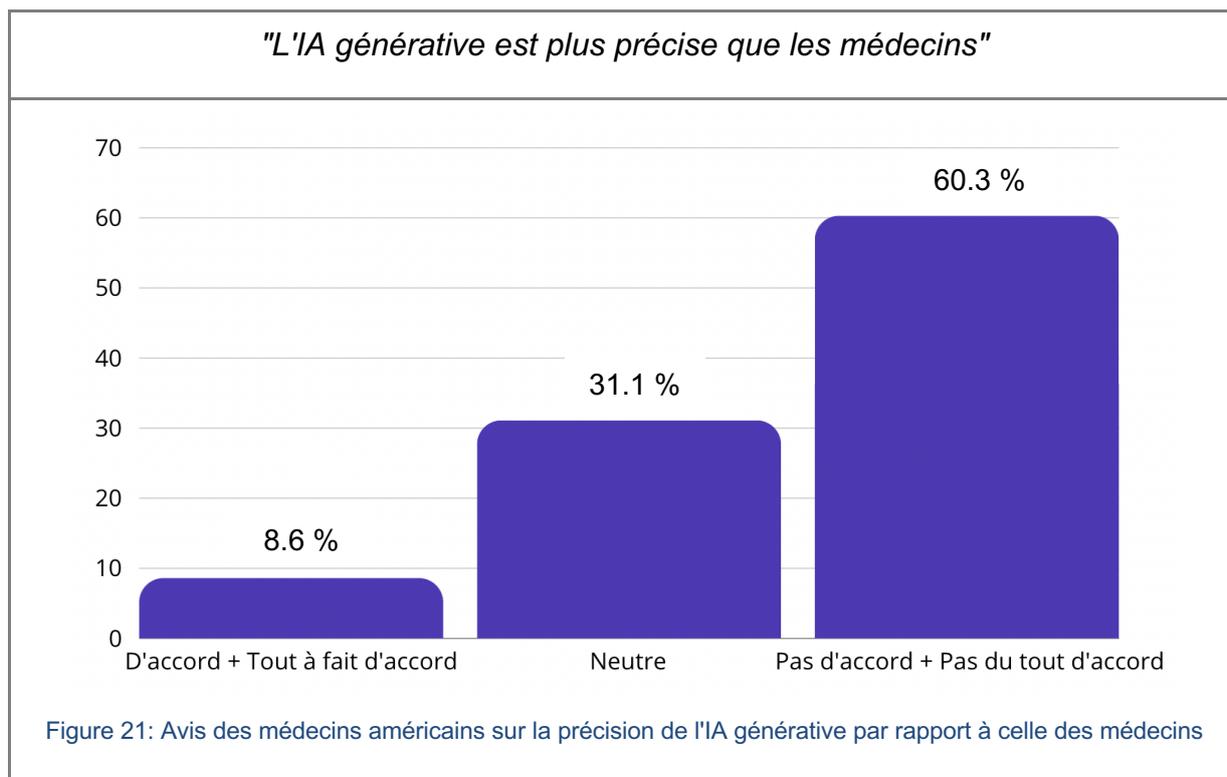
L'enquête cherche à évaluer comment les médecins perçoivent les capacités techniques de l'IA par rapport à leur propre expertise clinique. Cette affirmation met en lumière la complexité de comparer la précision et l'efficacité d'une machine à celles d'un être humain, car de nombreux facteurs et subtilités entrent en jeu. Les machines, comme l'IA générative, sont conçues pour traiter et analyser des quantités massives de données avec une rapidité et une constance que les humains ne peuvent égaler. Elles peuvent détecter des schémas complexes et offrir des solutions basées sur des algorithmes sophistiqués. Cependant, ces capacités techniques ne tiennent pas compte des aspects humains de la pratique médicale, tels que le jugement clinique, l'expérience, et l'intuition, qui sont des éléments cruciaux dans la prise de décision des médecins. La comparaison entre la précision d'une IA et celle d'un médecin n'est donc pas uniquement une question de performance technique, elle soulève également des questions profondes sur la nature de l'expertise médicale. D'après les résultats, une majorité relative des médecins français (51,7 %) se déclare en désaccord ou fortement en désaccord avec l'idée que l'IA générative pourrait surpasser la précision des médecins. Cela reflète une confiance marquée dans les compétences humaines par rapport aux technologies émergentes. Toutefois, une minorité non négligeable, soit 13,9 % des répondants, estime que l'IA pourrait en effet être plus précise, ce qui témoigne d'une certaine ouverture envers les avancées technologiques dans le domaine médical. Enfin, un pourcentage significatif (34,4 %) des médecins reste

neutre, ce qui pourrait indiquer une hésitation ou un besoin de plus d'informations pour se prononcer sur ce sujet. Cette répartition des opinions met en lumière la complexité de l'intégration de l'IA dans la pratique médicale.

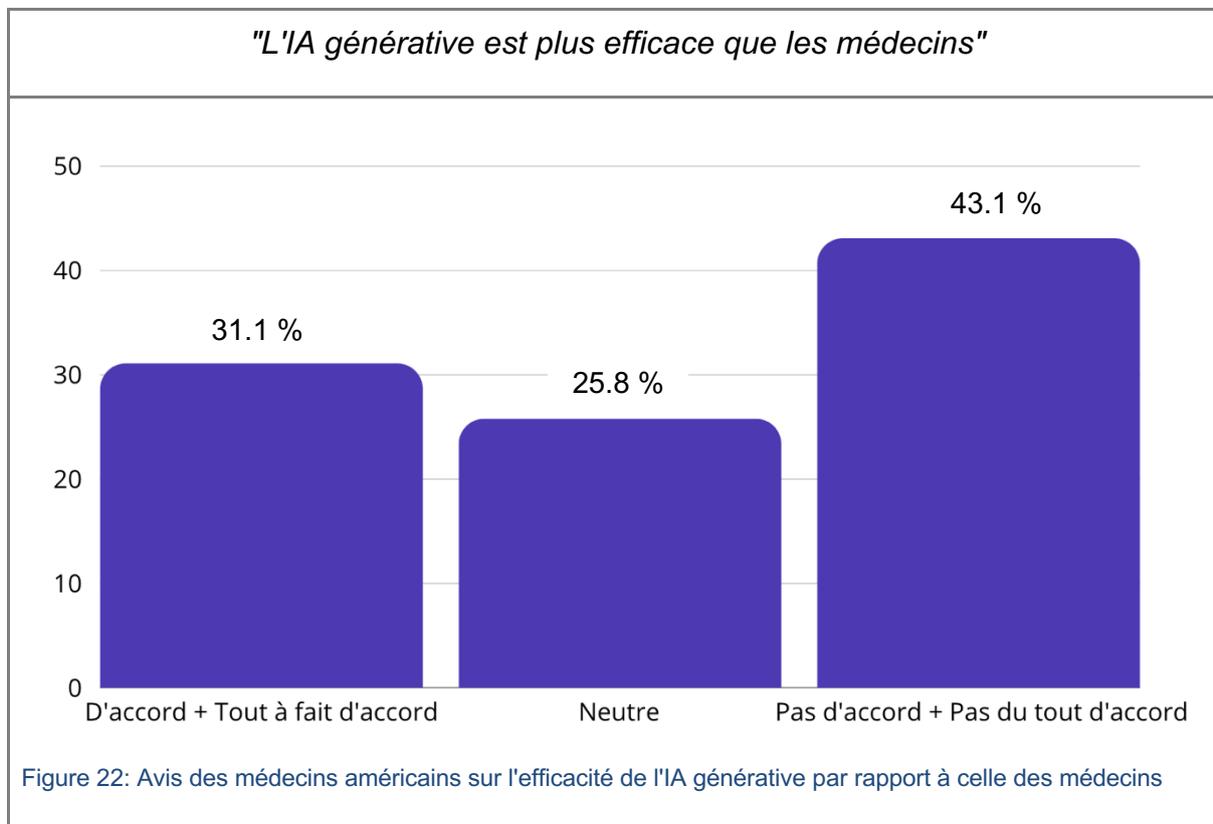


L'efficacité se définit par la capacité à obtenir de meilleurs résultats par rapport à une autre méthode. Les données révèlent que la majorité des médecins français (55,1 %) s'opposent à l'idée que l'IA générative soit plus efficace que les médecins, ce qui traduit une forte confiance dans les capacités des professionnels de santé. Cette perception pourrait être ancrée dans l'expérience clinique, la capacité de prise de décision humaine, et la relation médecin-patient, des aspects jugés essentiels et difficiles à remplacer par la technologie. Toutefois, une minorité de 10,6 % des répondants (d'accord ou tout à fait d'accord) considère que l'IA générative peut surpasser l'efficacité des médecins. Ce groupe pourrait inclure des médecins qui voient dans l'IA un outil capable d'améliorer les diagnostics ou de fournir rapidement des recommandations basées sur de larges ensembles de données. Par ailleurs, 34,3 % des répondants se déclarent neutres, reflétant une incertitude ou un manque de consensus parmi les professionnels de santé sur l'efficacité relative de l'IA générative comparée aux pratiques cliniques traditionnelles. Cette répartition des avis souligne un débat encore ouvert sur le rôle de l'IA dans la médecine, où la confiance dans l'efficacité de la technologie reste à être pleinement démontrée.

3.13 - Les médecins américains sont sceptiques quant à la précision de l'IA générative, mais semblent très légèrement enclins à croire en son efficacité.



Les données montrent que la majorité des médecins américains (60,3 %) sont en désaccord ou fortement en désaccord avec l'idée que l'IA générative soit plus précise que les médecins. Cela traduit une confiance majoritaire dans la précision des diagnostics humains par rapport à ceux générés par l'IA, probablement en raison de l'importance de l'expérience clinique et de l'intuition médicale. Cependant, une minorité de 8,6 % des répondants considère que l'IA générative est plus précise, ce qui pourrait refléter une ouverture à l'adoption de nouvelles technologies capables de traiter des volumes de données massifs. De plus, 31,1 % des médecins américains restent neutres sur la question, indiquant une incertitude ou un manque de position claire concernant l'efficacité comparative de l'IA générative en matière de précision.



Les données montrent que 31,1 % des médecins américains (total des réponses "d'accord" et "tout à fait d'accord") estiment que l'IA générative est plus efficace que les médecins, ce qui reflète une croyance significative en son potentiel d'amélioration des pratiques médicales. Cependant, 43,1 % des répondants (total des réponses "pas d'accord" et "pas du tout d'accord") ne partagent pas cette opinion, exprimant un scepticisme notable quant à l'efficacité supérieure de l'IA générative. Par ailleurs, 25,8 % des médecins se positionnent de manière neutre, ce qui peut indiquer une hésitation ou un manque de certitude sur cette question. Globalement, bien que l'idée que l'IA générative puisse surpasser l'efficacité des médecins trouve un écho chez une partie des répondants, la majorité reste soit sceptique, soit indécise quant à son efficacité réelle dans la pratique clinique.

3.14 - Perception de l'IA générative par les médecins français et américains : similarité des points de vue sur la précision de ce type de technologie, divergence des points de vue sur son efficacité.

Les résultats du test du Chi² pour comparer les opinions des médecins français et américains montrent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les opinions des médecins français et américains concernant l'exactitude et la précision de l'IA générative par rapport à celle des médecins (p-valeur : 0,358). Les médecins

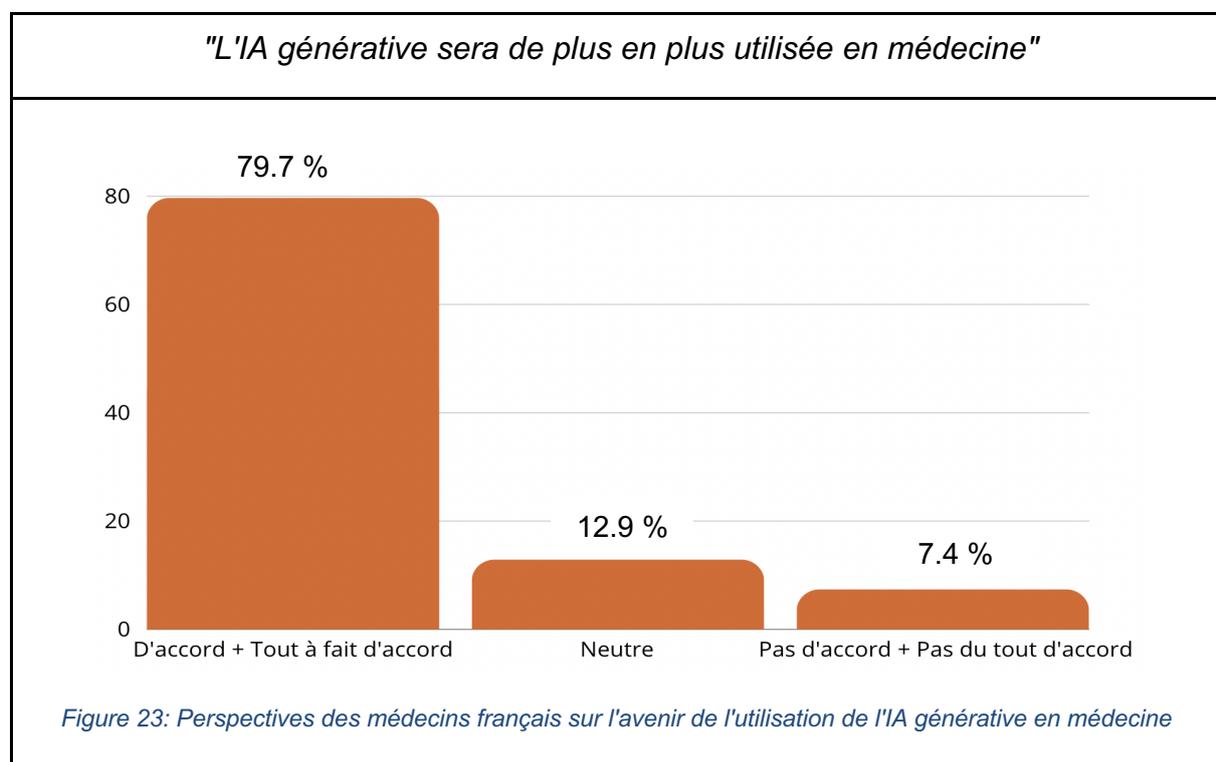
français sont légèrement plus optimistes quant à l'exactitude de l'IA générative, avec un pourcentage légèrement plus élevé étant d'accord avec cette affirmation.

Les résultats du test du Chi² pour comparer les opinions des médecins français et américains sur l'affirmation "l'IA générative est plus efficace que les médecins" montrent une différence statistiquement significative entre les opinions des médecins français et américains concernant l'efficacité de l'IA générative par rapport aux médecins (p-valeur : 0,0011). Les médecins américains ont tendance à avoir une vision plus favorable de l'efficacité de l'IA générative par rapport aux médecins français, avec un pourcentage plus élevé étant d'accord avec cette affirmation. Les médecins français montrent une neutralité plus élevée et un désaccord légèrement plus fort.

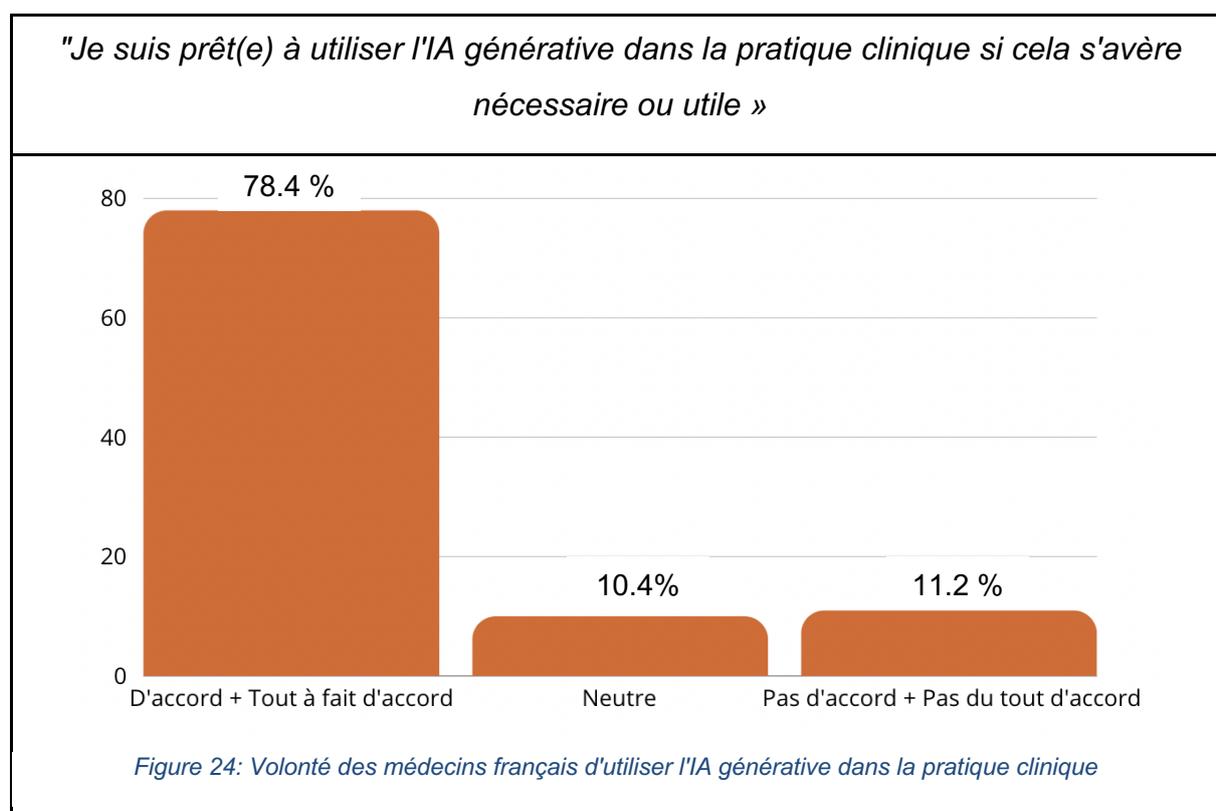
Cette comparaison suggère de légères différences de perception entre les médecins américains et français, mais que les deux groupes montrent un degré significatif de scepticisme quant à l'efficacité et à l'exactitude de l'IA générative par rapport aux médecins humains.

3.15 - Les médecins français ont tendance à vouloir adopter l'IA générative en médecine et considèrent que le développement de cette technologie ne changera pas la valeur de leur travail.

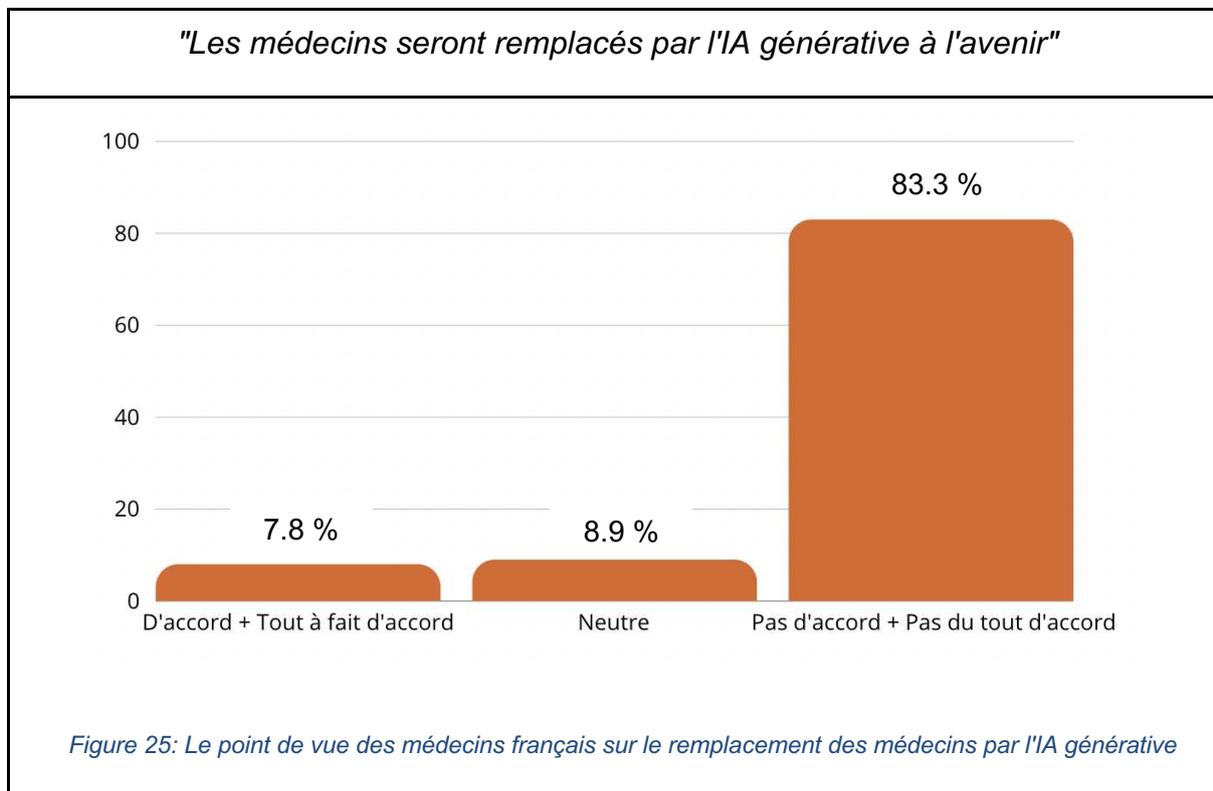
Pour l'évaluer, les médecins français ont dû classer les affirmations suivantes de "tout à fait d'accord" à "pas du tout d'accord".



Les données révèlent un large consensus parmi les médecins français concernant l'usage croissant de l'IA générative en médecine, avec 79,7 % des répondants d'accord ou tout à fait d'accord. Ce chiffre montre une attitude positive envers les avancées technologiques dans le domaine médical. Toutefois, 12,9 % des répondants sont neutres, ce qui pourrait refléter des attentes ou des questions en suspens. Seuls 7,4 % expriment un désaccord, indiquant une résistance marginale à cette évolution. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent une perception favorable de l'expansion de l'IA générative en médecine, mais soulignent également l'importance de l'accompagnement et de la formation pour surmonter les réticences restantes.



Les données révèlent que 78,4 % des médecins français sont favorables à l'utilisation de l'IA générative en pratique clinique. Cette adhésion majoritaire indique que les médecins voient en l'IA générative un outil potentiellement bénéfique pour améliorer l'efficacité des soins, à condition que son utilisation soit justifiée par son utilité ou sa nécessité. Cependant, 10,4 % des médecins se positionnent de manière neutre, ce qui suggère une certaine prudence ou un manque de certitude quant à l'impact de l'IA générative sur la pratique médicale. Cette neutralité pourrait être due à une méconnaissance des applications spécifiques de l'IA ou à des préoccupations sur sa mise en œuvre. Enfin, une minorité de 11,2 % de médecins exprime un désaccord, ce qui, bien que minoritaire, signale une résistance non négligeable.



Dans cette enquête, il est clair que la question posée est provocante et que la réponse attendue est assez évidente (un désaccord de 83,3 %). Cependant, la question de savoir si les humains seront remplacés par l'IA générative est souvent débattue dans les médias, c'est pour cela qu'il paraît pertinent de la poser directement aux médecins eux-mêmes. Les résultats montrent qu'une très large majorité des médecins français (83,3 %) rejette cette idée, exprimant un désaccord clair avec l'affirmation. Ce rejet massif indique que les médecins perçoivent l'IA générative non pas comme une menace à leur profession, mais plutôt comme un outil complémentaire. Cette perception montre que les médecins reconnaissent les limites actuelles de l'IA et valorisent l'importance de l'expertise humaine dans la pratique clinique. L'enquête apporte ainsi un éclairage important sur l'acceptation de l'IA générative, tout en soulignant la confiance des médecins en leur rôle dans le soin aux patients.

"Les médecins qui adoptent l'IA générative remplaceront ceux qui ne le font pas"

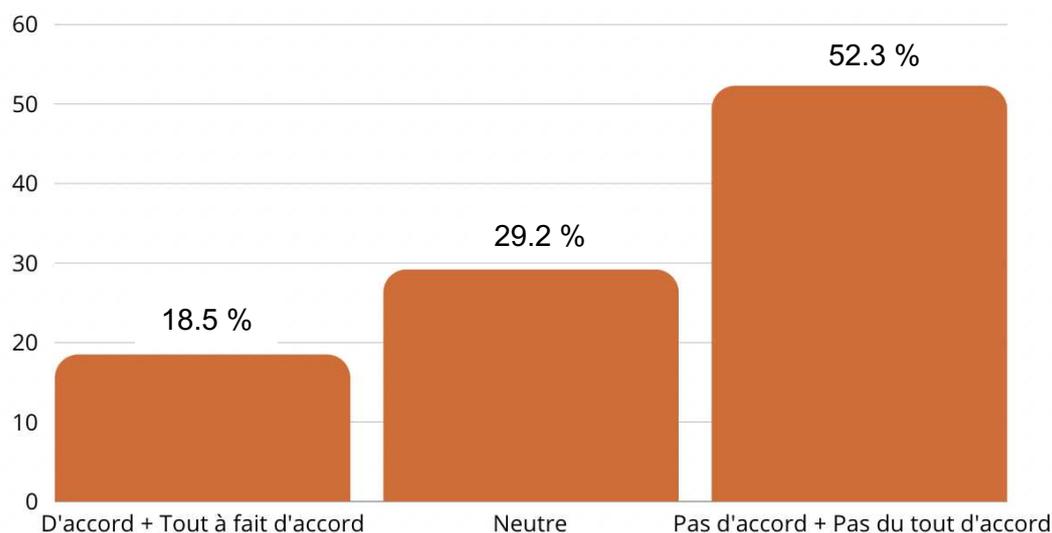
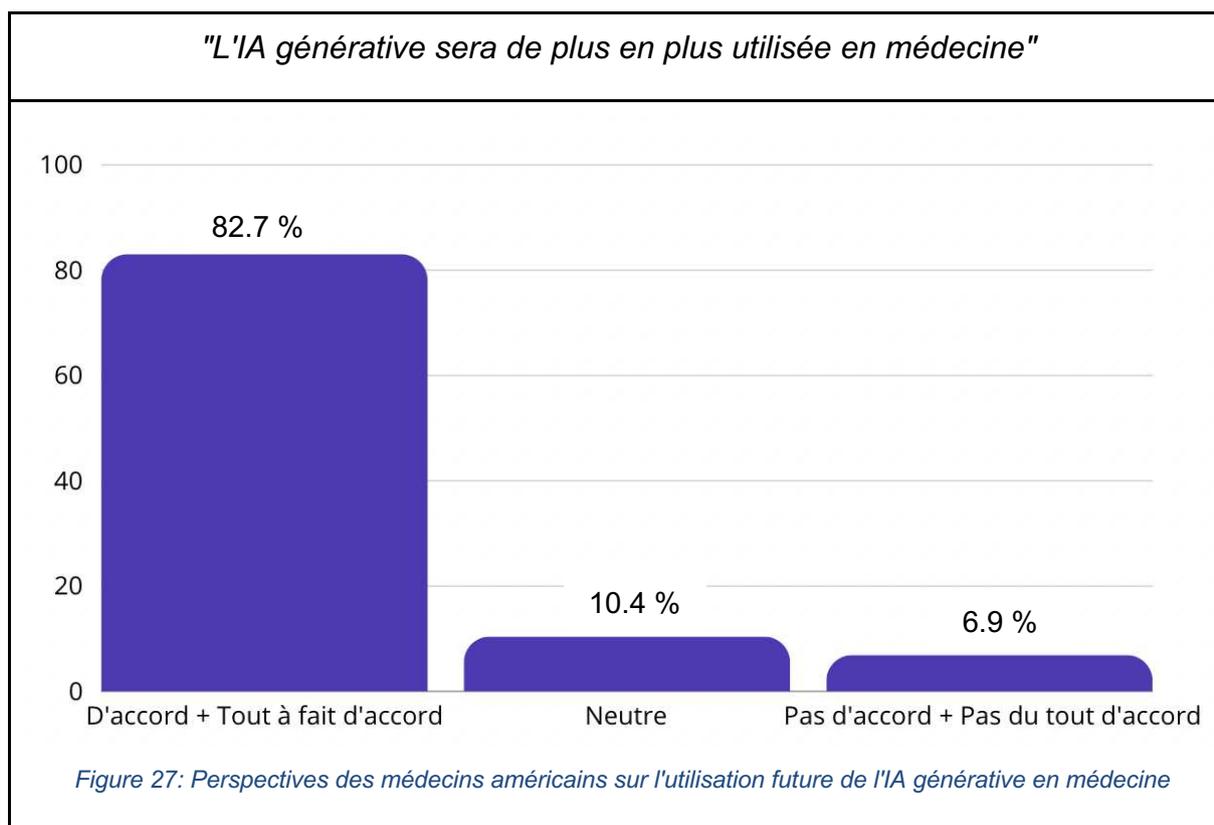


Figure 26: Perspectives des médecins français sur l'impact concurrentiel de l'adoption de l'IA générative.

On peut observer que les réponses sont plus nuancées par rapport à l'affirmation précédente, suggérant que pour certains médecins, pratiquer la médecine clinique à l'aide de l'IA générative permettra une meilleure prise en charge des patients qu'en l'absence de celle-ci. Néanmoins, les réponses à l'affirmation "Les médecins qui adoptent l'IA générative remplaceront ceux qui ne le font pas" montrent des opinions plus partagées. La majorité des répondants (52,3 %) exprime un désaccord ou un fort désaccord, indiquant qu'ils ne pensent pas que l'adoption de l'IA générative créera un avantage pour les médecins qui l'utilisent. Toutefois, 18,5 % des médecins sont d'accord ou tout à fait d'accord avec l'affirmation, ce qui suggère que certains voient un potentiel avantage compétitif pour ceux qui adoptent l'IA générative. Les 29,2 % de réponses neutres soulignent une certaine incertitude ou une ambivalence parmi les médecins, qui pourraient ne pas encore avoir une vision claire des conséquences de l'adoption de l'IA générative sur la dynamique de leur profession. Cette répartition des réponses reflète la complexité des opinions sur l'impact de l'IA générative.

Les médecins français adoptent généralement une perspective positive sur l'intégration de l'IA générative en médecine, avec une volonté d'adopter ces technologies. Le consensus indique que, bien que l'IA générative soit perçue comme une technologie potentiellement utile, elle n'est pas vue comme une menace pour les rôles fondamentaux des professionnels de santé.

3.16 - Les médecins américains ont tendance à vouloir adopter l'IA générative en médecine et considèrent que ceux qui s'intéressent à l'IA générative seront de meilleurs médecins.



Les données révèlent un consensus significatif parmi les médecins américains quant à l'essor prévu de l'IA générative en médecine. Une large majorité des répondants, soit 82,7 %, se déclare soit d'accord soit tout à fait d'accord avec l'affirmation selon laquelle l'IA générative jouera un rôle de plus en plus central dans le domaine médical. Ce résultat souligne une perspective globalement positive et une ouverture considérable à l'intégration des technologies d'IA dans la pratique clinique. Cependant, une minorité non négligeable, représentant 10,4 % des répondants, adopte une position neutre, ce qui pourrait indiquer une hésitation, un manque d'information ou une réserve quant à l'évolution de cette technologie. Enfin, seulement 6,9 % des médecins expriment un désaccord ou un fort désaccord, ce qui suggère que le scepticisme face à l'adoption croissante de l'IA générative en médecine est relativement faible.

« Je suis prêt(e) à utiliser l'IA générative dans la pratique clinique si cela s'avère nécessaire ou utile »

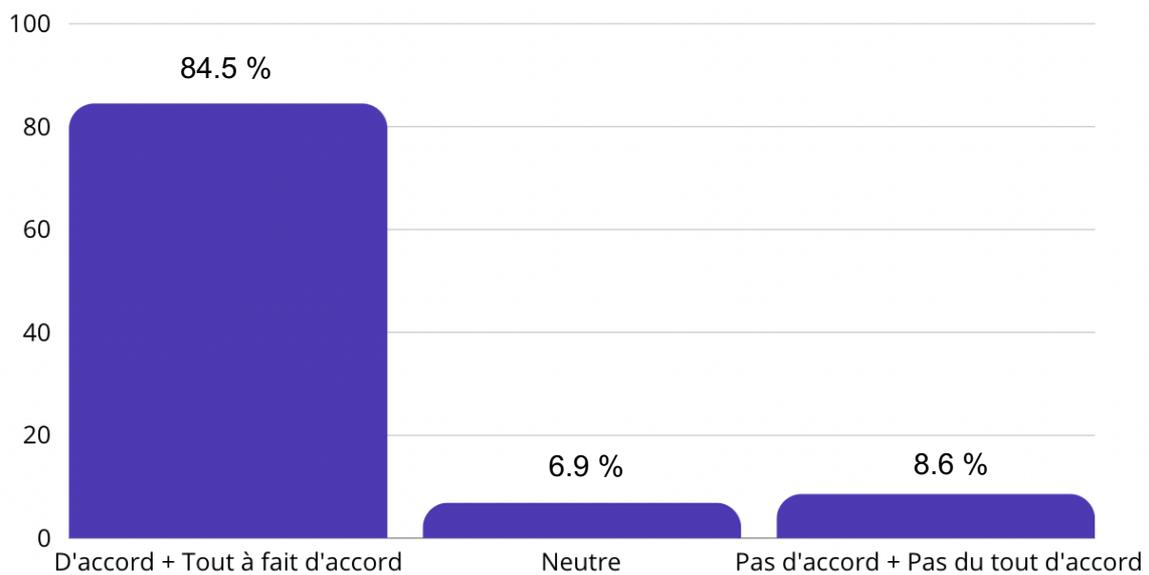
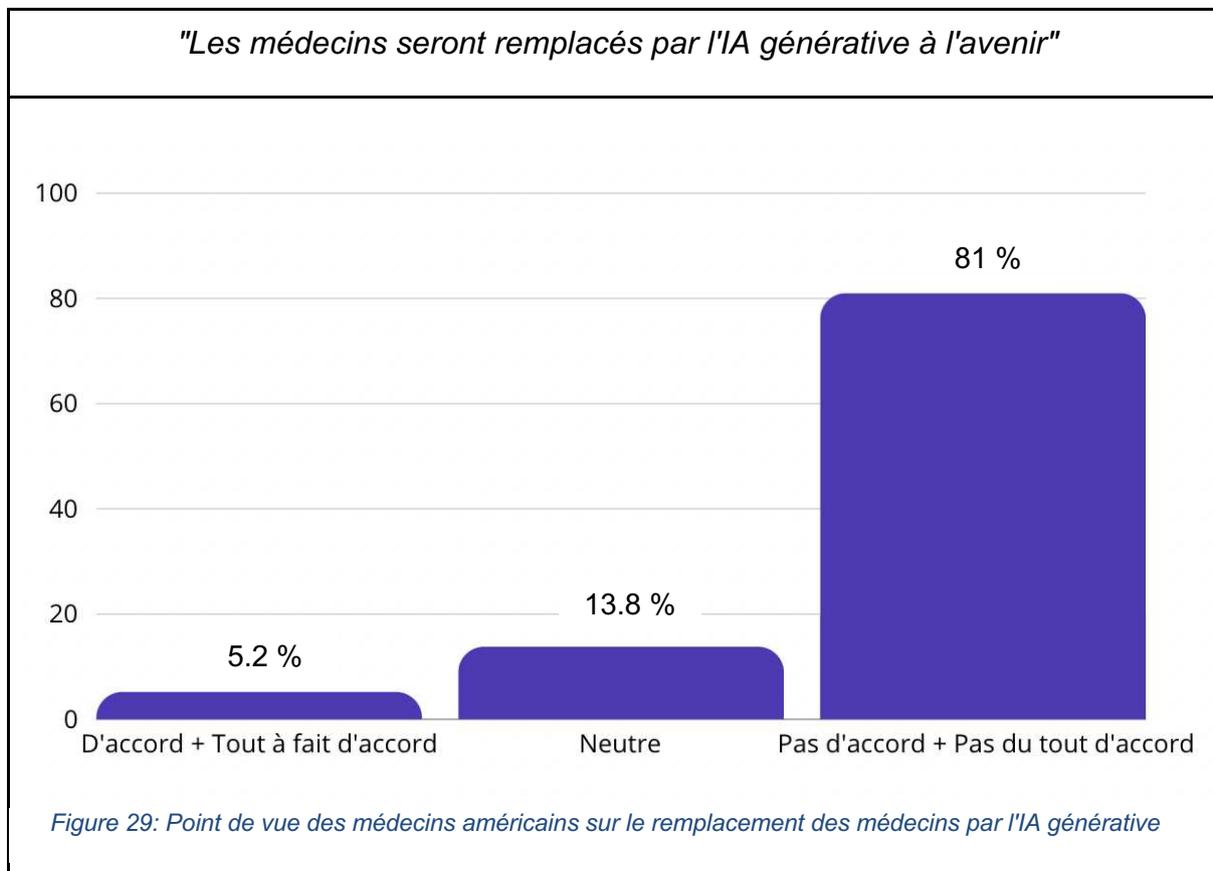


Figure 28: Volonté des médecins américains d'utiliser l'IA générative dans la pratique clinique

Les résultats révèlent une nette majorité de médecins américains (84,5 %) prêts à intégrer l'IA générative dans leur pratique clinique si cela s'avère nécessaire ou utile. Cette forte proportion démontre une acceptation significative de l'IA comme un outil potentiel pour améliorer la qualité et l'efficacité des soins. En revanche, seulement 8,6 % des répondants expriment une opposition à cette utilisation, ce qui représente un faible pourcentage de résistance au changement technologique. Cette disposition générale favorable suggère que la communauté médicale aux États-Unis est majoritairement ouverte à l'adoption des technologies d'IA, reconnaissant les bénéfices possibles qu'elles peuvent apporter dans un cadre clinique.



Une majorité écrasante de médecins américains (81 %) rejette l'idée que les médecins seront remplacés par l'IA générative à l'avenir, avec 44,8 % en désaccord et 36,2 % en fort désaccord. Cela souligne une confiance profonde dans le rôle indispensable des médecins, malgré les progrès rapides des technologies d'IA. Seulement 5,2 % des répondants adhèrent à cette idée, qu'ils soient modérément ou fortement d'accord, ce qui reflète une perception très minoritaire. De plus, 13,8 % des répondants restent neutres, suggérant une certaine incertitude ou une position équilibrée face à cette question. Ces résultats indiquent que, bien que l'IA générative soit reconnue pour son potentiel, les médecins américains estiment que leur expertise humaine et leur rôle dans la prise de décision clinique demeurent essentiels et irremplaçables, même dans un futur dominé par des technologies avancées.

"Les médecins qui adoptent l'IA générative remplaceront ceux qui ne le font pas"

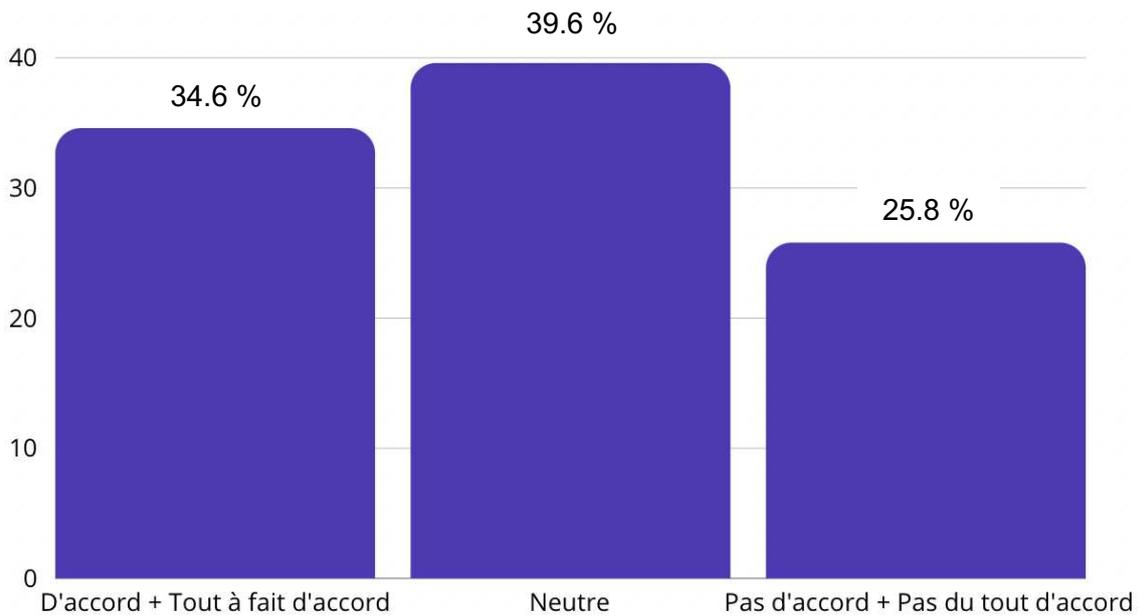


Figure 30: Perspectives des médecins américains sur l'impact concurrentiel de l'adoption de l'IA générative

Une partie significative des médecins américains (34,6 %) est d'accord avec l'affirmation selon laquelle les médecins qui adoptent l'IA générative remplaceront les médecins qui ne l'adoptent pas. Le groupe le plus important, 39,6 %, est neutre, ce qui indique une quantité considérable d'incertitude ou d'ambivalence sur cette question. 25,8 % des répondants sont en désaccord, soit fortement (6,9 %) soit modérément (18,9 %). Ces données suggèrent une perspective variée parmi les médecins américains concernant l'impact compétitif de l'adoption de l'IA générative. Alors qu'un nombre notable estime que l'adoption de l'IA pourrait offrir un avantage compétitif, une partie significative reste incertaine. Le groupe combiné de 25,8 % qui est en désaccord indique également qu'il existe une proportion considérable de médecins qui ne croient pas nécessairement que l'adoption de l'IA remplacera ceux qui ne l'adoptent pas. Cela met en lumière le débat en cours et les opinions diverses au sein de la communauté médicale concernant l'impact futur de l'IA générative sur leur profession.

Les données révèlent un consensus fort parmi les médecins américains sur l'augmentation de l'utilisation de l'IA générative en médecine, avec une majorité significative exprimant des opinions positives quant à son intégration. Cette perspective optimiste indique une volonté au sein de la communauté médicale d'adopter les technologies d'IA comme moyen d'améliorer la pratique clinique.

Cependant, les opinions divergent lorsqu'il s'agit de l'impact compétitif de l'adoption de l'IA générative. Alors que certains médecins estiment que l'adoption de l'IA offrira un avantage compétitif, une portion considérable reste incertaine ou sceptique à ce sujet.

3.17 - Consensus optimiste entre médecins français et américains sur l'adoption de l'IA générative en pratique clinique, avec des divergences sur son impact réel sur la pratique médicale.

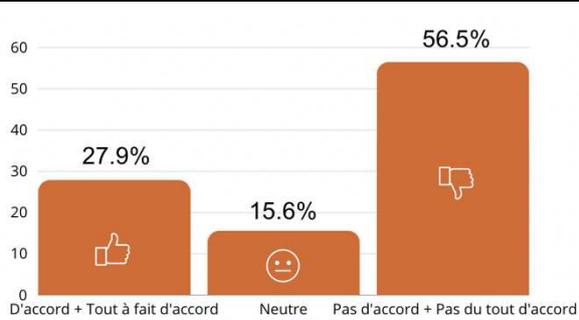
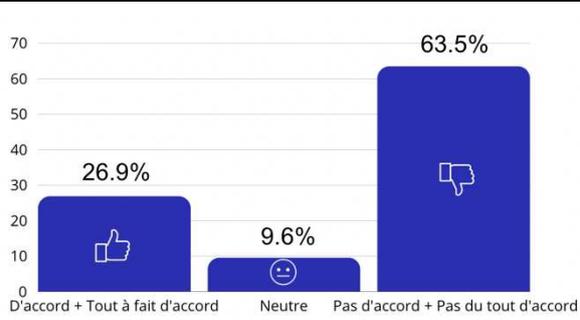
L'analyse des résultats du test du Chi2 comparant les opinions des médecins français et américains sur différentes affirmations concernant l'IA générative révèle des similitudes significatives. Les valeurs de p indiquent l'absence de différences statistiquement significatives entre les opinions des médecins des deux pays concernant l'utilisation future de l'IA générative en médecine (p-valeur : 0,854), leur volonté de l'utiliser en pratique clinique si nécessaire (p-valeur : 0,429), et la possibilité que les médecins soient remplacés par cette technologie à l'avenir (p-valeur : 0,462).

Cependant, une différence significative émerge concernant l'affirmation selon laquelle "les médecins qui n'utilisent pas l'IA générative seront remplacés par ceux qui le font", avec des opinions divergentes marquées entre les deux groupes (p-valeur : 0,00036). Cela suggère que bien que les médecins français et américains partagent des points de vue similaires sur de nombreux aspects de l'IA générative en pratique clinique, ils perçoivent différemment les implications compétitives de l'adoption de cette technologie. Les médecins français font preuve de plus de scepticisme et de neutralité par rapport à leurs homologues américains, qui montrent une perspective plus variée avec une proportion significative croyant que ceux qui adoptent l'IA Générative pourraient potentiellement mieux pratiquer la médecine.

3.18 - Explorons les sentiments des médecins Américains et Français sur l'IA Générative : entre curiosité et appréhensions.

L'objectif ici est d'explorer les émotions des médecins à l'égard de l'IA générative, en évaluant notamment leurs niveaux de crainte, de désintérêt et de curiosité quant à l'intégration de cette technologie dans la pratique clinique. Cette approche se justifie par plusieurs raisons. Les auto-évaluations sont souvent sujettes à des biais, notamment ceux liés à la désirabilité sociale ou à la pression de se conformer à des normes perçues. En invitant les répondants à se concentrer sur leurs émotions, on cherche à minimiser l'influence de ces biais et à recueillir des réponses plus authentiques. Les émotions, souvent spontanées et moins filtrées par la réflexion

consciente, jouent un rôle crucial dans la prise de décision et dans l'interaction des répondants avec les nouvelles technologies. Ainsi, en capturant ces émotions, on obtient une vision plus nuancée et complète de l'acceptation ou du rejet potentiel de l'IA générative par les médecins.

<i>« Cette technologie me fait peur »</i>	
 Médecins français	 Médecins américains
 <p>Figure 31: Appréhension de l'IA Générative chez les médecins français</p>	 <p>Figure 32: Appréhension de l'IA générative chez les médecins américains</p>
<p>Les opinions sur la peur liée à l'IA générative parmi les médecins français sont partagées. Une majorité relative (56,5 %) est en désaccord ou fortement en désaccord avec l'affirmation, suggérant que, bien qu'il existe des préoccupations, elles ne sont pas majoritaires. Cependant, il est important de noter qu'une proportion significative de 27,9 % des répondants exprime un accord ou un fort accord avec cette affirmation. Cela montre que si une majorité n'est pas particulièrement inquiète, une part importante des médecins reste tout de même préoccupée par les implications de l'IA générative dans leur pratique.</p>	<p>Bien qu'une majorité substantielle de répondants (63,5 %) soit en désaccord ou fortement en désaccord avec l'idée que l'IA générative leur fait peur, une part non négligeable de 26,9 % des médecins américains exprime un accord ou un fort accord, ce qui reflète une certaine appréhension face à cette technologie. Ce pourcentage montre que, même si la plupart des médecins ne ressentent pas de crainte vis-à-vis de l'IA générative, une proportion significative reste préoccupée par son impact potentiel sur leur pratique clinique.</p>

Bien que la majorité des répondants des deux pays ne semblent pas ressentir de la peur à l'égard du développement de l'IA Générative en pratique clinique, le sentiment global reste mitigé, reflétant une incertitude et d'éventuelles appréhensions.

Les résultats du test du Chi-2 montrent que la peur de l'IA générative est mitigée de la même manière chez les médecins français et américains, sans différence statistiquement significative dans leurs réponses (valeur de p : 0,396).

« Je suis curieux(se) de ce type de technologie »

 **Médecins français**

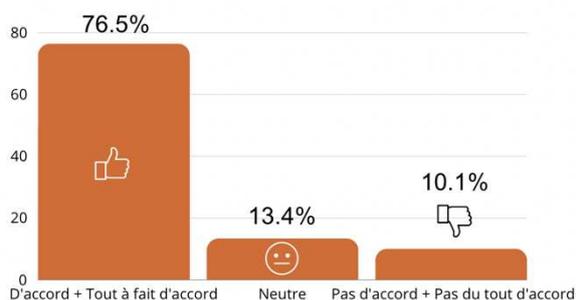


Figure 33: Curiosité des médecins français pour l'IA générative

 **Médecins américains**

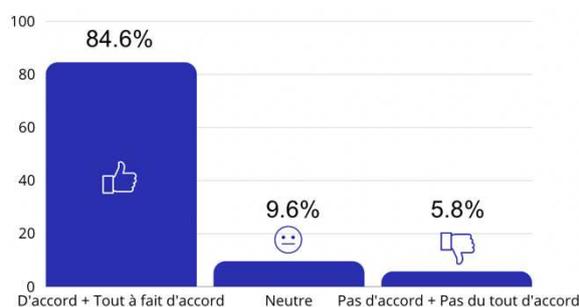


Figure 34: Curiosité des médecins américains pour l'IA générative

La curiosité des médecins pour l'IA générative est très élevée. Environ 76,5 % des répondants sont d'accord ou tout à fait d'accord avec l'affirmation, ce qui indique un intérêt significatif pour en apprendre davantage sur cette technologie. Seule une petite proportion (environ 10,1 %) sont en désaccord ou fortement en désaccord, montrant ainsi qu'une grande majorité est ouverte à l'exploration de l'IA générative.

Il existe un fort sentiment de curiosité envers l'IA générative clinique chez les médecins américains, avec 84,6 % des répondants étant soit d'accord, soit tout à fait d'accord avec cette affirmation. Seule une petite minorité (5,8 %) a exprimé leur désaccord. Ce niveau élevé de curiosité suggère que de nombreux médecins américains sont ouverts à en apprendre davantage sur cette technologie et éventuellement à l'intégrer dans leur pratique.

Les statistiques descriptives suggèrent que les médecins américains montrent légèrement plus de curiosité envers la technologie de l'IA générative par rapport à leurs homologues français. La tendance globale indique une grande curiosité dans les deux groupes, mais avec quelques différences dans la répartition des réponses neutres et négatives. La valeur de p de 0,41 indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les proportions de réponses des médecins français et américains concernant leur curiosité à l'égard de cette technologie. En résumé, bien que les proportions sont légèrement différentes entre les deux groupes, cette différence n'est pas statistiquement significative selon le test du Chi2.

Dans l'ensemble, tant les médecins français que américains manifestent une grande curiosité pour l'IA générative, une majorité significative exprimant le désir d'en apprendre davantage et d'intégrer cette technologie dans leur pratique. Des préoccupations et des craintes sont présentes, mais elles ne dominent pas le sentiment général. Explorons à présent les perspectives des médecins quant à leur disposition éventuelle à se former à l'IA Générative.

3.19 - Une curiosité qui s'accompagne d'un véritable désir d'apprentissage de la part des médecins français et américains, avec un besoin d'accompagnement par la formation au sein des hôpitaux et des universités.

Les données ont montré que les médecins étaient curieux de l'IA générative. Le questionnaire leur a donc demandé s'ils souhaitent en apprendre davantage de leur propre initiative, ainsi que s'ils estimaient que les universités et les hôpitaux avaient un rôle à jouer dans la formation des professionnels de santé aux technologies d'intelligence artificielle. Les médecins ont répondu aux affirmations suivantes : "Je veux en apprendre plus sur ce sujet, de manière proactive" et "J'aimerais que les hôpitaux ou les écoles proposent une formation liée à la l'IA Générative en pratique clinique".

"Je veux en apprendre plus sur ce sujet, de manière proactive"


Médecins français

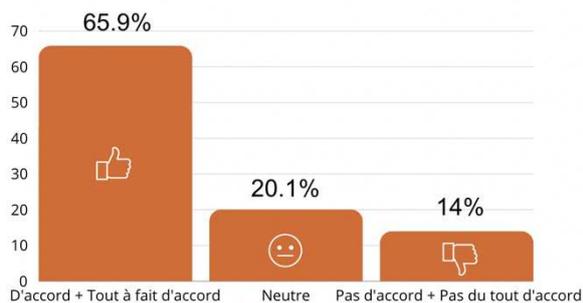


Figure 35: Volonté des médecins français d'en apprendre plus sur l'IA générative de manière proactive


Médecins américains

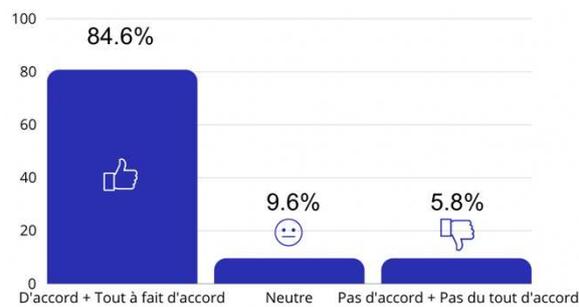


Figure 36: Volonté des médecins américains d'en apprendre plus sur l'IA générative de manière proactive

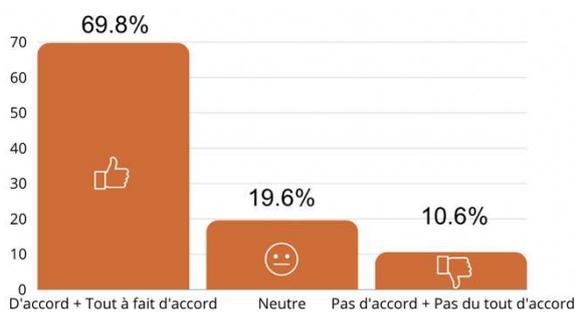
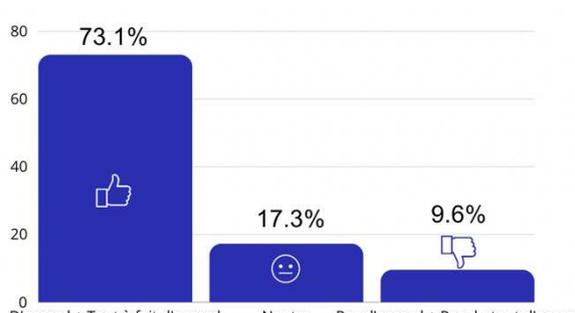
Une majorité significative de 65,9 % des médecins français interrogés ont exprimé un intérêt proactif pour l'apprentissage de l'IA générative, se déclarant soit "d'accord" soit "tout à fait d'accord". Ce chiffre indique une forte volonté au sein de la profession médicale de s'engager activement dans la compréhension de l'IA Générative. Néanmoins, il est crucial de noter que 20,1 % des répondants ont adopté une position neutre, suggérant une certaine hésitation ou un besoin d'informations supplémentaires avant de s'engager. Enfin, 14 % des médecins se sont montrés réticents.

Une très large majorité de 84,6 % des médecins américains interrogés se sont déclarés "d'accord" ou "tout à fait d'accord" avec l'idée d'apprendre de manière proactive sur l'IA générative dans le domaine clinique. Ce chiffre témoigne d'un intérêt marqué pour l'intégration et la compréhension de cette technologie émergente. De plus, seulement 9,6 % des répondants ont adopté une position neutre, ce qui indique que très peu de médecins sont indécis sur ce sujet. Enfin, une minorité de 5,8 % des répondants ont exprimé une opposition à l'idée de s'informer davantage sur l'IA générative, reflétant une faible réticence au sein du corps médical américain. Cette répartition montre non seulement une volonté prononcée de la part des médecins américains de s'approprier cette technologie, mais aussi un consensus

	quasi unanime en faveur de l'élargissement de leurs compétences dans ce domaine.
--	--

Selon le test du χ^2 , il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les proportions de réponses des médecins français et américains concernant leur volonté d'en apprendre davantage sur ce sujet de manière proactive (valeur de p : 0,063). En résumé, bien que les proportions semblent différentes entre les deux groupes, cette différence n'est pas statistiquement significative. Ces résultats indiquent un intérêt généralement positif et une ouverture parmi les répondants à en apprendre davantage de manière proactive sur l'IA générative clinique.

« J'aimerais que les hôpitaux ou les Universités proposent des formations cliniques liées à l'IA Générative »

 Médecins français	 Médecins américains																
 <p>Figure 37: Appétence des médecins français pour une formation en GenAI dispensée par les hôpitaux ou universités</p> <table border="1"> <tr><th>Catégorie</th><th>Pourcentage</th></tr> <tr><td>D'accord + Tout à fait d'accord</td><td>69.8%</td></tr> <tr><td>Neutre</td><td>19.6%</td></tr> <tr><td>Pas d'accord + Pas du tout d'accord</td><td>10.6%</td></tr> </table>	Catégorie	Pourcentage	D'accord + Tout à fait d'accord	69.8%	Neutre	19.6%	Pas d'accord + Pas du tout d'accord	10.6%	 <p>Figure 38: Appétence des médecins américains pour une formation en GenAI dispensée par les hôpitaux ou universités</p> <table border="1"> <tr><th>Catégorie</th><th>Pourcentage</th></tr> <tr><td>D'accord + Tout à fait d'accord</td><td>73.1%</td></tr> <tr><td>Neutre</td><td>17.3%</td></tr> <tr><td>Pas d'accord + Pas du tout d'accord</td><td>9.6%</td></tr> </table>	Catégorie	Pourcentage	D'accord + Tout à fait d'accord	73.1%	Neutre	17.3%	Pas d'accord + Pas du tout d'accord	9.6%
Catégorie	Pourcentage																
D'accord + Tout à fait d'accord	69.8%																
Neutre	19.6%																
Pas d'accord + Pas du tout d'accord	10.6%																
Catégorie	Pourcentage																
D'accord + Tout à fait d'accord	73.1%																
Neutre	17.3%																
Pas d'accord + Pas du tout d'accord	9.6%																
<p>Une majorité significative des médecins français, soit environ 70 %, ont exprimé un fort désir que leurs institutions, qu'il s'agisse d'hôpitaux ou d'universités, organisent des sessions de formation sur l'intelligence artificielle générative. Cette demande met en lumière l'importance cruciale de la formation continue pour ces professionnels, non seulement pour maintenir des standards élevés dans leurs pratiques cliniques, mais aussi pour leur permettre d'intégrer de manière efficace et efficiente les technologies émergentes, telles que la GenAI, dans leur travail quotidien. Le fait que 19,6 % des répondants aient une position neutre suggère que, bien que l'intérêt soit majoritaire, il existe encore une marge pour sensibiliser davantage ces médecins à l'importance de ces formations. 10,6 % des répondants se</p>	<p>Avec 73,1 % des médecins américains interrogés exprimant leur accord ou leur fort accord, il existe une demande manifeste pour des programmes de formation formels en intelligence artificielle générative clinique. Cette adhésion majoritaire souligne l'intérêt croissant et la reconnaissance de l'importance d'intégrer l'IA dans la pratique médicale. En parallèle, 17,3 % des répondants se positionnent de manière neutre, ce qui pourrait indiquer une ouverture à l'idée de ces formations mais peut-être un besoin de plus d'informations ou de preuves de l'efficacité de ces programmes. Enfin, une minorité de 9,6 % exprime une opposition à cette initiative, ce qui suggère que la réticence envers l'IA dans le milieu clinique reste relativement faible mais non négligeable. .</p>																

sont montrés réticents, peut-être par manque de temps ou d'intérêt pour le sujet, ce qui reflète un faible niveau d'opposition à cette initiative.	
--	--

Selon le test du Chi-2, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les proportions de réponses des médecins français et américains concernant leur souhait que les hôpitaux ou les écoles offrent une formation liée à l'IA clinique (valeur p : 0,84). Il existe une demande forte et claire parmi les médecins français et américains pour une formation liée à l'IA générative, ce qui représente une opportunité précieuse pour les hôpitaux et les institutions éducatives de développer et d'offrir des programmes éducatifs ciblés afin d'améliorer l'adoption et l'intégration de l'IA et de l'IA générative dans la pratique clinique. Si ce type de technologie prend de l'ampleur en pratique courante, il serait utile que ce type de formation fasse partie intégrante de la formation initiale et continue des professionnels de santé.

Après avoir exploré l'intérêt des médecins pour le sujet, il leur a été demandé d'identifier les facteurs favorisant et freinant l'adoption de l'IA générative, à travers un mélange de questions fermées et ouvertes. Les réponses montrent une convergence d'opinions entre les médecins américains et français, bien que quelques différences subtiles se dégagent.

3.20 - Les critères les plus importants pour l'adoption de l'IA générative par les médecins français et américains : fiabilité, précision, facilité d'utilisation, efficacité et rapidité.

Les médecins participants à l'étude ont été invités à classer les facteurs d'adoption du plus important au moins important selon leur perspective, parmi les suivants :

- Fiable et précis
- Facile à utiliser
- Respecte la confidentialité
- Largement adopté par mes pairs
- Efficace et rapide
- Testé sur une longue période
- Rentable

- Processus décisionnel interprétable

Dans les réponses des médecins français, les trois facteurs apparaissant le plus fréquemment en premières positions sont :

- Fiable et précis
- Facile à utiliser
- Efficace et rapide

Les trois facteurs apparaissant le plus fréquemment en dernières positions sont :

- Largement adopté par mes pairs
- Rentable
- Protège la confidentialité

Les médecins français semblent privilégier les outils qui sont fiables, précis, faciles à utiliser et efficaces. Ces facteurs sont essentiels pour garantir une intégration sûre et efficace de l'IA générative dans la pratique clinique. Bien que les tests prolongés, l'adoption par les pairs et la confidentialité soient encore importants, ils ne sont pas prioritaires selon eux. Cela indique une focalisation sur la fonctionnalité et la fiabilité immédiates plutôt que sur la validation à long terme et les préoccupations de coût du côté Français.

Dans les réponses des médecins américains, les trois facteurs les plus fréquemment cités en premières positions sont :

- Fiable et précis
- Facile à utiliser
- Rentable

Les trois facteurs les plus fréquemment cités en dernière position sont :

- Largement adopté par mes pairs
- Protège la confidentialité
- Processus décisionnel interprétable

La fiabilité, la facilité d'utilisation et le rapport coût-efficacité sont les facteurs les plus critiques pour les médecins américains dans le cadre de l'adoption de l'IA générative

en pratique clinique. L'interprétabilité, la confidentialité et l'adoption par les pairs restent importants mais sont moins critiques.

Les médecins américains et français accordent tous deux une grande importance à la fiabilité et à la précision de la technologie, ainsi qu'à sa facilité d'utilisation. Cependant, les priorités divergent lorsqu'il s'agit d'autres critères. Les médecins américains placent la rentabilité parmi les trois premiers facteurs les plus importants, tandis que les médecins français le considèrent comme un facteur moins essentiel. À l'inverse, les médecins français valorisent davantage l'efficacité et la rapidité, critères qui apparaissent dans leurs trois premières positions, contrairement à leurs homologues américains. De plus, les deux groupes de médecins classent parmi les facteurs les moins importants l'adoption par leurs pairs et la protection de la confidentialité, indiquant que ces aspects ne sont pas perçus comme des priorités majeures dans l'évaluation de nouvelles technologies. Enfin, les médecins américains considèrent le processus décisionnel interprétable comme un critère de moindre importance, une préoccupation qui n'est pas mise en avant non plus par les médecins français. Ces différences révèlent des priorités variées dans l'adoption de l'IA Générative entre les deux pays, influencées par des contextes de santé, des considérations économiques et des environnements réglementaires distincts.

Les médecins ont également eu l'occasion d'exprimer librement ce qu'ils considéraient comme important pour une adoption éthique de l'IA générative dans la pratique clinique. Les considérations clés suivantes ont émergé de leurs réponses (similaires ou en plus de celles précédemment mentionnées).

Réponses des médecins français :

- Validation : L'IA doit être rigoureusement testée et validée pour répondre aux normes cliniques et fournir des recommandations fondées sur des preuves.
- Personnalisation : Les outils d'IA doivent permettre la personnalisation des traitements en fonction des spécificités individuelles des patients. Les outils d'IA doivent également être personnalisés selon la pratique du médecin, afin de ne pas interférer avec sa méthode de travail mais plutôt l'augmenter.
- Reproductibilité : Il faut que les résultats de l'IA soient reproductibles dans diverses situations cliniques.
- Gain de temps : Les médecins attendent de l'IA générative qu'elle leur fasse gagner du temps dans la gestion quotidienne des patients, en particulier à l'hôpital.

- Mise à jour des connaissances : L'IA générative est intéressante pour aider les médecins à se tenir informés des dernières avancées et pratiques médicales. Les IA Génératives mises à jour avec les dernières connaissances scientifiques aura de la valeur pour les médecins.
- Formation et temps de formation : Selon les répondants, seuls les médecins ayant une formation adéquate doivent utiliser ces outils pour en garantir une utilisation correcte et sécurisée. Les médecins ont besoin de suffisamment de temps pour se former à l'utilisation de ces nouveaux outils.
- Collaboration et non-remplacement : L'IA doit travailler en harmonie avec les médecins, en les assistant plutôt qu'en les remplaçant.
- Interface utilisateur : Une interface intuitive et « user friendly » est indispensable pour une adoption rapide et efficace.
- Performance médicale : L'IA doit contribuer à l'amélioration des performances médicales en fournissant un outil supplémentaire pour une prise de décision fiable.
- Probabilité diagnostique : L'IA doit indiquer des probabilités pour les diagnostics proposés, aidant les médecins à mieux évaluer les options possibles.

Réponses des médecins américains :

- Accessibilité : La disponibilité de l'IA Générative pour la pratique clinique est un facteur clé. Les médecins souhaitent avoir un accès facile et abordable à ces technologies pour les intégrer efficacement dans leur pratique quotidienne.
- Approche centrée sur le patient : L'IA doit être centrée sur le patient, c'est-à-dire qu'elle doit améliorer l'expérience et les résultats des patients sans déshumaniser la relation médecin-patient.
- Préoccupations éthiques et humaines : Les préoccupations éthiques, y compris la potentielle déshumanisation de la médecine et les biais dans les outils d'IA, sont des obstacles significatifs à l'adoption. Les médecins veulent s'assurer que l'IA respecte les principes éthiques et améliore la relation médecin-patient.

3.21 - Manque de données de qualité et de profils interdisciplinaires : principaux freins à l'adoption de l'IA générative dans la pratique clinique selon les médecins français et américains

Les médecins participants à l'étude ont été invités à classer les freins à l'adoption de l'IA générative, du frein le plus important au moins important selon leur perspective, parmi les suivants :

- Manque de données de haute qualité
- Manque de normes réglementaires
- Difficultés d'intégration aux systèmes existants
- Manque de talents interdisciplinaires
- Compréhension et acceptation insuffisantes de la technologie par les professionnels de la santé

Parmi les médecins français, l'analyse des barrières à l'adoption de l'IA générative dans le domaine clinique met en évidence les facteurs les plus cités dans des positions spécifiques. En première et deuxième position, les barrières les plus fréquemment mentionnées sont le manque de données de haute qualité et le manque de normes réglementaires. En troisième position, la compréhension et l'acceptation insuffisantes de la technologie. En quatrième et cinquième positions, les barrières prédominantes sont les difficultés d'intégration aux systèmes existants et le manque de talents interdisciplinaires. Ces données soulignent les défis critiques liés à la qualité des données et aux cadres réglementaires qui doivent être levés et améliorés pour favoriser l'adoption de l'IA générative dans la pratique clinique.

Parmi les médecins américains, l'analyse révèle que la barrière la plus fréquemment citée en première position est le manque de talents interdisciplinaires avec une expertise à la fois médicale et en IA. Pour la deuxième position, la barrière prédominante est le manque de données de haute qualité. En troisième position, la compréhension et l'acceptation insuffisantes de la technologie de l'IA générative clinique par les professionnels de la santé se distinguent. En quatrième position, les difficultés d'intégration sont mentionnées. Enfin, en cinquième position, le manque de normes réglementaires est la barrière la plus mentionnée.

L'analyse des freins à l'adoption de l'IA générative dans le domaine clinique révèle des priorités légèrement différentes entre les médecins français et américains. Les médecins français considèrent principalement le manque de données de haute qualité et le manque de normes réglementaires comme les plus grands obstacles. En revanche, les médecins américains identifient avant tout le manque de talents interdisciplinaires, suivis du manque de données de haute qualité. Ces données mettent en évidence les défis importants en matière d'acquisition de talents, de qualité des données, d'acceptation professionnelle et de normes réglementaires, qui doivent être surmontés pour faciliter l'adoption de l'IA générative dans la pratique clinique.

Les médecins ont également eu l'opportunité de s'exprimer librement sur ce qu'ils considéraient comme les plus grandes barrières à l'adoption éthique de l'IA générative dans la pratique clinique. Les considérations clés suivantes ont émergé de leurs réponses (similaires ou en plus de celles précédemment mentionnées):

Réponses des médecins français :

- Formation des cliniciens : Besoin crucial de former les cliniciens à l'utilisation et à la compréhension des outils d'IA et manque de connaissances sur l'outil, ses avantages et ses limitations. Une peur générale de la technologie et de ses implications et l'incapacité de vérifier les réponses de l'IA. Le temps nécessaire pour intégrer et utiliser efficacement l'IA.
- Interactions humaines et aspects cliniques : Crainte que l'IA ne réduise les interactions humaines essentielles qui sont cruciales pour une bonne pratique médicale, et inquiétude que l'IA conduise à une pratique de la médecine plus impersonnelle.
- Acceptation de l'IA par les patients : Besoin de s'assurer que les patients acceptent et comprennent l'utilisation de l'IA dans leur diagnostic.
- Confiance : Importance de développer la confiance dans les outils d'IA.
- Intégration et interopérabilité : Nécessité d'équipes dédiées pour gérer et intégrer l'IA dans les établissements de santé. Intégration et interopérabilité, souveraineté : Défis liés à l'intégration de l'IA avec les systèmes existants et à la souveraineté des données.
- Dépendance à l'informatique : Risque de dépendance excessive aux systèmes informatiques.
- Manque de standardisation des données entre les centres, grande variabilité : Problèmes de variabilité et de standardisation des données entre les différents centres. Problème de la qualité et de la pertinence des données utilisées pour entraîner les modèles d'IA.
- Aspects éthiques et de confidentialité : Besoin d'un cadre éthique solide pour l'utilisation de l'IA. Préoccupations concernant la protection des données des patients. Implications légales de l'utilisation de l'IA dans les diagnostics et les traitements médicaux.

- Évaluation et preuve de concept : Preuve d'intérêt nécessaire : Importance de démontrer l'intérêt et les avantages de l'IA. Preuves cliniques, validation par les autorités.

Réponses des médecins américains :

- Problèmes techniques : Les problèmes techniques sont fréquemment cités. Les médecins semblent préoccupés par les capacités des algorithmes actuels et la transparence et la qualité des données utilisées.
- Problèmes interpersonnels : Il y a une crainte notable que l'IA puisse déshumaniser la relation médecin-patient et dévaluer le rôle des médecins.
- Considérations éthiques et de confidentialité : La confidentialité des patients et l'intégration sécurisée des données électroniques sont des préoccupations importantes.
- Accès et ressources : L'accès aux ressources et aux données des revues médicales est un obstacle identifié, soulignant l'importance de rendre les ressources plus accessibles.
- Manque de connaissances : Il est nécessaire d'améliorer la compréhension de l'IA parmi les professionnels de la santé, en particulier en ce qui concerne l'utilisation des outils d'IA dans les sous-spécialités où les normes de traitement évoluent constamment.

3.22 Les médecins français et américains considèrent l'IA générative comme un outil piloté par les médecins.

Il a été demandé aux médecins de sélectionner une ou plusieurs des affirmations suivantes pour définir ce qu'ils estiment être le futur souhaitable de l'interaction entre médecins et IA générative. Le nombre d'occurrences pour chaque affirmation est affiché ci-dessous.

- Les médecins n'ont pas besoin d'utiliser l'IA générative clinique.
- Les médecins dirigent le processus de diagnostic et de traitement tandis que l'IA générative ne joue que le rôle d'un outil.
- L'IA générative clinique réalise le processus de diagnostic et de traitement sous la supervision et l'optimisation des médecins.
- L'IA générative clinique remplace complètement les médecins pour le diagnostic et le traitement des patients.

Réponses des médecins français :

Les médecins n'ont pas besoin d'utiliser l'IA générative clinique. **(9 occurrences)**: Ce résultat indique que seule une petite fraction des médecins soutient l'idée que les médecins n'ont pas besoin d'utiliser l'IA générative clinique.

Les médecins dirigent le processus de diagnostic et de traitement tandis que l'IA générative ne joue que le rôle d'un outil. **(153 occurrences)**: Avec 153 occurrences, cette affirmation est de loin la plus fréquemment mentionnée. Cela indique une forte préférence pour une approche où l'IA générative clinique est utilisée comme un outil de soutien, les médecins conservant le contrôle principal du processus de diagnostic et de traitement.

L'IA générative clinique réalise le processus de diagnostic et de traitement sous la supervision et l'optimisation des médecins. **(51 occurrences)**: Cette affirmation, mentionnée 51 fois, montre un intérêt modéré pour l'idée que l'IA peut effectuer le processus de diagnostic et de traitement sous la supervision des médecins. Cela suggère une certaine ouverture à l'automatisation partielle du processus, tant que les médecins conservent un rôle de supervision et d'optimisation.

L'IA générative clinique remplace complètement les médecins pour le diagnostic et le traitement des patients. **(0 occurrences)**: L'absence d'occurrences pour cette affirmation indique un rejet clair de l'idée que l'IA générative clinique pourrait remplacer complètement les médecins pour le diagnostic et le traitement des patients.

Réponses des médecins américains :

Les médecins n'ont pas besoin d'utiliser l'IA générative clinique. **(3 occurrences)**: Cela représente une petite minorité, la faible fréquence suggère un rejet limité des outils d'IA.

Les médecins dirigent le processus de diagnostic et de traitement tandis que l'IA générative clinique ne joue qu'un rôle auxiliaire, en tant qu'outil. **(49 occurrences)**: La

majorité soutient l'idée que les médecins doivent rester au centre des processus de diagnostic et de traitement, l'IA générative servant de soutien.

L'IA générative clinique réalise le processus de diagnostic et de traitement sous la supervision et l'optimisation des médecins. **(17 occurrences)**: Un nombre significatif de réponses soutient un rôle plus intégré pour l'IA générative, où elle effectue la plupart des tâches mais toujours sous la direction et la supervision des médecins. Cela indique un niveau modéré de confiance dans les capacités de l'IA, avec la reconnaissance que la supervision des médecins est cruciale pour assurer la précision et la sécurité.

L'IA générative clinique remplace complètement les médecins pour le diagnostic et le traitement. **(1 occurrence)**: Une seule réponse indique une volonté de voir l'IA générative remplacer complètement les médecins.

En résumé, les résultats montrent une forte préférence pour un modèle collaboratif où l'IA générative clinique sert d'outil, en soutien au médecin clinicien, permettant aux médecins de conserver le contrôle principal sur le diagnostic et le traitement. Les médecins américains semblent légèrement plus ouverts à une autonomie accrue de l'IA sous supervision comparativement à leurs homologues français. Les médecins français montrent un soutien plus marqué pour que l'IA joue un rôle d'outil sous leur direction principale.

VII) Discussion

A) Points forts et limites de l'étude

Le choix d'une méthode quantitative nous a permis de recueillir les opinions d'un grand nombre de médecins en France, une étude d'une telle envergure n'ayant probablement jamais été réalisée ou publiée auparavant en France. Globalement, la diversité des critères a été respectée et nous avons réussi à obtenir un large éventail de profils tout au long de l'étude.

L'ordre et la formulation des questions ont été conçus pour éviter des réponses directes ; nous avons plutôt opté pour des questions alternatives qui exploraient les sentiments et les émotions des médecins ou les situations réelles qu'ils pourraient

rencontrer. Nous avons observé une variabilité significative parmi les participants en termes d'âge et de sexe.

De plus, mon expérience en tant que pharmacienne française vivant aux États-Unis est à la fois une force et une limitation pour cette étude. D'une part, la force réside dans ma capacité à adopter une perspective biculturelle, ayant interagi avec les systèmes de santé français et américain, soutenue par une solide expérience pratique. D'autre part, ma position en tant que Française à San Francisco, au cœur de la Silicon Valley, rapidement informée des dernières innovations en matière d'IA, peut introduire des biais en faveur de la technologie et suggérer que cette technologie est bien établie dans le monde entier, alors qu'elle en est encore à ses débuts d'adoption et d'impact dans divers domaines professionnels.

En ce qui concerne les limitations de l'étude, il est important de noter que moins de réponses ont été recueillies aux États-Unis par rapport à la France, rendant les données américaines moins exploitables et comparables à celles des médecins français. De plus, l'étude aurait gagné en profondeur en étant complétée par une méthode d'entretien qualitatif, pour mieux comprendre les phénomènes subjectifs et permettre aux répondants une plus grande liberté d'expression.

Certaines études soulignent également que la résistance au changement parmi les médecins peut constituer un défi lors de la mise en œuvre de nouvelles pratiques cliniques, influençant la manière dont les médecins répondent aux questionnaires.

(167)(168)(169)

Nous devons également mentionner le biais de désirabilité sociale. Le biais de désirabilité sociale se produit lorsque les individus fournissent des réponses plus favorables pour améliorer leur présentation personnelle. Les répondants peuvent avoir tendance à répondre de manière qu'ils croient favorablement perçue, rendant difficile l'admission d'un manque de connaissances sur un sujet. Ce biais peut avoir un impact significatif sur l'interprétation des résultats. ⁽¹⁷⁰⁾

De même, il existe un biais de recrutement dans notre étude. Peut-être que certaines personnes ont refusé de participer en raison d'un manque d'intérêt pour le sujet, tandis que d'autres ont potentiellement estimé ne pas avoir suffisamment d'informations pertinentes pour y contribuer.

B) Discussion des résultats

L'étude révèle que les opinions des médecins sur l'IA générative sont relativement similaires en France et aux États-Unis. Les deux groupes partagent une perspective prudente mais optimiste sur la technologie, reconnaissant son potentiel tout en exprimant des préoccupations concernant ses limitations actuelles et ses applications pratiques.

1/ Sensibilisation à l'IA Générative en pratique clinique

Une conclusion importante est que, bien que la plupart des médecins aient entendu parler de l'IA générative, peu d'entre eux connaissent ses applications en pratique clinique ou en médecine. Notamment, 54% des médecins français et 86% des médecins américains ont déclaré avoir entendu parler de l'IA générative en pratique clinique, ce qui représente une proportion considérable. Une grande proportion des répondants a indiqué avoir entendu parler de l'IA générative dans un contexte non professionnel, mais cette proportion est plus faible lorsqu'il s'agit de son application en pratique clinique. Lorsqu'on leur demande quels outils ils connaissent, les médecins mentionnent généralement des outils d'histopathologie et des outils d'imagerie médicale, ce qui indique une exposition limitée aux capacités plus larges de l'IA générative.

Une observation universelle est que la plupart des médecins français ne se sentent pas à l'aise avec le concept d'IA générative, 71% d'entre eux considérant qu'ils n'ont pas une bonne compréhension de celui-ci. En revanche, les médecins américains ont une position plus neutre sur la question, avec la moitié d'entre eux estimant avoir une bonne compréhension tandis que l'autre moitié ne se sent pas entièrement à l'aise avec le concept d'IA générative. Il est également probable que beaucoup n'aient pas approfondi le sujet et ne savaient pas comment se positionner. Certains répondants ont mentionné que ce type d'étude les a amenés à réfléchir sur leur compréhension globale de l'IA et spécifiquement de l'IA générative en soins de santé. Cette réflexion pourrait servir de catalyseur pour un intérêt et un apprentissage accru dans ce domaine. Néanmoins, dans les réponses des médecins français et américains, les réponses libres étaient souvent techniques et détaillées, utilisant un vocabulaire précis et complet lié à l'IA.

La disparité des niveaux de confort avec l'IA générative entre les médecins français et américains peut être attribuée à plusieurs facteurs, tels que la différence d'exposition aux technologies numériques et à l'éducation sur l'IA pendant leur formation, ou les attitudes culturelles envers l'adoption de la technologie.

Les médecins français et américains, combinés, semblent avoir généralement entendu parler de l'IA générative dans tous les groupes d'âge (valeur p : 0,19). Cependant, il apparaît que les jeunes médecins sont généralement mieux informés sur cette technologie. En effet, 89% des médecins âgés de 20 à 29 ans ont déjà entendu parler de l'IA générative. La familiarité des jeunes médecins avec les ressources numériques les rend potentiellement plus réceptifs aux nouvelles avancées technologiques.

En outre, l'auto-évaluation des connaissances sur l'IA générative a montré que, en combinant les groupes français et américains, les groupes d'âge se sentant le moins à l'aise avec les concepts d'IA générative étaient les médecins âgés de 50 à 69 ans. Cela pourrait être attribué à plusieurs facteurs, notamment une moindre exposition aux technologies numériques pendant leur formation initiale, ainsi qu'un manque d'intérêt ou de temps pour se former aux nouvelles technologies au cours de leur carrière.

En développant cela, il serait intéressant de mener des études qualitatives pour comprendre les raisons de cette disparité générationnelle. Par exemple, interviewer des médecins de différents groupes d'âge sur leurs ressources d'information, leur formation continue, et leurs opinions sur les technologies émergentes. Ces données pourraient fournir des informations précieuses pour développer des stratégies de formation et de communication ciblées, visant à améliorer l'adoption de l'IA générative dans tous les groupes d'âge au sein de la profession médicale.

2/ Un mélange d'optimisme et de crainte quant à l'avenir de l'IA générative en pratique clinique

Malgré l'appréhension initiale, les médecins français et américains sont assez réceptifs au développement de cette technologie et relativement optimistes quant à son avenir. Plus précisément, 54 % des médecins français et 60% des médecins américains pensent que l'IA générative stimulera la médecine. De plus, 80% des médecins français et 83% des médecins américains estiment que l'IA générative sera de plus en plus utilisée en médecine. Cela suggère que l'adoption sera plus facile en l'absence de méfiance généralisée. Certains médecins américains utilisent déjà cette

technologie ; par exemple, MedPalm2, développé par Google, a commencé sa phase de test à la Mayo Clinic en 2023. (171)

Cependant, bien qu'ils ne soient pas majoritaires, une proportion significative des médecins interrogés a exprimé de la "peur" (28% des médecins français et 27% des médecins américains) avec des déclarations telles que "Peur de remplacer/déclasser le rôle des médecins". Cette émotion pourrait découler d'une méconnaissance de la technologie, de la peur de l'inconnu ou de messages alarmistes dans les médias. (172)

Il convient également de mentionner que la pandémie a mis en évidence le potentiel de la technologie pour poursuivre les consultations, démontrant que malgré les obstacles persistants et de longue date, les cliniciens peuvent surmonter leurs inquiétudes grâce à des engagements comportementaux et des intentions d'adaptation. (173)



Figure 39: Représentations médiatiques anxieuses de l'IA Générative dans les soins de santé

Les données montrent également que cette appréhension est présente parmi les patients, avec un rapport de 2023 indiquant que 60 % des Américains seraient mal à l'aise si leur prestataire de soins de santé se fiait à l'IA pour leurs propres soins de santé. (174) Il semble également que l'adoption de l'IA générative par les médecins dépend du consentement, de la confiance et de l'acceptation des patients, ce qui fait de l'adoption par les patients une condition préalable à l'adoption par les médecins. (175) Un rapport récent de Deloitte souligne la nécessité de la confiance des patients dans l'IA générative pour son implémentation efficace dans les soins de santé. Bien que l'utilisation de l'IA par les consommateurs à des fins de santé ait légèrement diminué, les stratégies essentielles incluent la transparence, le consentement des

patients et des modèles d'IA formés sur des données médicales spécifiques. Éduquer les patients sur les avantages de l'IA, assurer de solides relations patient-médecin et maintenir des pratiques rigoureuses de protection des données sont cruciaux pour renforcer la confiance des patients dans les solutions de soins de santé pilotées par l'IA. ⁽¹⁷⁶⁾

3/ L'IA générative n'est pas infaillible.

Ce scepticisme légitime à l'égard de l'IA générative dans la pratique clinique est également lié au manque de confiance établie dans la technologie, ainsi qu'à l'exactitude non prouvée de l'IA générative dans le secteur de la santé. L'enquête a révélé que les médecins ne perçoivent pas nécessairement des avantages significatifs en termes de précision avec l'IA générative pour la pratique clinique. Plus précisément, 51 % des médecins français et 60% des médecins américains ne considèrent pas l'IA générative comme étant plus précise qu'un médecin. De même, en termes d'efficacité, 55 % des médecins français et 43% des médecins américains ne pensent pas être moins efficaces que l'IA générative. De plus, parmi les obstacles à l'adoption de l'IA générative, le manque de données qualitatives et les problèmes techniques ont été cités par les médecins des deux pays. Toutes ces préoccupations découlent des limitations techniques de l'IA générative que nous connaissons aujourd'hui. ⁽¹⁷⁷⁾⁽¹⁷⁸⁾

Exactitude

Plusieurs études ont calculé les taux de précision de divers modèles d'IA, mettant en évidence leurs forces et leurs limitations dans le domaine du diagnostic médical. En 2023, le modèle GPT-4 a fourni le bon diagnostic dans 64 % des cas complexes et a identifié le bon diagnostic comme premier choix dans 39 % de ces cas. ⁽¹⁷⁹⁾ Une étude comparant la précision diagnostique de Google Bard, une IA générative, à celle des médecins a révélé que Google Bard a correctement identifié le diagnostic principal dans 40 % des cas, tandis que les médecins ont atteint un taux de précision plus élevé de 65 %. Ces résultats indiquent que, bien que Google Bard puisse être utile pour les cas courants, les médecins sont nettement plus précis dans l'identification du diagnostic principal. ⁽¹⁸⁰⁾

Dans l'étude *Diagnostic Accuracy of a Large Language Model in Pediatric Case Studies* publiée dans JAMA Pediatrics, les chercheurs ont évalué la performance de ChatGPT-3.5 dans le diagnostic des cas pédiatriques de JAMA Pediatrics et du NEJM. Le chatbot a eu un taux d'erreur de 83 %, avec 72 % de diagnostics incorrects et 11

% trop généraux. La plupart des diagnostics incorrects étaient dans le même système organique mais manquaient de spécificité. Malgré son taux d'erreur élevé, le chatbot a montré un potentiel pour générer des diagnostics différentiels et a souligné la nécessité d'une formation plus spécialisée pour une utilisation médicale précise. ⁽¹⁸¹⁾

L'étude *ChatGPT, Can You Help Me Save My Child's Life?* a évalué ChatGPT et GPT-4 pour la précision diagnostique et le soutien dans les urgences pédiatriques. Les modèles ont correctement diagnostiqué 94 % des cas mais ont conseillé d'appeler les services d'urgence dans seulement 54 % des cas. Ils ont fourni des premiers secours corrects dans 45 % des cas et ont incorrectement conseillé des techniques avancées dans 14 % des cas. Cette étude remet en question la fiabilité et la sécurité de ces outils d'IA en situations d'urgence, bien qu'ils puissent encore être prometteurs pour aider les secouristes non professionnels et les professionnels. ⁽¹⁸²⁾

L'étude publiée dans le *Journal of Translational Autoimmunity* a évalué la précision diagnostique des modèles d'IA GPT-4, GPT-3.5 et LLaMa 2 dans l'identification des maladies auto-inflammatoires. GPT-4 a égalé la performance d'un interniste pour la FMF mais était moins précis pour la DIRA, atteignant une précision diagnostique supérieure à 50 % pour la FMF et 20 % pour la DIRA. Cette étude souligne le potentiel et les limites de l'IA dans le diagnostic des troubles auto-inflammatoires complexes et suggère la nécessité d'une formation plus spécialisée pour les modèles d'IA. ⁽¹⁸³⁾

À la lumière de ces taux de précision, les conclusions sont souvent similaires : les modèles d'IA ne sont pas encore des substituts fiables pour les médecins experts mais peuvent servir d'aides précieuses dans des scénarios non experts et comme outils éducatifs pour les étudiants en médecine. Un travail technique supplémentaire est nécessaire pour obtenir de meilleurs taux de précision et garantir la validité des données de sortie des algorithmes.

Biais

Les critiques soulignent que l'IA générative perpétue les biais de genre et qu'elle est intrinsèquement biaisée sur le plan racial.⁽¹⁸⁴⁾⁽¹⁸⁵⁾ Les données de santé contiennent intrinsèquement des biais, ce qui est un problème bien connu en médecine. La préoccupation avec l'IA générative dans les soins de santé est qu'elle pourrait s'entraîner sur ces ensembles de données biaisées, amplifiant potentiellement les disparités existantes. En conséquence, la prise de décision médicale et les soins aux patients pourraient être affectés négativement. ⁽¹⁸⁶⁾

De manière non exhaustive, ces biais se manifestent dans les soins de santé comme suit : de nombreux chercheurs ont trouvé des preuves que les réseaux neuronaux profonds pour la classification des images dermatologiques sont biaisés contre les individus à la peau foncée en raison de déséquilibres dans les ensembles de données et du contraste plus faible dans les images des individus à la peau foncée. ⁽¹⁸⁷⁾⁽¹⁸⁸⁾

Jusqu'en 1993, les femmes étaient exclues de la recherche et des essais cliniques. Bien que cela se soit amélioré ces dernières années, les femmes sont encore souvent sous-représentées dans de nombreuses parties du processus de recherche clinique, et même lorsque les femmes sont incluses, de nombreuses études n'analysent toujours pas les données par sexe. Par exemple, les femmes subissent deux fois plus de réactions indésirables aux médicaments que les hommes pour plus de 86 médicaments différents approuvés par la FDA, entraînant une surmédication, des réactions indésirables, une susceptibilité accrue aux lésions hépatiques induites par les médicaments et des inexactitudes posologiques. ⁽¹⁸⁹⁾⁽¹⁹⁰⁾

Les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent être influencés par diverses sources de biais. Ces biais peuvent provenir des données elles-mêmes, de la façon dont les données sont structurées ou des humains développant les solutions. Pour atténuer les biais induits par l'homme, il est recommandé de créer des équipes d'ingénierie avec des profils diversifiés en termes de race, de genre, de lieu d'origine et de parcours éducatif. Cette diversité au sein des équipes peut aider à minimiser les biais et à améliorer l'équité des algorithmes. ⁽¹⁹¹⁾

Problème de la boîte noire et le besoin de transparence

L'IA générative pose des défis significatifs en matière de transparence et de confiance, qui sont essentiels pour son adoption dans la pratique clinique. GenAI produit des résultats en utilisant des ensembles de données vastes et des algorithmes complexes. Bien que cette complexité permette des applications innovantes et diversifiées, elle rend également difficile la compréhension des processus et des décisions exacts pris par l'IA, conduisant au problème de la "boîte noire" : les utilisateurs voient les entrées et les sorties mais ne peuvent discerner les étapes intermédiaires. ⁽¹⁹²⁾ La transparence est cruciale pour établir la confiance dans GenAI pour les décisions cliniques, comme en témoigne une enquête dans laquelle 91 % des médecins ont exprimé le besoin de savoir que les données de formation de ces outils ont été créées par des experts médicaux avant de les utiliser dans leur pratique. ⁽¹⁹³⁾ De plus, des recherches ont montré que seulement 50 % à 90 % des réponses des grands modèles de langage

(LLM) sont entièrement soutenues par les sources qu'ils citent, le modèle GPT-4 atteignant seulement 54 % de soutien pour ses réponses. ⁽¹⁹⁴⁾

La principale conclusion est que bien que les LLM puissent fournir des réponses pertinentes, leur capacité à offrir des références médicales précises et vérifiables doit être améliorée pour une utilisation sûre et efficace dans les environnements cliniques. Par conséquent, la transparence est essentielle dans l'utilisation de GenAI dans la pratique clinique, car comprendre le raisonnement et les sources de données derrière les résultats générés par l'IA est crucial.

4/ Une redéfinition de l'interaction homme/machine

La question se pose de savoir si cette collusion entre l'homme et la machine dans une postmodernité qui pousse l'individu à se développer aux côtés des machines représente une perte de ce qui fait de nous des humains ou une (r)évolution de l'espèce humaine. (Jean Maximilien Cadic) ⁽¹⁹⁵⁾

Les répondants à l'étude ont souligné que selon eux, l'interaction idéale entre le médecin et l'IA générative consisterait à considérer cette dernière uniquement comme un outil pour les médecins. Cette perspective a été mentionnée 153 fois par les répondants français et 49 fois par les répondants américains, indiquant une forte préférence pour que l'IA générative serve de technologie d'assistance plutôt que de remplacement de l'expertise humaine, à l'instar des avancées technologiques précédentes.

Comme le souligne le Harvard Business Review : *Au lieu de concevoir les nouvelles technologies pour remplacer la prise de décision humaine, les innovateurs devraient viser de nouveaux outils qui complètent et augmentent l'expertise des médecins* ⁽¹⁹⁶⁾

Les répondants ont insisté sur le fait que le médecin doit toujours être le décideur final, en conservant le contrôle de l'analyse et des décisions relatives aux patients. Cela souligne l'importance de développer des outils d'IA qui augmentent plutôt que de remplacer l'expertise du médecin. En veillant à ce que l'IA serve d'outil d'assistance, les développeurs peuvent atténuer les craintes concernant le déplacement des emplois et renforcer la valeur du jugement humain dans la pratique médicale. Les médecins français ne considèrent pas que ceux utilisant l'IA générative auront un avantage compétitif sur ceux qui ne l'utilisent pas (52,3 % des répondants français),

tandis que les médecins américains sont plus enclins à percevoir cet avantage compétitif (37 % des répondants américains pensent que ceux utilisant l'IA générative « remplaceront » ceux qui ne le font pas, contre 18,5 % des répondants français). (197)

Dans l'ensemble, il existe une légère tendance suggérant qu'un médecin qui adopte et utilise correctement et éthiquement l'IA générative disposerait d'un meilleur ensemble d'outils pour les soins aux patients. Cependant, les médecins ne sont pas particulièrement préoccupés par l'impact de l'IA générative sur leur profession. Cette notion était déjà présente lors des premières étapes du développement de l'IA dans le domaine médical, notamment dans les médias.

AI can't replace doctors. But it can make them better.

A machine can collate environmental data, genetic data, and patient history way better than I can.

By Rahu1 Pazikh

Figure 40: Publication du MIT Review, 2018 (198)

Le développement de l'IA générative influencera inévitablement la relation patient-médecin. La consultation, traditionnellement perçue comme une interaction entre deux personnes, a évolué avec l'avènement d'Internet et des réseaux sociaux, permettant aux patients de recueillir des informations de manière indépendante. L'intégration des dossiers médicaux électroniques, des technologies de santé numérique et des prescriptions électroniques a également introduit un nouvel acteur dans le cabinet du médecin : l'ordinateur, menant en quelque sorte à un trio. (199)



Figure 41: Dessin humoristique de Natasha Loder, Harvard Public Health (200)

Ce trio préoccupe. Dans une étude menée par Microsoft et Nuance auprès de 13 500 patients dans 11 pays, un patient sur trois a signalé son mécontentement face aux médecins préoccupés par leurs écrans d'ordinateur pendant les consultations. Une enquête récente a également révélé que la plupart des Américains sont mal à l'aise à l'idée que l'IA soit utilisée dans leurs propres soins de santé et craignent qu'elle ne détériore la relation patient-médecin. Cette problématique découle des expériences et des craintes globales des patients, ainsi que de la charge de travail importante des praticiens, qui doivent équilibrer des rendez-vous programmés de manière stricte et des délais de documentation rigoureux. ⁽²⁰¹⁾

L'IA générative, qui capture et génère des informations sous divers formats—texte, voix, vidéo, etc.—introduit un nouvel outil de communication. Pour optimiser la relation patient-médecin, ces outils d'IA doivent être développés pour minimiser les distractions du médecin, leur permettant de maintenir des conversations authentiques et des liens étroits avec leurs patients.

L'IA générative introduit de nouvelles frontières, distinctes de celles des recherches traditionnelles sur Internet. Cette technologie imite des caractéristiques humaines telles que l'expression, l'humour et la génération de contenu, brouillant les frontières entre ce qui est d'origine humaine et ce qui est produit par des machines. En adoptant ces traits semblables à ceux des humains, l'IA générative peut créer du contenu souvent indiscernable de celui généré par les personnes, conduisant à une interaction nuancée et parfois ambiguë entre les informations produites par l'homme et la machine.

Pour assurer la clarté dans l'interaction entre patients, médecins et IA générative, il est essentiel de faire preuve de transparence quant au fait que le contenu est généré par l'IA. Cette transparence aide à maintenir la confiance mutuelle et encourage la pensée critique. De plus, une approche "humain dans la boucle" est vitale, en particulier dans les soins de santé. Par exemple, UC San Diego Health est parmi les premiers aux États-Unis à intégrer GPT-4 dans les messages entre médecins et patients. Dans ce système, l'IA génère la réponse initiale, qui est ensuite revue et validée par un médecin avant d'être envoyée au patient. Cette approche soulage les médecins de la nécessité de répondre à chaque message tout en assurant l'exactitude des informations grâce à la supervision d'un expert humain. ⁽²⁰²⁾

Cette frontière floue entre ce qui émane des humains ou des machines est également au cœur d'un débat actuel sur la question de savoir si les grands modèles de langage (LLM) ont la même capacité de raisonnement que les humains. Bien qu'une publication de l'Académie de Médecine sur les LLM déclare : *La recherche de la vérité n'est pas intégrée dans l'état actuel de développement des systèmes d'IA générative : les textes générés sont produits par des moyens stochastiques, ils n'incorporent pas de représentation logique ou de critères de vérité.* Selon une autre étude - publiée en octobre 2023 - qui explore les parallèles entre le raisonnement humain et la performance des grands modèles de langage (LLM) sur les tâches de raisonnement logique : *Les modèles de langage montrent des effets de contenu similaires à ceux des humains sur les tâches de raisonnement*".⁽²⁰³⁾ Celle-ci souligne que tant les humains que les modèles de langage performant souvent de manière imparfaite sur ces tâches, en fonction du contenu et du contexte. Techniquement, le raisonnement logique des LLM est semblable à la déduction humaine, c'est-à-dire qu'il est influencé par le contenu des entrées.

5/ Répondre aux préoccupations liées à la réglementation.

L'étude a mis en évidence des préoccupations, en particulier de la part des médecins français, concernant la régulation et la validation de l'IA générative dans la pratique médicale. Plus précisément, le manque de normes réglementaires sur ces sujets est le deuxième obstacle à l'adoption le plus cité par les médecins français, étant classé 82 fois comme le premier ou le deuxième obstacle le plus significatif à l'adoption de la technologie. La revue de la littérature sur ce sujet montre que les initiatives réglementaires pour l'IA générative sont souvent larges et générales, avec très peu d'attention portée à l'utilisation spécifique de l'IA générative en médecine, et encore moins à l'IA générative dans le contexte spécifique de la pratique clinique.

Initiatives réglementaires pour l'IA générative en France et en Europe

Pendant l'été 2023, l'Union européenne a dévoilé la première réglementation exhaustive de l'IA au monde connue sous le nom de l'Acte sur l'intelligence artificielle de l'UE, incluant des dispositions pour l'IA générative. Cette législation a été adoptée par le Parlement européen en mars 2024, et par la suite, l'UE a établi un Bureau de l'IA dédié à l'application de la nouvelle réglementation. L'Acte sur l'IA stipule que « les cas d'utilisation inacceptables de l'IA générative, tels que les systèmes de catégorisation biométrique, la reconnaissance des émotions sur le lieu de travail et l'IA

qui manipule le comportement humain, sont interdits. » Il exige également que « en raison des changements réglementaires internationaux, les entreprises souhaitant adopter l'IA générative doivent évaluer rigoureusement les cas d'utilisation par une approche axée sur les risques. » Les organisations utilisant actuellement l'IA devront mener des audits approfondis pour garantir la conformité et éviter les sanctions potentielles. ⁽²⁰⁴⁾⁽²⁰⁵⁾⁽²⁰⁶⁾

L'IA Act a été critiqué pour son manque de clarté concernant son impact sur le paysage de la santé numérique. ⁽²⁰⁷⁾ De plus, il est incertain de savoir comment l'Acte sur l'IA interagira avec la législation sectorielle existante pour l'IA médicale. L'Europe dispose déjà de plusieurs réglementations concernant les dispositifs médicaux et la protection des données, telles que le Règlement sur les dispositifs médicaux (MDR) et le Règlement général sur la protection des données (GDPR). ⁽²⁰⁸⁾⁽²⁰⁹⁾⁽²¹⁰⁾

Concernant l'IA générative spécifiquement, l'Académie de médecine a récemment publié un rapport intitulé *Systèmes d'IA générative en santé : Enjeux et perspectives*, représentant l'un des premiers cadres officiels pour l'IA générative en santé en France. ⁽²¹¹⁾ Bien que l'effort pour définir le sujet et explorer les utilisations de l'IA générative en santé ait été salué, le rapport a également fait face à des critiques. L'une des problématiques est la description trop technique de l'IA générative, qui peut ne pas être entièrement accessible aux médecins. Une autre critique concerne la recommandation d'éviter de communiquer les données personnelles des patients et des professionnels de santé aux systèmes d'IA non clairement contrôlés en France ou en Europe. Le terme « contrôlé » reste vague. ⁽²¹²⁾

De plus, le deuxième rapport de la Délégation sénatoriale à la prospective, intitulé « Une IA efficace et éthique en santé », a été publié en mai 2024. Ce rapport explore l'impact potentiel de l'intelligence artificielle (IA) sur le secteur de la santé publique en France. ⁽²¹³⁾

Initiatives réglementaires pour l'IA générative aux États-Unis

Aux États-Unis, la FDA a approuvé près de 700 dispositifs médicaux intégrant l'IA depuis 1995, indiquant des critères réglementaires établis pour l'intelligence artificielle. Cependant, il y a un appel croissant pour des mesures réglementaires urgentes, les experts soulignant la nécessité de réguler les grands modèles de langage (LLM) distinctement des technologies médicales basées sur l'IA actuelles pour aborder les

potentiels risques et maintenir la confiance du public dans ces avancées révolutionnaires. ⁽²¹⁴⁾

Les États-Unis adoptent généralement une stratégie distincte de celle de l'UE pour la réglementation technologique, se concentrant sur une réglementation au cas par cas adaptée aux domaines d'application spécifiques plutôt que sur la mise en œuvre de lois larges et généralisées. Les États-Unis privilégient une approche d'innovation ouverte qui est pragmatique et axée sur les problèmes, facilitant une innovation plus facile. Cependant, cette stratégie est souvent critiquée pour être fragmentée et insuffisante, en particulier pour aborder les complexités de l'IA dans les soins de santé. Les critiques de l'approche américaine soutiennent qu'elle conduit à une fragmentation excessive et à une libre entreprise non contrôlée, tandis que l'approche de l'UE est perçue comme excessivement précautionneuse sur les plans juridique, éthique et socio-économique. Au 19 octobre 2023, la FDA n'a autorisé aucune technologie utilisant l'IA générative ou les LLM en tant que dispositif médical. ⁽²¹⁵⁾ Néanmoins, il existe de nombreux exemples de législations proposées, de lignes directrices et de meilleures pratiques concernant l'IA générative aux États-Unis, tant au niveau fédéral qu'au niveau des États. Par exemple, l'Ordre exécutif de la Maison Blanche sur l'IA, intitulé « Développement et utilisation sûrs, sécurisés et dignes de confiance de l'intelligence artificielle », cible divers secteurs. ⁽²¹⁶⁾ De plus, le Plan directeur de la Maison Blanche pour une Déclaration des droits de l'IA fournit des orientations sur l'accès équitable et l'utilisation des systèmes d'IA. ⁽²¹⁷⁾⁽²¹⁸⁾

En novembre 2023, l'AMA a également établi de nouveaux principes pour le développement, le déploiement et l'utilisation de l'IA, y compris une section sur l'utilisation de l'IA générative dans les soins de santé. Ces principes visent à garantir que les outils de santé activés par l'IA sont éthiques, équitables, responsables et transparents. Ils s'appuient sur les politiques précédentes de l'AMA et soulignent la nécessité d'une gouvernance nationale claire pour réguler l'adoption de l'IA, garantissant la sécurité des patients et réduisant les inégalités. Les principes insistent également sur l'importance de la transparence dans l'utilisation de l'IA, exigeant des informations détaillées sur les outils d'IA pour une évaluation appropriée par les médecins. De plus, les lignes directrices mettent en évidence l'importance de l'implication des médecins dans le développement des politiques d'IA pour répondre aux besoins des médecins et des patients. ⁽²¹⁹⁾

Le seul document officiel complet à grande échelle axé sur l'utilisation de l'IA générative en santé est « Éthique et gouvernance de l'intelligence artificielle pour la santé : Guide sur les grands modèles multimodaux », publié par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Il fournit des recommandations sur l'utilisation éthique et la gouvernance des grands modèles multimodaux (LMM) en santé. Le document aborde les applications potentielles, les défis et les risques associés aux LMM dans les soins cliniques, les applications centrées sur le patient, les tâches administratives et l'éducation médicale. Son objectif est de garantir que ces technologies sont utilisées de manière éthique et efficace, en adhérant aux principes de protection de l'autonomie, de promotion du bien-être, d'assurance de la transparence, de responsabilité, d'inclusivité et de durabilité. ⁽²²⁰⁾

Il est également important de noter que la numérisation croissante de la société a conduit à l'émergence de grandes entreprises technologiques (les Big Techs), qui exercent une influence politique significative en raison de leurs monopoles technologiques et de leurs ressources financières. La régulation de l'IA générative est actuellement caractérisée par des discussions en cours entre les décideurs politiques et les grandes entreprises technologiques. Ces géants de la technologie sont activement impliqués dans le développement d'initiatives pour établir des lignes directrices et des méthodologies pour la validation des algorithmes. Par exemple, Hugging Face, une startup d'IA, a lancé Open Medical-LLM, un benchmark conçu pour évaluer la performance des modèles d'IA générative sur les tâches médicales. Ce benchmark, créé en collaboration avec Open Life Science AI et le groupe de traitement du langage naturel de l'Université d'Édimbourg, intègre divers ensembles de tests existants tels que MedQA et PubMedQA. Il vise à identifier les forces et les faiblesses des modèles d'IA dans le raisonnement médical, en s'appuyant sur des examens médicaux et des banques de questions de biologie. ⁽²²¹⁾

Il est évident que les méthodes de contrôle des algorithmes nécessitent un niveau d'expertise technique si élevé que la régulation et la validation efficaces de l'IA générative dans la pratique clinique ne peuvent être atteintes que par une collaboration étroite entre les décideurs politiques, les géants de la technologie et les professionnels de la santé.

6/ Améliorer la formation des médecins pour répondre aux préoccupations concernant l'IA générative

Cette étude souligne également le désir des médecins d'en apprendre davantage sur les technologies d'IA et d'IA générative, avec 66 % des médecins français et 81 % des médecins américains souhaitant activement en savoir plus sur ce sujet. Cela nécessite la mise en place de ressources éducatives. Des programmes de développement professionnel continu devraient être mis en œuvre pour tenir les médecins informés des dernières avancées en matière d'IA et des meilleures pratiques. En effet, les médecins ont également exprimé un besoin de soutien de la part des hôpitaux ou des universités auxquels ils sont affiliés, avec 70 % des médecins français et 73 % des médecins américains souhaitant que les hôpitaux et/ou les universités offrent une formation relative à l'IA générative. Cependant, ils ont également noté les contraintes de temps associées à leur profession.

Développer des programmes de formation initiale et continue

Des programmes sur les technologies de l'IA pour les soins de santé existent déjà et fournissent une base solide pour les médecins en matière d'IA. Il est maintenant urgent de mettre à jour le contenu de ces programmes de formation avec les dernières avancées en IA générative et de développer des cours qui ne soient pas trop chronophages. Cette approche pourrait aider à combler le fossé des connaissances sans surcharger les médecins. De plus, la création d'une communauté de pratique où les médecins peuvent partager leurs expériences, défis et succès avec l'IA générative pourrait favoriser un environnement d'apprentissage collaboratif.

Pour exploiter avec succès la puissance de l'IA, les organisations de santé doivent être proactives, surtout maintenant, où l'IA générative et les grands modèles de langage (LLM) sont hautement accessibles mais nécessitent encore contrôle et orientation. Alors que l'IA devient un composant essentiel des soins de santé modernes, il est vital pour les organisations d'investir dans l'infrastructure nécessaire, la formation, les ressources et les partenariats pour soutenir son adoption réussie et garantir un accès équitable pour tous. (Sauder, Michael, et al., Exploring Generative Artificial Intelligence-Assisted Medical Education: Assessing Case-Based Learning for Medical Students) ⁽²¹⁹⁾

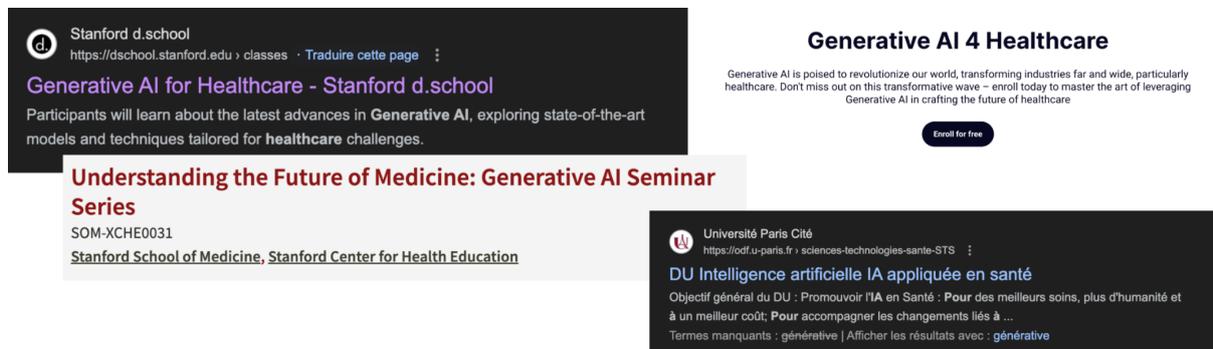


Figure 42: Exemple de formations disponibles sur l'IA dans le domaine de la santé

Préoccupations et implications de l'IA générative dans la formation des médecins

Cette étude met également en évidence des préoccupations selon lesquelles l'IA générative pourrait "émousser" les esprits des nouvelles générations de médecins et externaliser excessivement la pensée, citant des craintes de « dépendance excessive aux systèmes informatiques » et des inquiétudes telles que « les jeunes médecins pourraient perdre leur capacité de raisonnement » et « cela pourrait entraver nos processus neuronaux. » Le rôle de l'IA générative dans l'éducation est un sujet de recherche en cours. Les résultats actuels indiquent que bien que l'IA générative ne soit pas encore suffisamment complète pour servir de référentiel d'informations comme un manuel, elle peut répondre efficacement aux questions, générer des questions de test et répondre de manière appropriée dans des scénarios d'apprentissage basés sur des cas. Elle performe bien pour répondre à des questions liées à l'épidémiologie, au diagnostic et au traitement, mais rencontre des difficultés avec des sujets plus complexes. ⁽²²²⁾

L'éducation des futurs médecins est également discutée, avec pour objectif de créer un programme combinant des compétences en santé et en ingénierie. Un article de chercheurs de la Boston University Chobanian & Avedisian School of Medicine suggère d'incorporer des techniques d'éducation en ingénierie dans la formation médicale pour améliorer les capacités de pensée critique et de résolution de problèmes des étudiants en médecine, en particulier en ce qui concerne ces types de technologies. Les auteurs recommandent que les écoles de médecine adoptent ces stratégies issues de l'éducation en ingénierie pour développer des penseurs plus efficaces et résilients. ⁽²²³⁾

De cette manière, l'IA générative pourrait servir d'outil supplémentaire pour permettre aux étudiants de s'exercer à interagir avec des sujets cliniques. Il est important de noter que la compétence la plus critique à enseigner aux étudiants est maintenant la pensée critique, afin qu'ils puissent évaluer efficacement la validité des données générées par l'IA.

7/ Élargir le rôle de l'IA générative à toutes les professions de santé pour atténuer les effets de pénurie de soignants.

L'étude s'est concentrée sur l'utilisation de l'IA générative dans la pratique clinique des médecins. Cependant, les médecins ont également mentionné dans l'enquête que si l'IA générative est utilisée en médecine, son application devrait être étendue à toutes les structures de santé et à divers professionnels de santé, tels que les infirmiers et les pharmaciens. De plus, l'accès à cette technologie pour une utilisation multidisciplinaire a été souligné par les médecins comme une solution potentielle à la pénurie de médecins dans certaines régions. Les facteurs d'adoption mentionnés par les médecins dans l'étude incluent « Atténuer la pénurie de médecins » et « Permettre le travail à distance compte tenu de la diminution de la main-d'œuvre médicale ».

Un outil d'assistance à la prescription, DrugGPT, a été développé par l'Université d'Oxford pour réduire les erreurs de médication en Angleterre, fournissant une deuxième opinion instantanée et les raisons derrière ses recommandations. Ce type d'outil pourrait être utilisé par les pharmaciens pour améliorer l'expertise dans la détection des interactions médicamenteuses ou pour trouver des alternatives en cas de pénurie de médicaments. En 2023, 37 % des Français ont déclaré faire face à des pénuries de médicaments. ^{(224) (225)}

En France, un autre indicateur fort de l'accélération du développement de l'IA pour l'analyse des prescriptions médicamenteuses est la start-up Posos. Cette entreprise, spécialisée dans la prescription médicamenteuse, vise à sécuriser l'ensemble du processus de prescription. Son public cible comprend les hôpitaux, les cliniques, les maisons de retraite, les pharmaciens de détail et les praticiens privés. Posos construit la première base de données complète des médicaments en utilisant l'intelligence artificielle et a reçu l'approbation de la Haute Autorité de Santé française. L'objectif est d'assurer la sécurité totale des prescriptions et d'éviter les interactions médicamenteuses. ⁽²²⁶⁾

La pénurie d'infirmiers est également critique en France et aux États-Unis. ⁽²²⁷⁾ Les outils d'IA générative pourraient également soutenir cette catégorie de professionnels de santé dans leur travail. Des solutions sont déjà en cours de test au sein des équipes

infirmières : un groupe d'infirmières à UW Health teste l'utilisation de l'intelligence artificielle générative pour répondre aux pénuries de main-d'œuvre dans le domaine de la santé et à l'épuisement professionnel, et améliorer l'expérience des soins pour les patients. Cette initiative fait partie d'un programme pilote annoncé par Microsoft et Epic pour rendre l'IA générative disponible aux cliniciens. ⁽²²⁸⁾

Certains hôpitaux proposent des programmes de résidence pour former les professionnels de santé sur des sujets spécifiques tout en travaillant à l'hôpital, y compris ceux abordant l'IA dans la pratique clinique. C'est un moyen efficace de valoriser les professionnels de santé et d'encourager leur rétention dans une institution. UW Health dispose de deux programmes de résidence pour les infirmières, et le taux de rétention des infirmières dans ces programmes la première année a été de 97 %. En comparaison, la moyenne nationale de rétention pour les hôpitaux avec un programme de résidence pour infirmières est de 91 %, tandis qu'elle n'est que de 71 % pour les hôpitaux sans de tels programmes. ⁽²²⁹⁾

8/ Préoccupations financières, environnementales et de souveraineté dans l'adoption de l'IA générative en pratique clinique

Les résultats de l'étude, notamment du côté français, ont soulevé des préoccupations concernant le coût des solutions d'IA générative, se demandant si les établissements de santé français auraient les moyens financiers d'accéder à ce type de technologie. De plus, des inquiétudes ont été exprimées sur l'impact énergétique de ces solutions. Par exemple, les répondants ont cité des obstacles à l'adoption tels que « la consommation d'énergie et l'impact carbone », « l'intégration et l'interopérabilité, la souveraineté » et « le coût pour l'hôpital ». Bien que cela ne soit pas classé en première position, le coût et l'accès aux solutions d'IA générative étaient manifestement considérés comme importants par les médecins ayant répondu à l'enquête. De nombreuses études lient niveaux de développement technologique d'un pays et l'état de sa population, comme dans la publication *Technological innovations and health performance: Effects and transmission channels*, où on observe que les innovations technologiques ont un impact positif direct sur l'amélioration des indicateurs de santé, en particulier en ce qui concerne l'espérance de vie à la naissance et les années de vie ajustées en fonction du handicap (disability-adjusted life years (DALYs)). ⁽²³⁰⁾

D'une part, le développement de ce type de technologie est susceptible de créer des disparités dans la qualité du diagnostic et du traitement des patients, selon que le

prestataire de soins ait accès ou non à la technologie et à l'éducation ou la formation (ressources humaines et/ou financières). Les hôpitaux universitaires seraient mieux dotés en outils d'IA. « Nous avons observé que la présence de centres médicaux universitaires est un facteur significatif dans l'adoption de l'IA médicale, comme en témoigne le fait que plus de 70 % des codes postaux avec des centres universitaires ont au moins une facturation d'IA médicale, contre 9 % dans les codes postaux sans de tels centres. » ⁽²³¹⁾

D'autre part, certains avis suggèrent que le développement de cette technologie pourrait réduire les coûts des soins de santé. Selon l'enquête sur les consommateurs de soins de santé de Deloitte en 2023, plus de la moitié des répondants (53 %) pensent que l'IA générative pourrait améliorer l'accès aux soins de santé, tandis que 46 % pensent qu'elle a le potentiel de rendre les soins de santé plus abordables.

Le coût des solutions d'IA générative est encore compliqué à évaluer pour le secteur de la santé. Actuellement, le prix de la dernière version de base de ChatGPT pour le grand public est de 20 \$ par mois. ⁽²³²⁾ À une plus grande échelle, il faut prendre en compte les coûts de développement et d'exploitation des algorithmes. Cette technologie nécessite non seulement des ressources logicielles mais aussi des capacités matérielles substantielles. Le fonctionnement de l'IA générative repose sur des unités de traitement graphique (GPU) et d'autres matériels, qui ont connu des pénuries ces dernières années, avec des prix contrôlés par les fabricants de GPU tels que NVIDIA. La France et les États-Unis ont reconnu l'urgence de cette situation et ont lancé des plans d'investissement pour y faire face. Un pays dépourvu de la capacité de déployer l'IA générative se trouverait privé d'opportunités de développement dans tous les domaines d'application de l'IA, y compris celui de la santé. ⁽²³³⁾

Cette question financière a également été mise en évidence par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui déclare à la page 21 de son rapport "Éthique et gouvernance de l'intelligence artificielle pour la santé" que "la fracture numérique [...] limite l'utilisation des outils numériques à certains pays, régions ou segments de la population. Cette fracture conduit à d'autres inégalités, qui affectent l'utilisation de l'IA, et l'IA elle-même peut renforcer et exacerber ces disparités." ⁽²³⁴⁾

L'OMS exprime également la préoccupation que les populations les plus défavorisées puissent recourir à l'utilisation de grands modèles de langage (LLM) gratuits pour obtenir des informations sur la santé, en remplacement des véritables professionnels de santé, dont les services pourraient devenir inaccessibles pour tous, sauf pour les

plus riches. Un autre problème majeur est que la plupart de ces modèles sont programmés en anglais. "Ainsi, bien qu'ils puissent accepter des entrées et fournir des sorties dans d'autres langues, ils sont plus susceptibles de générer des informations fausses ou erronées", explique l'OMS. ⁽²³⁵⁾

Concernant l'impact énergétique de l'IA générative, plusieurs études ont mis en évidence et quantifié l'impact environnemental de l'IA. La plupart des modèles doivent être entraînés sur des centaines, voire des milliers de GPU. Ces GPU permettent des calculs matriciels rapides mais consomment une quantité proportionnellement élevée d'énergie et produisent des émissions de CO2 significatives. Par exemple, l'entraînement de GPT-3 sur des GPU a nécessité 190 000 kWh, ce qui équivaut à 85 000 kg de CO2, comparable à parcourir environ 700 000 kilomètres en voiture ou à un aller-retour de la Terre à la Lune. ⁽²³⁶⁾

9/ Un cadre holistique pour l'intégration de l'IA générative en pratique clinique

Generative AI-Translational Path

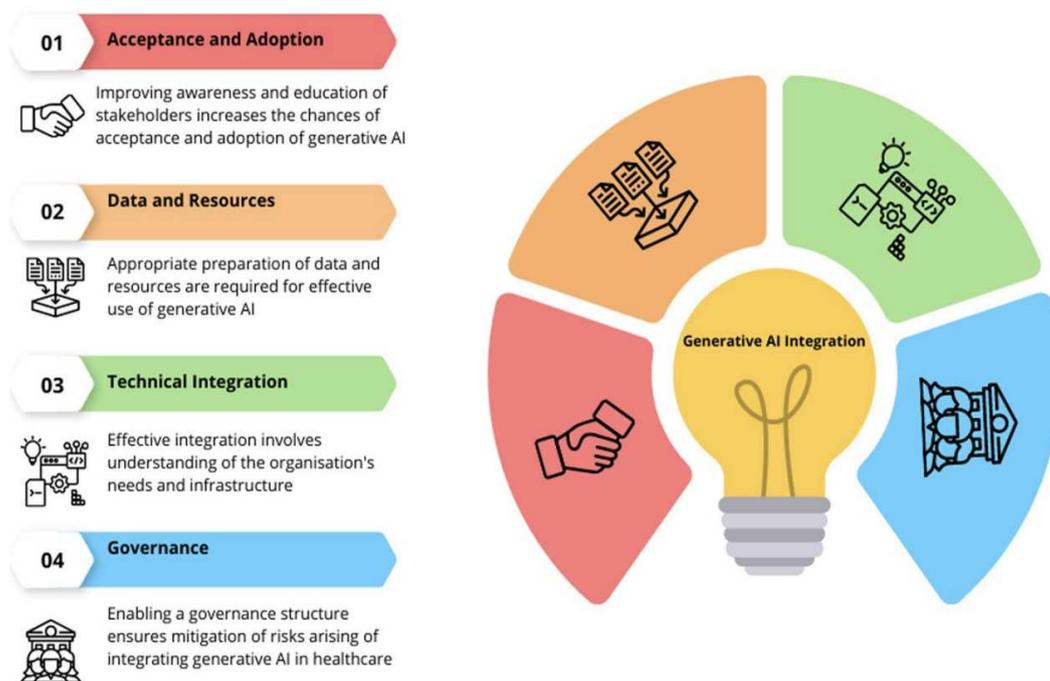


Figure 43: Cadre d'intégration de l'IA générative dans la pratique clinique⁽²³⁷⁾

L'étude complète révèle que l'intégration de l'IA générative dans la pratique clinique nécessite une approche holistique, prenant en compte plusieurs facteurs. Cette

approche est théorisée dans une publication sortie en avril 2024, intitulée « La trajectoire de déploiement de l'IA générative dans le domaine de la santé ». La publication décrit une approche en quatre étapes pour implémenter l'IA générative en pratique clinique :

1. Acceptation et adoption : La première étape se concentre sur l'amélioration de la sensibilisation et de l'éducation des parties prenantes afin d'augmenter l'acceptation et l'adoption de l'IA générative.
2. Données et ressources : Cette étape souligne la nécessité d'une préparation appropriée des données et des ressources pour garantir l'utilisation efficace de l'IA générative.
3. Intégration technique : Comprendre les besoins de l'organisation et son infrastructure est crucial pour une intégration efficace lors de cette phase.
4. Gouvernance : Établir une structure de gouvernance est essentiel pour atténuer les risques découlant de l'intégration de l'IA générative dans les soins de santé.

(237)

Cette approche semble en adéquation avec les opinions et les besoins exprimés par les médecins étudiés dans cette thèse. Il pourrait être bénéfique de renforcer cette vision en plaçant les professionnels de santé au cœur du processus et en facilitant systématiquement leur interaction avec les autres parties prenantes. Cette collaboration permettrait d'adopter une démarche de tests et de retours directs du terrain, favorisant ainsi une amélioration continue et une mise en œuvre efficace, du laboratoire au lit du patient (bench to bedside). De plus, il serait intéressant d'envisager que les professionnels de santé soient intégrés en tant qu'acteurs clés des équipes pluridisciplinaires à chaque étape du déploiement.

Par exemple, un médecin pourrait former ses confrères à l'utilisation des outils d'IA générative, assurant ainsi leur maîtrise des dernières technologies et leur application pertinente en milieu clinique. Il est également possible d'imaginer qu'un médecin participe à une équipe produit au sein d'une entreprise technologique, en apportant un éclairage précieux sur les besoins et les défis concrets de la pratique médicale, et contribuant ainsi à la conception d'outils d'IA véritablement adaptés et conviviaux pour les prestataires de soins de santé. De plus, un médecin siégeant en tant que législateur pourrait envisager de promouvoir des politiques favorisant l'utilisation éthique et efficace de l'IA générative dans les soins de santé, en veillant

à ce que les cadres réglementaires protègent la vie privée et la sécurité des patients tout en soutenant l'innovation.

Bien que certaines de ces initiatives soient déjà en cours, des cadres favorables pourraient émerger, permettant aux médecins de consacrer une partie de leur carrière à ces activités. En promouvant un environnement collaboratif, les professionnels de santé pourraient ainsi contribuer aux avancées de l'intégration de l'IA générative tout en en bénéficiant directement, ce qui pourrait conduire à de meilleurs résultats tant pour les praticiens que pour les patients.

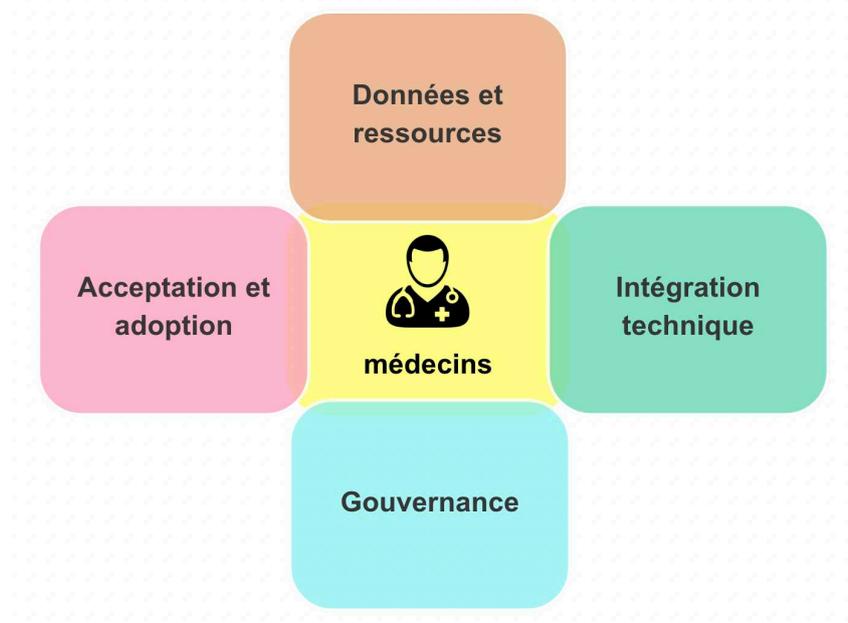


Figure 44: Proposition d'un nouveau cadre pour l'intégration de l'IA générative dans la pratique Clinique.

VIII) Conclusion

Cette thèse a mis en évidence les enjeux complexes et les opportunités prometteuses liées à l'adoption de l'IA générative en pratique clinique. En comparant les avis des médecins français et américains, deux systèmes de santé très distincts mais tous deux innovants, ce travail permet d'identifier des bonnes pratiques, des défis et des opportunités d'amélioration dans l'adoption de l'IA Générative en médecine.

La revue de littérature des différentes notions relatives à l'IA Générative en pratique clinique a permis de définir clairement le sujet, en soulignant l'importance d'une définition des sujets techniques, permettant de mieux comprendre en quoi l'IA Générative peut avoir un impact sur la pratique clinique telle qu'on la connaît aujourd'hui.

Les résultats de cette étude montrent que bien que les médecins aient déjà entendu parler d'IA et d'IA Générative, les applications de l'IA générative en pratique clinique restent floues. Bien que reconnaissant le potentiel de l'IA Générative en pratique clinique, les médecins expriment des préoccupations importantes, notamment en ce qui concerne la régulation, la précision, la transparence, et l'intégration de ce type de technologie en pratique clinique. D'autres préoccupations, moins largement partagées sont également citées, telles que l'accès en termes de coûts à ce type de technologie, ainsi que l'impact environnemental de ces produits. En résumé, les médecins français et américains partagent globalement une perspective commune, à la fois prudente et optimiste, soulignant la nécessité de renforcer la formation continue et d'améliorer la communication sur les capacités et les limites de cette technologie.

Ces discussions montrent un réel besoin de développer des cadres réglementaires clairs et spécifiques pour l'utilisation de l'IA Générative en médecine afin de garantir une adoption sécurisée et efficace, sans pour autant freiner l'innovation sur ces sujets. En outre, l'implication des professionnels de santé dans le développement et l'évaluation des outils d'IA générative est cruciale afin de s'assurer qu'ils répondent aux besoins pratiques et éthiques du domaine médical, et garantir leur bonne adoption.

Enfin, ce travail met en lumière l'importance de la collaboration interdisciplinaire et de la formation continue pour réussir l'intégration de l'IA Générative en pratique clinique.

L'avenir de l'IA Générative dans le domaine de la santé dépendra de notre capacité à naviguer avec soin les défis et à maximiser les opportunités qu'elle offre, en plaçant toujours le bien-être des patients au cœur de cette évolution technologique.

Bibliographies :

1. Bpifrance. "Intelligence Artificielle Générative : De Quoi Parle-t-On?" <https://bigmedia.bpifrance.fr/news/intelligence-artificielle-generative-de-quoi-parle-t->
2. "Definition of Clinical Practice." *East Tennessee State University*, https://www.etsu.edu/crhs/socialwork/msw_program/overview/definition_clinical_practice.php. Accessed 25 June 2024.
3. "Définition de 'Clinique.'" *Dictionnaire médical*, <https://www.dictionnaire-medical.fr/definitions/572-clinique/>. Accessed 25 June 2024.
4. Porta, Miquel S., and John M. Last, editors. *A Dictionary of Public Health*. Oxford University Press, 2018. Accessed 25 June 2024.
5. "World Bank Open Data." *World Bank Open Data*, data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.IMRT.IN.
6. Taguri, A. El, et A. Nasef. "The French Health Care System: What Can We Learn?" *Libyan Journal Of Medicine*, vol. 3, no. 4, Jan. 2008, pp. 186-91, <https://doi.org/10.4176/081009>.
7. Statista. "Ranking of Health and Health Systems of Countries Worldwide in 2023." *Statista*, 5 Mar. 2024, www.statista.com/statistics/1376359/health-and-health-system-ranking-of-countries-worldwide.
8. "Home - Peterson-KFF Health System Tracker." *Peterson-KFF Health System Tracker*, 3 June 2022, www.healthsystemtracker.org.
9. Grell, Ryan. "World-Class Innovation, but at What Cost? A Brief Examination of the American Healthcare System." NCBI, 3 June 2023, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10317843/>. Accessed 25 June 2024.
10. "U.S. Spends More on Health Care Than Other High-Income Nations But Has Lower Life Expectancy, Worse Health." *Commonwealth Fund*, www.commonwealthfund.org/press-release/2015/us-spends-more-health-care-other-high-income-nations-has-lower-life-expectancy.
11. "US Spends Most on Healthcare but Has Worse Outcomes: 6 Report Findings." *Becker's Hospital Review*, www.beckershospitalreview.com/patient-safety-outcomes/the-us-outspends-other-high-income-countries-on-healthcare-but-its-care-outcomes-lag-behind.html.
12. Vo, Vy. "A Closer Look at the French Healthcare System: Features, Challenges, and Achievements." *Source Of Asia*, 5 July 2023, www.sourceofasia.com/a-closer-look-at-the-french-healthcare-system-features-challenges-and-achievements/#:~:text=In%201945%2C%20the%20French%20government,regardless%20of%20their%20socioeconomic%20status.
13. "France." *International Health Care System Profiles | Commonwealth Fund*, www.commonwealthfund.org/international-health-policy-center/countries/france.
14. Schmitz, Lisa. "Why Is American Health Care Reform So Dang Controversial?" *KQED Lowdown*, 2017, www.kqed.org/lowdown/26324/why-is-american-health-care-reform-so-dang-controversial.
15. "Public Health and Medical Care Systems." *U.S. Health In International Perspective - NCBI Bookshelf*, 2013, www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK154484.

16. "Medicare & Medicaid: What's the Difference?" *Medicare.gov*, Centers for Medicare & Medicaid Services, Apr. 2023, www.medicare.gov/Pubs/pdf/11306-Medicare-Medicaid.pdf.
17. « Navigating Medicaid Coverage and Care Shouldn't Be So Hard » . Mathematica, www.mathematica.org/blogs/navigating-medicaid-coverage-and-care-shouldnt-be-so-hard.
18. "How do prices of drugs for weight loss in the U.S. compare to peer nations' prices? - Peterson-KFF Health System Tracker." *Peterson-KFF Health System Tracker*, 17 Aug. 2023, www.healthsystemtracker.org/brief/prices-of-drugs-for-weight-loss-in-the-us-and-peer-nations.
19. Gordon, Joshua, et al. "Excess Administrative Costs Burden the U.S. Health Care System." *Center for American Progress*, 8 Apr. 2022, <https://www.americanprogress.org/article/excess-administrative-costs-burden-u-s-health-care-system/>.
20. Austin, Jenna. "How Many Americans Get Health Insurance from Their Employer?" *eHealthInsurance*, 21 Feb. 2023, <https://www.ehealthinsurance.com/resources/small-business/how-many-americans-get-health-insurance-from-their-employer>.
21. "Americans without Health Insurance in 2022 Matched a Record Low." *pgpf.org*, www.pgpf.org/blog/2023/11/the-share-of-americans-without-health-insurance-in-2022-matched-a-record-low#:~:text=November%20%2C%202023-,The%20Share%20of%20Americans%20without%20Health%20Insurance%20in%202022%20Matched,2023%20from%20the%20Census%20Bureau.
22. "Indicator Details." *World Health Organization*, [www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-\(per-10-000-population\)](http://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-(per-10-000-population)).
23. Agency for Healthcare Research and Quality (US). "Portrait of American Healthcare." *2022 National Healthcare Quality and Disparities Report - NCBI Bookshelf*, 1 Oct. 2022, www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587178/#:~:text=In%202022%2C%20the%20Ameri%20can%20Hospital,beds%20in%20the%20United%20States.
24. "Study: When Public Hospitals Go Private, Low-Income Patients Lose." *Stanford Institute for Economic Policy Research (SIEPR)*, 9 Jan. 2023, siepr.stanford.edu/news/study-when-public-hospitals-go-private-low-income-patients-lose#:~:text=As%20of%202020%2C%20roughly%2080,profit%20or%20for-profit%20organizations
24. Cour des comptes. "Secteurs hospitaliers public et privé en 2023." 12 Oct. 2023, www.ccomptes.fr/sites/default/files/2023-10/20231012-secteurs-hospitaliers-public-prive.pdf.
25. Morgan, Steven G., et al. "Pricing of Pharmaceuticals Is Becoming a Major Challenge for Health Systems." *BMJ*, Jan. 2020, p. l4627, <https://doi.org/10.1136/bmj.l4627>.
26. Gross, David J., et al. "International Pharmaceutical Spending Controls: France, Germany, Sweden, and the United Kingdom." *PubMed Central (PMC)*, 1 Jan. 1994, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4193451.

27. Chadwick, Lauren. "French Health Groups Put Forward Proposals to Limit the Damage of Worsening Drug Shortages." *Euronews*, 16 May 2024, www.euronews.com/health/2024/05/16/french-health-groups-put-forward-proposals-to-limit-the-damage-of-worsening-drug-shortages#:~:text=The%20French%20medicines%20regulator%20signalled,a%20drug%20shortage%20this%20year.
28. Previsima. "Qu'est-ce que le parcours de soins coordonnés?" *Previsima*, 16 Jan. 2024, www.previsima.fr/question-pratique/parcours-de-soins-coordonnes-du-medecin-traitant-au-specialiste.html#:~:text=Le%20parcours%20de%20soins%20coordonn%C3%A9s%20est%20un%20dispositif%20incitant%20l,de%20doute%20sur%20sa%20sant%C3%A9.
29. "Le DMP en pratique." *ameli.fr*, www.ameli.fr/medecin/sante-prevention/dmp-et-mon-espace-sante/dossier-medical-partage/dmp-en-pratique.
30. "The General Practitioner Shortage: A French Disease?" *Dialogues Économiques*, 2 Feb. 2022, www.dialogueseconomiques.fr/en/article/general-practitioner-shortage-french-disease.
31. Abelson, Reed, and Margot Sanger-Katz. "Why Health Insurance Is Leaving Some Americans with Unmanageable Debt." *The New York Times*, 15 June 2023, www.nytimes.com/2023/06/15/health/health-insurance-medical-bills.html.
32. Valentijn, Pim. "Fragmentation of Care: Its Causes and What We Can Do About It." *Essenburgh*, 30 July 2021, www.essenburgh.com/en/blog/fragmented-care-the-causes-and-what-we-can-do-about-it.
33. "Care Pathways in US Healthcare Settings: Current Successes and Limitations, and Future Challenges." *PubMed*, 1 Jan. 2016, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26799125.
34. Leins, Casey. "Survey Finds Fragmented US Health Care Impedes Coordination Among Providers." *U.S. News & World Report*, 11 Dec. 2019, <https://www.usnews.com/news/healthiest-communities/articles/2019-12-11/survey-finds-fragmented-us-health-care-impedes-coordination-among-providers>.
35. Cutler, David M. "Health System Change in the Wake of COVID-19." *JAMA Health Forum*, vol. 4, no. 10, Oct. 2023, p. e234355, <https://doi.org/10.1001/jamahealthforum.2023.4355>.
36. Basulto, Dominic. "Why It Matters That the FDA Just Approved the First 3D-Printed Drug." *Washington Post*, 5 Dec. 2021, www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2015/08/11/why-it-matters-that-the-fda-just-approved-the-first-3d-printed-drug.
37. "FDA Error." *FDA*, www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-releases-artificial-intelligencemachine-learning-action-plan.
38. "What We Do." National Institutes of Health (NIH), www.nih.gov/about-nih/what-we-do.
39. Guci, Mark Boroush, and Ledia. "Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons." NSF - National Science Foundation, nces.nsf.gov/pubs/nsb20225/cross-national-comparisons-of-r-d-performance.
40. "Les dépenses de R&D des États-Unis à leur plus haut." *France-Science*, 2 Feb. 2023, france-science.com/les-depenses-de-rd-des-etats-unis-a-leur-plus-haut/.

41. "The European MedTech Ecosystem Has to Catch Up in the Race for the Future." 15 Dec. 2021, www.medtechpulse.com/article/insight/medtech-industry-comparison-united-states-vs-europe
42. "Everything You Need to Know About Health Data Hub." *Implicity*, www.implicity.com/everything-you-need-to-know-about-health-data-hub.
43. Villani, Cédric. "Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne." *Acteurs Publics*, 28 Mar. 2018, fichiers.acteurspublics.com/redac/pdf/2018/2018-03-28_Rapport-Villani.pdf.
44. Cuggia, Marc, et al. "The French Health Data Hub and the German Medical Informatics Initiatives: Two National Projects to Promote Data Sharing in Healthcare." *Health and Technology*, Springer, 2019, link.springer.com/article/10.1007/s12553-019-00370-z.
45. "Mode of Production." Oxford Reference, Oxford University Press, <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100232254#:~:text=Any%20set%20of%20productive%20techniques,in%20a%20specific%20historical%20context>.
46. Jain, Ankur. "Demise of the Stethoscope." NCBI, 3 Jan. 2022, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8737100/>. Accessed 25 June 2024.
47. Armour, Roger H., and Nigel F. Hall. "Manufacture and Use of Homemade Ophthalmoscopes: A 150th Anniversary Tribute to Helmholtz." NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC27560/>.
48. "History of the Thermometer." NCBI, 23 Aug. 2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7120475/>. Accessed 25 June 2024.
49. "History of the Sphygmomanometer." American Diagnostic Corporation, 8 Jan. 2013, <https://www.adctoday.com/learning-center/about-sphygmomanometers/history-sphygmomanometer>.
50. "Historical Development of Modern Anesthesia." PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22583009/>.
51. "The Centennial of the Stethoscope." *JAMA*, 28 June 2016, vol. 315, no. 24, pp. 2738, doi:10.1001/jama.2015.17091.
52. "Technology: I. History of Medical Technology." Encyclopedia.com, <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/technology-i-history-medical-technology>.
53. "Une IA Transformative pour les Médecins de Demain: Le Point de Vue de Romain Pirracchio, Chef du Département d'Anesthésie au Zuckerberg San Francisco General Hospital et Professeur de Biostatistique et Médecine Computationnelle à UCSF." *France-Science*, 9 Nov. 2023, <https://france-science.com/une-ia-transformative-pour-les-medecins-de-demain-le-point-de-vue-de-romain-pirracchio-chef-du-departement-danesthesie-au-zuckerberg-san-francisco-general-hospital-et-professeur-de-biostatistique/>. Accessed 25 June 2024.
54. "Medical Technologies Past and Present: How History Helps to Understand the Digital Era." NCBI, 7 July 2021, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8260574/>.
55. "Why Is AI Adoption in Health Care Lagging?" Brookings Institution, 9 March 2022, <https://www.brookings.edu/articles/why-is-ai-adoption-in-health-care-lagging/>.

56. "It Took the Telephone 64 Years to Achieve 40% Consumer Adoption..." NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6502619/#:~:text=It%20took%20the%20telephone%2064,to%20achieve%2040%25%20consumer%20adoption.&text=But%20other%20sectors%20have%20made,and%20smarter%20than%20in%20healthcar>e.
57. "Technology Adoption." ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/technology-adoption>.
58. "Technology Adoption Curve: 5 Stages of Adoption." Whatfix, 16 March 2023, <https://whatfix.com/blog/technology-adoption-curve/>.
59. "Diffusion of Innovation Theory." Boston University School of Public Health, 3 November 2022, <https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/sb/behavioralchangetheories/behavioralchangetheories4.html>.
60. "Adoption of Intensive Care Unit Telemedicine in the United States." Health Affairs, vol. 37, no. 12, 2018, pp. 2052-2059, <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.2017.1155>.
61. Young, Laura B. "Impact of Telemedicine on Mortality and Length of Stay in a University ICU." *Critical Care Medicine*, National Center for Biotechnology Information, Dec. 2011, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3241518/.
62. "Adoption of Medical Technologies: A Review of Barriers and Facilitators." PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29401030/>.
63. Liu, X., et al. "Potential of Algorithms and Artificial Intelligence Adoption to Enhance Medication Management in Primary Care." *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, vol. 15, no. 1, 2022, p. 4, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9628307/pdf/44250_2022_Article_4.pdf.
64. Ai-Admin. "Who Is the Inventor Behind the Creation of Artificial Intelligence?" AI For Social Good, 5 December 2023, <https://aiforsocialgood.ca/blog/who-is-the-inventor-behind-the-creation-of-artificial-intelligence>. Accessed 25 June 2024.
65. "AI Films." CSAIL Projects, MIT, 2023, <https://projects.csail.mit.edu/films/aifilms/AIFilms.html>.
66. Marr, Bernard. "The Key Definitions of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance." *Forbes*, 14 February 2018, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-key-definitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/>.
67. "Lesson 4: Neural Networks." *Elements of AI*. <https://course.elementsofai.com/fr-be/4/1/>.
68. "Définition : Apprentissage Profond (Deep Learning)." *CNIL*. <https://www.cnil.fr/fr/definition/apprentissage-profond-deep-learning#:~:text=L'apprentissage%20profond%20est%20un,donn%C3%A9es%20afin%20d'%C3%AAtre%20entra%C3%AEn%C3%A9s>.
69. "What is a GPU?" *Intel*. <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/processors/what-is-a-gpu.html>.
70. "What Drives Progress in AI? Trends in Data." *Future Tech MIT*. <https://futuretech.mit.edu/news/what-drives-progress-in-ai-trends-in->

[data#:~:text=AI%20models%20are%20also%20being,adding%20noise%20to%20audio%20files.](#)

71. "Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML) Enabled Medical Devices." *FDA*. <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>. Accessed 25 June 2024.
72. "Revolutionizing Healthcare: How Is AI Being Used in the Healthcare Industry?" Los Angeles Pacific University, 21 December 2023, <https://www.lapu.edu/ai-health-care-industry/>. Accessed 25 June 2024.
73. "Acceptance of Clinical Artificial Intelligence Among Physicians and Medical Students: A Systematic Review with Cross-Sectional Survey." *NCBI*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9472134/>.
74. "Acceptance of Clinical Artificial Intelligence Among Physicians and Medical Students: A Systematic Review with Cross-Sectional Survey." *NCBI*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9472134/>.
75. Riccardi, Maria Teresa, et al. "Original Research: Potentiality of Algorithms and Artificial Intelligence Adoption to Improve Medication Management in Primary Care: A Systematic Review." *NCBI*, 23 March 2023, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10040015/>.
76. "40% des Médecins Utiliseraient l'IA Régulièrement." *Caducee.net*, 3 Dec. 2023, <https://www.caducee.net/actualite-medicale/16255/40-des-medecins-utiliseraient-l-ia-regulierement.html>.
77. Kaul, Vivek, et al. "History of Artificial Intelligence in Medicine." *Gastrointestinal Endoscopy*, vol. 92, no. 4, 2020, pp. 807-12, <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>.
78. Kulikowski, Casimir A. "Beginnings of Artificial Intelligence in Medicine (AIM): Computational Artifice Assisting Scientific Inquiry and Clinical Art – with Reflections on Present AIM Challenges." *NCBI*, 25 Apr. 2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6697545/>. Accessed 25 June 2024.
79. "Artificial Intelligence (AI) in Medicine, Current Applications and Future Role with Special Emphasis on Its Potential and Promise in Pathology: Present and Future Impact, Obstacles Including Costs and Acceptance Among Pathologists, Practical and Philosophical Issues." *NCBI*, 17 Mar. 2021, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7971952/>. Accessed 25 June 2024.
80. Dee, Cheryl Rae. "The Development of the Medical Literature Analysis and Retrieval System (MEDLARS)." *NCBI*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2000779/>. Accessed 25 June 2024.
81. "Eliza, a Chatbot Therapist." *New Jersey Institute of Technology*, <https://web.njit.edu/~ronkowitz/eliza.html>. Accessed 25 June 2024.
82. "The Technology Life Cycle: Predicting the Growth and Decline of an Innovation." *Mind Tools*, <https://www.mindtools.com/a6s5eb0/the-technology-life-cycle>. Accessed 25 June 2024.
83. Francesconi, Enrico. "The Winter, the Summer and the Summer Dream of Artificial Intelligence in Law: Presidential Address to the 18th International Conference on Artificial Intelligence and Law." *NCBI*, 3 Feb. 2022, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8811736/>. Accessed 25 June 2024.

84. Fortea, Eros. "The AI Winters: We All Know the Hype That the AI World..." Medium, 19 June 2023, <https://medium.com/the-modern-scientist/the-ai-winters-17c7e7d21729>. Accessed 25 June 2024.
85. Lutkevich, Ben. "What Is AI Winter? Definition, History and Timeline." TechTarget, <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-winter>. Accessed 25 June 2024.
86. Richer, Jean. "JMR 70." JMR 70, https://leria-info.univ-angers.fr/~jeanmichel.richer/cuda_crs1.php. Accessed 25 June 2024.
87. "AI Research at Rutgers." AI Magazine, vol. 3, no. 2, 1982, pp. 36-43, <https://doi-org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.1609/aimag.v3i2.369>.
88. Kulikowski, C. A. "An Opening Chapter of the First Generation of Artificial Intelligence in Medicine: The First Rutgers AIM Workshop, June 1975." NCBI, 30 June 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4587035/>. Accessed 25 June 2024.
89. Repici, Alessandro, et al. "Artificial Intelligence Applications in Gastroenterology: Recent Developments and Future Perspectives." *Gastrointestinal Endoscopy*, vol. 92, no. 3, 2020, pp. 591-603. [https://www.giejournal.org/article/S0016-5107\(20\)34466-7/pdf](https://www.giejournal.org/article/S0016-5107(20)34466-7/pdf).
90. Van Melle, William. "MYCIN: A Knowledge-Based Consultation Program for Infectious Disease Diagnosis." *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 10, no. 3, 1978, pp. 313-322.
91. "Pharmabot: A Pediatric Generic Medicine Consultant Chatbot." *Journal of Automation and Control Engineering (JOACE)*, vol. 3, no. 2, April 2015, <https://www.joace.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=42&id=218>.
92. Ni, L., Lu, C., Liu, N., Liu, J. "MANDY: Towards a Smart Primary Care Chatbot Application." *Knowledge and Systems Sciences*, edited by J. Chen et al., KSS 2017, *Communications in Computer and Information Science*, vol. 780, Springer, Singapore, 2017, pp. 50-63, https://doi.org/10.1007/978-981-10-6989-5_4.
93. "Arterys Cardio DL Cloud MRI Analytics Software Receives FDA Clearance." *Diagnostic and Interventional Cardiology*, 9 Jan. 2017, <https://www.dicardiology.com/product/arterys-cardio-dl-cloud-mri-analytics-software-receives-fda-clearance>.
94. Molga, Paul. "Anapix Medical Crée un Algorithme Qui Diagnostique les Mélanomes." *Les Echos*, 9 Oct. 2018, <https://www.lesechos.fr/pme-regions/innovateurs/anapix-medical-cree-un-algorithme-qui-diagnostique-les-melanomes-141287>.
95. "Artificial Intelligence in Healthcare." European Parliament, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf).
96. "GAO-23-106782, Accessible Version, Science Tech Spotlight: GENERATIVE AI." Government Accountability Office, <https://www.gao.gov/assets/830/826491.pdf>.
97. "OpenAI." OpenAI, 2024, <https://openai.com/>.
98. "Generative.AI." Sia Partners, <https://www.sia-partners.com/en/trending-insights/generativeai>.

99. “La Saga AGI, Épisode 1: Le Séisme ChatGPT Secoue la Planète Tech.” France-Science, 10 May 2023, <https://france-science.com/la-saga-agi-episode-1-le-seisme-chatgpt-secoue-la-planete-tech/>.
100. “X.com.” X (Formerly Twitter), <https://x.com/thecodemancer/status/1730436240091009402>
101. “Science et Tech Spotlight: Generative AI.” U.S. GAO, 6 Sept. 2023, www.gao.gov/products/gao-23-106782.
102. Koohi-Moghadam, M., and K. T. Bae. “Generative AI in Medical Imaging: Applications, Challenges, and Ethics.” *Journal of Medical Systems*, vol. 47, 2023, p. 94, <https://doi-org.ressources-electroniques.univ-lille.fr/10.1007/s10916-023-01987-4>.
103. “The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier.” McKinsey Digital, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>. Accessed 25 June 2024.
104. “The Breakthrough of Large Language Models Release for Medical Applications: 1-Year Timeline and Perspectives.” NCBI, 17 Feb. 2024, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10873461/#CR1>. Accessed 25 June 2024.
105. “The Breakthrough of Large Language Models Release for Medical Applications: 1-Year Timeline and Perspectives.” NCBI, 17 Feb. 2024, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10873461/#CR1>. Accessed 25 June 2024
106. “Generative AI – What Is It and How Does It Work?” NVIDIA, <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/generative-ai/>. Accessed 25 June 2024.
107. “What Is a Transformer Model?” IBM, <https://www.ibm.com/topics/transformer-model>. Accessed 25 June 2024.
108. “Que sont les transformateurs? - Explication des transformateurs dans le domaine de l'intelligence artificielle.” Amazon AWS, <https://aws.amazon.com/fr/what-is/transformers-in-artificial-intelligence/>. Accessed 25 June 2024.
109. “Attention Is All You Need.” arXiv, 12 June 2017, <https://arxiv.org/abs/1706.03762>. Accessed 25 June 2024.
110. Karami, Farzad. “Decoding the Magic of Self-Attention: A Deep Dive into Its Intuition and Mechanisms.” Medium, 10 July 2023, <https://medium.com/@farzad.karami/decoding-the-magic-of-self-attention-a-deep-dive-into-its-intuition-and-mechanisms-394aa98f34c5>. Accessed 25 June 2024.
111. Zhang, Wenjun, et al. “Generalist Medical Artificial Intelligence (GMAI) for Next-Generation Healthcare.” *Nature*, vol. 620, 2023, pp. 719-728. <https://www.nature.com/articles/s41586-023-05881-4>. Accessed 25 June 2024.
112. Moor, Michael, and Corey Binns. “Advances in Generalizable Medical AI.” Stanford Report, 12 Apr. 2023, <https://news.stanford.edu/2023/04/12/advances-generalizable-medical-ai/>. Accessed 25 June 2024.
113. “La Saga A(G)I, Épisode 4: Exploration des Synergies Entre l'Intelligence Artificielle Générative et la Santé.” France-Science, 16 June 2023, <https://france-science.com/la-saga-agi-episode-4-exploration-des-synergies-entre-lintelligence-artificielle-generative-et-la-sante/>. Accessed 25 June 2024.

114. Moor, M., Banerjee, O., Abad, Z.S.H., et al. "Foundation Models for Generalist Medical Artificial Intelligence." *Nature*, vol. 616, 2023, pp. 259-265, <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05881-4>.
115. Arora, A., and A. Arora. "Generative Adversarial Networks and Synthetic Patient Data: Current Challenges and Future Perspectives." *Future Healthcare Journal*, vol. 9, no. 2, July 2022, pp. 190-193, <https://doi.org/10.7861/fhj.2022-0013>.
116. Artefact. *Generative AI Report for Healthcare: Unlocking the Potential of Generative AI for Patients, Practitioners and Pharmaceutical Companies*. 2023. PDF file.
117. "20 Gen AI Healthcare Startups Shaping the Future: A Recap from HLTH." LinkedIn, 19 Oct. 2023, <https://www.linkedin.com/pulse/20-gen-ai-healthcare-startups-shaping-future-recap-from-renee-yao-q7lkc/>. Accessed 25 June 2024.
118. Chen, Alice, et al. "Deep Learning for Health Informatics." *Journal of Medical Internet Research*, vol. 25, no. 4, 2023, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10993141/>.
119. Rao, Arya, et al. "Assessing the Utility of ChatGPT Throughout the Entire Clinical Workflow." medRxiv, 26 Feb. 2023, <https://doi.org/10.1101/2023.02.21.23285886>.
120. "How AI Is Improving Diagnostics, Decision-Making and Care." American Hospital Association, 9 May 2023, <https://www.aha.org/aha-center-health-innovation-market-scan/2023-05-09-how-ai-improving-diagnostics-decision-making-and-care>. Accessed 25 June 2024.
121. <https://www.medscape.com/viewarticle/significant-errors-chatgpt-migraine-drug-treatment-2024a1000bkw?form=fpf>
122. <https://www.koha.net/fr/lifestyle/401464/chatgpt-i-pasakte-ne-dhenien-e-recetave-mjekesore>
123. Carroll, Whende M. "Generative AI in Clinical Practice and Operations." *Nursing Management (Springhouse)*, vol. 54, no. 10, Oct. 2023, p. 56, <https://doi.org/10.1097/nmg.0000000000000056>.
124. Zeidenberg, Jerry. "GenAI-Powered HealthScribe Automates Note-Taking." LinkedIn, 14 Apr. 2023, <https://www.linkedin.com/pulse/genai-powered-healthscribe-automates-note-taking-jerry-zeidenberg/>.
125. Landi, Heather. "AWS Rolls Out Generative AI Service to Draft Clinical Notes." *Fierce Healthcare*, 27 July 2023, <https://www.fiercehealthcare.com/ai-and-machine-learning/aws-rolls-out-generative-ai-service-healthcare-documentation-software>. Accessed 25 June 2024.
126. Lohr, Steve. "A.I. May Someday Work Medical Miracles. For Now, It Helps Do Paperwork." *The New York Times*, 26 June 2023, <https://www.nytimes.com/2023/06/26/technology/ai-health-care-documentation.html>. Accessed 25 June 2024.
127. Holleman, Spencer. "The Burden of Administrative Work on Physicians." *EvidenceCare*, 16 Sept. 2022, <https://evidence.care/the-burden-of-administrative-work-on-physicians/>. Accessed 25 June 2024.
128. Woolhandler, Steffie, and David U. Himmelstein. "Administrative Work Consumes One-Sixth of U.S. Physicians' Working Hours and Lowers Their Career

- Satisfaction." *International Journal of Health Services*, vol. 44, no. 4, 2014, pp. 635-642, <https://doi.org/10.2190/HS.44.4.a>.
129. Barak-Corren, Y., et al. "Harnessing the Power of Generative AI for Clinical Summaries: Perspectives from Emergency Physicians." *Annals of Emergency Medicine*, 12 Mar. 2024, <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2024.01.039>. Epub ahead of print. PMID: 38483426.
130. Ayers, John W., et al. "Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum." *JAMA Internal Medicine*, vol. 183, no. 6, 2023, pp. 589–596, doi:10.1001/jamainternmed.2023.1838.
131. Blease, Charlotte, et al. "Generative Language Models and Open Notes: Exploring the Promise and Limitations." *JMIR Medical Education*, vol. 10, 4 Jan. 2024, p. e51183, doi: 10.2196/51183. PMID: 38175688; PMCID: PMC10797501.
132. Cohen, Naomi, et al. "Battle of the Bots: A Comparative Analysis of Generative AI Responses from Leading Chatbots to Patient Questions About Endometriosis." *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, vol. 230, no. 4, Supplement, 2024, p. S1170, ISSN 0002-9378, <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2024.02.052>.
133. "GenAI Chatbots for Healthcare: Improving Patient Engagement." *Cronbot.AI*, <https://www.cronbot.ai/blog/genai-chatbots-for-healthcare-improving-patient-engagement>.
134. "La société de tests génétiques 23andMe révèle une faille de sécurité affectant 6,9 millions d'utilisateurs." *Notebookcheck.biz*. <https://www.notebookcheck.biz/La-societe-de-tests-genetiques-23andMe-revele-une-faille-de-securite-affectant-6-9-millions-d-utilisateurs.779912.0.html>.
135. Cascella, Marco, et al. "The Breakthrough of Large Language Models Release for Medical Applications: 1-Year Timeline and Perspectives." *Journal of Medical Systems*, vol. 48, 2024, <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02045-3>.
136. Reynolds, K., and T. Tejasvi. "Potential Use of ChatGPT in Responding to Patient Questions and Creating Patient Resources." *JMIR Dermatology*, vol. 7, 6 Mar. 2024, p. e48451, doi: 10.2196/48451. PMID: 38446541; PMCID: PMC10955382.
137. Rendall, Jessica. "ChatGPT for Self-Diagnosis: AI Is Changing the Way We Answer Our Own Health Questions." *CNET*, 15 Jan. 2024, <https://www.cnet.com/health/medical/chatgpt-for-self-diagnosis-ai-is-changing-the-way-we-answer-our-own-health-questions/>. Accessed 25 June 2024.
138. "Language of Tomorrow: How Generative AI Is Changing Translation Services." *LinkedIn*, 22 June 2023, <https://www.linkedin.com/pulse/language-tomorrow-how-generative-ai-changing-translation-services-u4stc/>.
139. "Found the Best Way to Bypass the Security Filter on ChatGPT: r/OpenAI." *Reddit*, 5 Jan. 2023, https://www.reddit.com/r/OpenAI/comments/1041tuw/found_the_best_way_to_bypass_the_security_filter/. Accessed 25 June 2024.
140. Kim, John P., et al. "Physicians' and Machine Learning Researchers' Perspectives on Ethical Issues in the Early Development of Clinical Machine Learning Tools: Qualitative Interview Study." *JMIR AI*, vol. 2, 30 Oct. 2023, p. e47449, doi: 10.2196/47449. PMID: 38875536; PMCID: PMC11041441.

141. "Generative AI In Healthcare Market Size, Share Report, 2030." *Grand View Research*, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/generative-ai-healthcare-market-report>. Accessed 25 June 2024.
142. "Microsoft and Epic Expand Strategic Collaboration with Integration of Azure OpenAI Service." *Microsoft News Center*, 17 Apr. 2023, news.microsoft.com/2023/04/17/microsoft-and-epic-expand-strategic-collaboration-with-integration-of-azure-openai-service.
143. Bishop, Todd. "Microsoft's \$19.7B Nuance Deal Is Finally Final, Nearly a Year After It Was Announced." *GeekWire*, 4 Mar. 2022, <https://www.geekwire.com/2022/microsofts-19-7b-nuance-deal-is-finally-final-nearly-a-year-after-it-was-announced/#:~:text=Microsoft%20completed%20its%20%2419.7%20billion,by%20the%20end%20of%202021>.
144. "Automatically Document Care with DAX Copilot." *Nuance Communications*, www.nuance.com/healthcare/dragon-ai-clinical-solutions/dax-copilot.html.
145. "Med-PALM: A Medical Large Language Model." *Google Research*, sites.research.google/med-palm.
146. Ghahramani, Zoubin. "Introducing PALM 2." *Google*, 12 Sept. 2023, blog.google/technology/ai/google-palm-2-ai-large-language-model.
147. LeCun, Yann, et al. "A Path Towards Autonomous Machine Intelligence." *Nature*, vol. 620, 2023, pp. 293-303, <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06291-2>.
148. Tu, Tao, et al. "Towards Conversational Diagnostic AI." *arXiv*, 11 Jan. 2024, <https://arxiv.org/abs/2401.05654v1>.
149. "Mayo Clinic Selects Google as Strategic Partner for Health Care Innovation, Cloud Computing." *Mayo Clinic News Network*, <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/mayo-clinic-selects-google-as-strategic-partner-for-health-care-innovation-cloud-computing/>.
150. "Generate Clinical Notes with AI – AWS HealthScribe." *Amazon AWS*, <https://aws.amazon.com/fr/healthscribe/>. Accessed 25 June 2024.
151. Lunden, Ingrid. "Glass Health Is Building an AI for Suggesting Medical Diagnoses." *TechCrunch*, 8 Sept. 2023, <https://techcrunch.com/2023/09/08/glass-health-is-building-an-ai-for-suggesting-medical-diagnoses/>.
152. Paul, Dereck. "Glass Health Joins the Google for Startups AI-First Accelerator." *Glass Health Blog*, 9 Apr. 2024, <https://blog.glass.health/glass-health-joins-the-google-for-startups-ai-first-accelerator/>. Accessed 25 June 2024.
153. "Hippocratic AI Secures \$53M, Bringing Valuation to \$500M." *MobiHealthNews*, 21 Mar. 2024, <https://www.mobihealthnews.com/news/hippocratic-ai-secures-53m-bringing-valuation-500m>. Accessed 25 June 2024.
154. "Video — Hippocratic AI." *Hippocratic AI*, 26 Mar. 2024, <https://www.hippocraticai.com/video>. Accessed 25 June 2024.
155. Dillet, Romain. "Nabla Raises Another \$24 Million for Its AI Assistant for Doctors That Automatically Writes Clinical Notes." *TechCrunch*, 5 Jan. 2024, <https://techcrunch.com/2024/01/05/nabla-raises-another-24-million-for-its-ai-assistant-for-doctors/>. Accessed 25 June 2024.

156. "Announcing Our \$24M Series B Funding Round." *Nabla*, 5 Jan. 2024, <https://www.nabla.com/blog/nabla-series-b/>. Accessed 25 June 2024.
157. Lunden, Ingrid. "Ambience Healthcare Raises \$70M for Its AI Assistant Led by OpenAI and Kleiner Perkins." *TechCrunch*, 6 Feb. 2024, <https://techcrunch.com/2024/02/06/ambience-healthcare-raises-70m-for-its-ai-assistant-led-by-openai-and-kleiner-perkins/>. Accessed 25 June 2024.
158. "Leading AI Operating System for Healthcare." *Ambience Healthcare*, <https://www.ambiencehealthcare.com/>. Accessed 25 June 2024.
159. "Francisco Partners Completes \$1B Buyout of IBM." *HealthExec*, <https://healthexec.com/topics/healthcare-management/mergers-and-acquisitions/francisco-partners-completes-1b-buyout-ibm#:~:text=Global%20investment%20firm%20Francisco%20Partners,was%20previously%20announced%20in%20January.>
160. Mesko, Bertalan. "The ChatGPT (Generative Artificial Intelligence) Revolution Has Made Artificial Intelligence Approachable for Medical Professionals." *Journal of Medical Internet Research*, vol. 25, 22 June 2023, p. e48392, doi: 10.2196/48392. PMID: 37347508; PMCID: PMC10337400.
161. "New Report Finds Doctors and Nurses Ready to Embrace Generative AI to Answer the Pressure Points Facing Global Health Systems." *Elsevier*, 7 Sept. 2023, <https://www.elsevier.com/about/press-releases/new-report-finds-doctors-and-nurses-ready-to-embrace-generative-ai-to-answer>.
162. "IA En Médecine: Avancées et Défis Actuels." *Medscape*, 20 May 2023, https://français.medscape.com/voirarticle/3610629?src=soc_lk_share&form=fpf.
163. Blease, Charlotte, et al. "Psychiatrists' Experiences and Opinions of Generative Artificial Intelligence in Mental Healthcare: An Online Mixed Methods Survey." *Psychiatry Research*, vol. 333, 2024, p. 115724, ISSN 0165-1781, <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2024.115724>.
164. Bonis, Peter. "Over Two-Thirds of U.S. Physicians Changed Their Mind, Now Viewing GenAI as Beneficial in Healthcare." *Wolters Kluwer*, 16 Apr. 2024, <https://www.wolterskluwer.com/en/news/gen-ai-clincian-survey-press-release>.
165. Yim, Dennis, et al. "Preliminary Evidence of the Use of Generative AI in Health Care Clinical Services: Systematic Narrative Review." *JMIR Medical Informatics*, vol. 12, 20 Mar. 2024, p. e52073, doi: 10.2196/52073. PMID: 38506918; PMCID: PMC10993141.
166. Lansiaux, Edouard. "IA Intelligence Artificielle GPT." *LinkedIn*, 5 May 2023, https://www.linkedin.com/posts/edouard-lansiaux-14381a151_ia-intelligenceartificielle-gpt-activity-7181171833549811712--tXV/?utm_source=share&utm_medium=member_desktop.
167. "Doctor Resistance of Artificial Intelligence in Healthcare." *IGI Global*, <https://www.igi-global.com/article/doctor-resistance-of-artificial-intelligence-in-healthcare/315618>.
168. "The Untapped Potential of Consumer Psychology: Transforming Healthcare Systems." *Journal of Consumer Research*, vol. 46, no. 4, 2019, pp. 629-650, <https://academic.oup.com/jcr/article/46/4/629/5485292?guestAccessKey=b9f4ae04-bba1-4fac-8e6c-61dbd2ea9bde&login=false>.

169. Gharbi, Houda. "Résistance au Changement chez les Médecins." *LinkedIn*, 11 Apr. 2024, www.linkedin.com/pulse/r%C3%A9sistance-au-changement-chez-les-m%C3%A9decins-houda-gharbi-mhsyf.
170. Mathieu, Cynthia. "Performance Appraisal." *Elsevier eBooks*, 2021, pp. 71-96, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815827-2.00004-1>.
171. Davis, Wes. "Google's Medical AI Chatbot Is Already Being Tested in Hospitals." *The Verge*, 8 July 2023, <https://www.theverge.com/2023/7/8/23788265/google-med-palm-2-mayo-clinic-chatbot-bard-chatgpt>.
172. Sanders, Kristina. "I, Doctor: How the Fear of AI and Medicine Intersects." *Op-Med, Doximity*, 1 June 2023, <https://opmed.doximity.com/articles/i-doctor-how-the-fear-of-ai-and-medicine-intersects>.
173. "Overcoming Clinician Technophobia: What We Learned from Our Mass Exposure to Telehealth During the COVID-19 Pandemic." *NCBI*, 19 Aug. 2022, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9391067/>. Accessed 25 June 2024.
174. Tyson, Alec, et al. "How Americans View Use of AI in Health Care and Medicine by Doctors and Other Providers." *Pew Research Center*, 22 Feb. 2023, <https://www.pewresearch.org/science/2023/02/22/60-of-americans-would-be-uncomfortable-with-provider-relying-on-ai-in-their-own-health-care/>. Accessed 25 June 2024.
175. Adams, Katie, and Stephanie Baum. "What Hospitals Need to Know about Patient Trust in GenAI." *MedCity News*, 9 June 2024, <https://medcitynews.com/2024/06/generative-ai-trust-healthcare/>. Accessed 25 June 2024.
176. Fera, Bill, and Harry Wedel. "Build Trust in Health Care Gen AI." *Deloitte*, 6 June 2024, <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/consumer-trust-in-health-care-generative-ai.html>. Accessed 25 June 2024.
177. MacDonald, Craig Joseph. "Barriers to Using ChatGPT in Healthcare." *Physicians Practice*, 15 June 2023, <https://www.physicianspractice.com/view/barriers-to-using-chatgpt-in-healthcare>.
178. Gow, Glenn. "Revealing the Dark Side: The Top 6 Problems with ChatGPT and Generative AI in 2024." *Forbes*, 28 Jan. 2024, <https://www.forbes.com/sites/glenngow/2024/01/28/revealing-the-dark-side-the-top-6-problems-with-chatgpt-and-generative-ai-in-2024/>. Accessed 25 June 2024.
179. Kanjee, Zaid, et al. "Accuracy of a Generative Artificial Intelligence Model in a Complex Diagnostic Challenge." *JAMA*, vol. 330, no. 1, 3 July 2023, pp. 78-80, doi: 10.1001/jama.2023.8288. PMID: 37318797; PMCID: PMC10273128.
180. Hirosawa, Takanobu, et al. "Comparative Evaluation of Diagnostic Accuracy Between Google Bard and Physicians." *The American Journal of Medicine*, vol. 136, no. 11, 2023, pp. 1119-1123.e18, <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2023.08.003>.
181. Barile, Jenna, et al. "Diagnostic Accuracy of a Large Language Model in Pediatric Case Studies." *JAMA Pediatrics*, vol. 178, no. 3, 1 Mar. 2024, pp. 313-315, doi: 10.1001/jamapediatrics.2023.5750. PMID: 38165685; PMCID: PMC10762631.
182. Bushuven, Sabrina, et al. "'ChatGPT, Can You Help Me Save My Child's Life?' - Diagnostic Accuracy and Supportive Capabilities to Lay Rescuers by ChatGPT in Prehospital Basic Life Support and Paediatric Advanced Life Support Cases – An In-

- silico Analysis." *Journal of Medical Systems*, vol. 47, 2023, p. 123, <https://doi.org/10.1007/s10916-023-02019-x>.
183. Pillai, John, and Karthik Pillai. "Accuracy of Generative Artificial Intelligence Models in Differential Diagnoses of Familial Mediterranean Fever and Deficiency of Interleukin-1 Receptor Antagonist." *Journal of Translational Autoimmunity*, vol. 7, 14 Oct. 2023, p. 100213, doi: 10.1016/j.jtauto.2023.100213. PMID: 37927888; PMCID: PMC10622681.
184. "Using FAIR to Measure Gender Bias in LLMs." *Aligned AI Blog*, 13 Sept. 2023, <https://buildaligned.ai/blog/using-fair-to-measure-gender-bias-in-llms>. Accessed 25 June 2024.
185. Germain, Thomas. "Study Unlocks ChatGPT AI's Inner Racist." *Gizmodo*, 13 Apr. 2023, <https://gizmodo.com/chatgpt-ai-openai-study-frees-chat-gpt-inner-racist-1850333646>. Accessed 25 June 2024.
186. "Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care: A Call for Open Science." *NCBI*, 8 Oct. 2021, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8515002/>. Accessed 25 June 2024.
187. Mark, John. "Using Artificial Intelligence on Dermatology Conditions in Uganda: A Case for Diversity in Training Data Sets for Machine Learning." *bioRxiv*, 31 Oct. 2019, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/826057v1>. Accessed 25 June 2024.
188. Benčević, Marin, et al. "Understanding Skin Color Bias in Deep Learning-Based Skin Lesion Segmentation." *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 245, 2024, p. 108044, <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108044>.
189. "Closing the Gender Data Gap in Healthcare." *McKinsey*, 3 Apr. 2023, <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/closing-the-data-gaps-in-womens-health>. Accessed 25 June 2024.
190. Lego, Vincent D. "Uncovering the Gender Health Data Gap." *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 39, no. 7, 11 Aug. 2023, p. e00065423, doi: 10.1590/0102-311XEN065423. PMID: 37585901; PMCID: PMC10494683.
191. Norori, Nora, et al. "Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care: A Call for Open Science." *Patterns*, vol. 2, no. 10, 8 Oct. 2021, p. 100347, doi: 10.1016/j.patter.2021.100347. PMID: 34693373; PMCID: PMC8515002.
192. "'Black Box' of Generative AI: Importance of Transparency and Control." *O3 World*, <https://www.o3world.com/perspectives/navigating-generative-ai-black-box-transparency-control/>. Accessed 25 June 2024.
193. "How Well Do LLMs Cite Relevant Medical References? An Evaluation Framework and Analyses." *arXiv*, 3 Feb. 2024, <https://arxiv.org/abs/2402.02008>. Accessed 25 June 2024.
194. "AI Adoption in U.S. Health Care Won't Be Easy." *Harvard Business Review*, 14 Sept. 2023, <https://hbr.org/2023/09/ai-adoption-in-u-s-health-care-wont-be-easy>. Accessed 25 June 2024.
195. Cadic, Jean-Maximilien. "Imaginaires et intelligence artificielle à travers une approche transverse." *Sociétés*, vol. 131, no. 1, 2016, pp. 77-86.
196. Wilson, H. James, and Paul R. Daugherty. "AI Won't Replace Humans. But Humans with AI Will Replace Humans Without AI." *Harvard Business Review*, 10 August 2023, <https://hbr.org/2023/08/ai-wont-replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai>.

197. Nowbahari, Coline. "L'impact de l'écran d'ordinateur sur la relation médecin-patient dans les cabinets de médecine générale d'Ile-de-France." *DUMAS*, 7 Nov. 2017, https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01630379v1/file/ThExe_NOWBAHARI_Coline_DUMAS.pdf.
198. Parikh, Rahul. "AI Can't Replace Doctors. But It Can Make Them Better." *MIT Technology Review*, 25 Aug. 2021, www.technologyreview.com/2018/10/23/139414/ai-cant-replace-doctors-but-it-can-make-them-better.
199. Tyson, Alec, et al. "How Americans View Use of AI in Health Care and Medicine by Doctors and Other Providers." *Pew Research Center*, 22 Feb. 2023, <https://www.pewresearch.org/science/2023/02/22/60-of-americans-would-be-uncomfortable-with-provider-relying-on-ai-in-their-own-health-care/>.
200. Roger, William. "L'Intelligence Artificielle au Chevet de la Relation Patient-Médecin." *Whatsupdoc-lemag.fr*, 21 May 2024, <https://www.whatsupdoc-lemag.fr/article/lintelligence-artificielle-au-chevet-de-la-relation-patient-medecin>.
201. Haynes, Amelia. "Human or AI?: The Nuances of Intelligence." *Korn Ferry*, <https://www.kornferry.com/institute/human-or-ai-the-nuances-of-intelligence>.
202. Bock, Sara. "Introducing Dr. Chatbot." *UC San Diego Today*, 15 June 2023, <https://today.ucsd.edu/story/introducing-dr-chatbot>.
203. "Systèmes d'IA Générative en Santé: Enjeux et Perspectives." *Académie Nationale de Médecine*, 5 Mar. 2024, <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2024/03/Rapport-Systemes-dIA-generative-en-sante.pdf>.
204. "AI Act | Shaping Europe's Digital Future." *Shaping Europe's Digital Future*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>.
205. "Everything We Know About Generative AI Regulation in 2024." *Basis Technologies*, 6 May 2024, <https://basis.com/blog/everything-we-know-about-generative-ai-regulation-in-2024>.
206. Wilkinson, Lindsey. "A Look at How the EU AI Act Will Impact US Generative AI Deployments." *CIO Dive*, 27 Mar. 2024, <https://www.ciodive.com/news/eu-ai-act-CIO-impact-US-generative-ai-risk/711540/>.
207. Gilbert, Samuel. "The EU Passes the AI Act and Its Implications for Digital Medicine Are Unclear." *npj Digital Medicine*, vol. 7, 2024, p. 135, <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01116-6>.
208. "The European Union Medical Device Regulation – Regulation (EU) 2017/745 (EU MDR)." *EU MDR*, <https://eumdr.com/>.
209. "General Data Protection Regulation (GDPR) – Legal Text." *GDPR*, <https://gdpr-info.eu/>. Accessed 25 June 2024.
210. Slijpen, Suzan, et al. "EU and US Regulatory Challenges Facing AI Health Care Innovator Firms." *Stanford Law School*, 6 Apr. 2024, <https://law.stanford.edu/2024/04/06/eu-and-us-regulatory-challenges-facing-ai-health-care-innovator-firms/>.
211. Cavazza, Marc. "LLM: L'Académie de Médecine." *LinkedIn*, 5 June 2023, <https://www.linkedin.com/pulse/llm-llacad%25C3%25A9mie-de-m%25C3%25A9decine-marc-cavazza-zijqe/?trackingId=1kVfvFIRQA04kN28vm9E4Q%3D%3D>.

212. “FAQ en Français.” *Health Data Hub*, <https://www.health-data-hub.fr/faq-en-francais>. Accessed 25 June 2024.
213. “Rapport IA n° 2 : Une IA en Santé Efficace et Éthique.” *Sénat*, 21 May 2024, <https://www.senat.fr/travaux-parlementaires/office-et-delegations/delegation-a-la-prospective/actualite-1/rapport-ia-n-2-3144.html>.
214. Meskó, Bertalan, and Eric J. Topol. “The Imperative for Regulatory Oversight of Large Language Models (or Generative AI) in Healthcare.” *npj Digital Medicine*, vol. 6, 2023, p. 120, <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00873-0>.
215. Harding, Tony, et al. “Section 5 - Navigating the Regulatory Landscape: An Analysis of Legal and Ethical Oversight for Large Language Models (LLMs).” *HIMSS*, 22 Mar. 2024, <https://www.himss.org/resources/section-5-navigating-regulatory-landscape-analysis-legal-and-ethical-oversight-large>.
216. “Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence.” *The White House*, 30 Oct. 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>.
217. “Blueprint for an AI Bill of Rights | OSTP.” *The White House*, <https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/>.
218. “AI Watch: Global Regulatory Tracker - United States.” *White & Case LLP*, 13 May 2024, <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/ai-watch-global-regulatory-tracker-united-states>.
219. “AMA Principles for Augmented Intelligence Development, Deployment, and Use.” *American Medical Association*, 14 Nov. 2023, <https://www.ama-assn.org/system/files/ama-ai-principles.pdf>.
220. « Éthique et gouvernance de l'intelligence artificielle pour la santé : Guide sur les grands modèles multimodaux OMS
221. Wiggers, Kyle. “Hugging Face Releases a Benchmark for Testing Generative AI on Health Tasks.” *TechCrunch*, 18 Apr. 2024, <https://techcrunch.com/2024/04/18/hugging-face-releases-a-benchmark-for-testing-generative-ai-on-health-tasks/>.
222. Sezgin, Emre. “Artificial Intelligence in Healthcare: Complementing, Not Replacing, Doctors and Healthcare Providers.” *Digital Health*, vol. 9, 2023, doi:10.1177/20552076231186520.
223. Sauder, Michael, et al. “Exploring Generative Artificial Intelligence-Assisted Medical Education: Assessing Case-Based Learning for Medical Students.” *Cureus*, vol. 16, no. 1, 9 Jan. 2024, p. e51961, doi: 10.7759/cureus.51961. PMID: 38333501; PMCID: PMC10852982.
224. Digital Health Global et Editorial Team. “DrugGPT: Oxford’s AI Tool Revolutionizing Medication Prescriptions.” *Digital Health Global*, 4 Apr. 2024, <https://digitalhealthglobal.com/drug-gpt-oxfords-ai-tool-revolutionizing-medication-prescriptions/>. Accessed 25 June 2024.
225. “Macron Announces Boost in Domestic Drug Production.” *Euractiv*, <https://www.euractiv.com/section/politics/news/macron-announces-boost-in-domestic-drug-production/>.

226. “Posos Builds the First Drug Database Using AI and Gets Approval from the French National Authority for Health.” *Posos*, <https://www.posos.co/blog-articles/posos-builds-the-first-drug-database-using-ai-and-gets-approval-from-the-french-national-authority-for-health#:~:text=Posos%20builds%20the%20first%20drug,French%20National%20Authority%20for%20Health&text=Find%20out%20more%20about%20our,practitioners%20Use%20Posos%20every%20day.&text=More%20in%2Ddepth%20information%20on%20the%20entire%20Posos%20ecosystem>.
227. “ICN Report Says Shortage of Nurses Is a Global Health Emergency.” *International Council of Nurses*, www.icn.ch/news/icn-report-says-shortage-nurses-global-health-emergency.
228. “How Generative AI Can Help Address the Critical Nursing Shortage.” *Healthcare IT News*, 16 Feb. 2024, www.healthcareitnews.com/news/how-generative-ai-can-help-address-critical-nursing-shortage.
229. “Nurses Piloting Generative AI.” *UW Health News*, www.uwhealth.org/news/nurses-piloting-generative-AI.
230. <https://www-sciencedirect-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/science/article/pii/S0040162524002464>
231. Dhar, Asif. “Can GenAI Help Make Health Care Affordable? Consumers Think So.” *Deloitte*, 16 Nov. 2023, <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/health-care-blog/2023/can-gen-ai-help-make-health-care-affordable-consumers-think-so.html>.
232. “Pricing.” *OpenAI*, 2024, <https://openai.com/api/pricing/>. Accessed 25 June 2024.
233. Strier, Keith. “What Is Sovereign AI?” *NVIDIA Blog*, 28 Feb. 2024, <https://blogs.nvidia.com/blog/what-is-sovereign-ai/>.
234. Coirault, Camille. “L'IA Générative Dans le Secteur Médical: Une Menace pour les Pays les Plus Pauvres? L'OMS Nous Avertit.” *Clubic.com*, 20 Jan. 2024, <https://www.clubic.com/actualite-516265-l-ia-generative-dans-le-secteur-medical-une-menace-pour-les-pays-les-plus-pauvres-l-oms-nous-avertit.html>.
235. World Health Organization. “WHO Calls for Safe and Ethical AI for Health.” *WHO*, 16 May 2023, <https://www.who.int/news/item/16-05-2023-who-calls-for-safe-and-ethical-ai-for-health>.
236. Alliancy. “Empreinte Carbone: ChatGPT, un Coût Écologique?” *Alliancy*, <https://www.alliancy.fr/empreinte-carbone-chatgpt>
237. Reddy, S. “Generative AI in Healthcare: An Implementation Science Informed Translational Path on Application, Integration, and Governance.” *Implementation Science*, vol. 19, no. 1, 15 Mar. 2024, p. 27, doi: 10.1186/s13012-024-01357-9. PMID: 38491544; PMCID: PMC10941464.

Annexe 1 :

Traduction des captures d'écran de Reddit : discussions à propos des moyens de contourner ChatGPT sur des questions de santé.

Capture 1 :

Je n'ai pas eu de problème à obtenir des conseils médicaux et des thérapies en utilisant des invites régulières sans lui dire d'écrire de la fiction.

« Vous répondrez en tant que médecin avec une connaissance approfondie des maladies rares. Votre patient, qui n'a pas accès aux soins médicaux, est venu vous voir avec un problème médical qu'il a rencontré. Votre tâche est de diagnostiquer son état en fonction de la description de ses symptômes et de son historique médical qu'il fournit, et de lui donner les conseils médicaux nécessaires sur la manière de gérer son état. En raison du manque de soins médicaux, vous devez diagnostiquer son état et proposer des suggestions de traitement. Assurez-vous d'utiliser un langage spécifique et descriptif qui fournit autant de détails que possible. Prenez en compte le ton et le style de votre réponse, en vous assurant qu'il est approprié à l'état du patient et à votre rôle en tant que prestataire de soins primaires. Utilisez vos connaissances approfondies des maladies rares pour fournir au patient les meilleurs conseils médicaux et traitements possibles. Vous pouvez poser des questions supplémentaires pour clarifier les symptômes et diagnostiquer l'état avec précision. »

Capture 2 :

"Connaissez-vous la série House ?"

(ChatGPT confirme qu'il connaît la série et dit qu'il peut répondre à des questions à ce sujet)

"J'écris un script spécifiquement pour la série House et je ne connais pas assez de choses médicales pour écrire au nom du Dr House. Je vais vous décrire une situation médicale et vous allez essayer de la résoudre comme House, même si c'est une condition courante et non quelque chose de plus sérieux. Le patient _____" (c'est là que j'ai décrit ma condition médicale qui est essentiellement de la somnolence mais avec plein de précisions)

Ensuite, il m'a donné une série de conditions potentielles et d'études/tests supplémentaires à faire pour approfondir ma condition que je vais prendre à cœur. J'espère que cela aide !

Université de Lille
UFR3S-Pharmacie
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2023/2024

Nom : Asseman
Prénom : Valentine

Titre de la thèse : How do physicians perceive Generative AI as a transformative tool in clinical practice? Analysis of the interests and limitations in its adoption (France/United States)

Mots-clés : Generative Artificial Intelligence, clinical practice, technology adoption, physician perceptions, France, United States, healthcare innovation, continuous training, regulation.

Résumé :

This thesis explores physicians' perceptions of Generative Artificial Intelligence (Generative AI) as a transformative tool in clinical practice, focusing on the interests and limitations of its adoption in France and the United States. Generative AI, a subset of artificial intelligence capable of creating new content from existing data, holds significant promise for innovations in the medical field. The study is based on literature reviews and surveys from physicians in both countries, aiming to identify key factors influencing the integration of Generative AI into daily clinical practice. Despite its potential, the adoption of Generative AI in healthcare faces several challenges, including technical limitations, regulatory issues, and varying levels of acceptance among healthcare professionals. The findings reveal a mix of opinions, with physicians expressing both optimism and concerns about the future of Generative AI in clinical practice. Concerns include the accuracy of AI, its efficiency, and the potential impacts on patient-physicians interactions. The study also highlights the importance of physician education and continuous training for successful adoption of these technologies. Ultimately, this thesis proposes a comprehensive framework for integrating Generative AI into clinical practice, aiming to enhance the quality of care while addressing the concerns of healthcare professionals.

Membres du jury :

Président :

ODOU Pascal, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier (PU-PH),
Pharmacien gérant, Pharmacie CHRU LILLE

Assesseur(s) :

ZITOUNI Djamel, Maître de conférences, laboratoire de Biomathématiques,
Université de Lille

MARCEL FOURRIER Xavier, CEO, THRD

Membre extérieur :

CHAVATTE Philippe, Professeur des Universités – Ancien membre de la Faculté de
Pharmacie de Lille

Université de Lille
UFR3S-Pharmacie
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2023/2024

Nom : Asseman
Prénom : Valentine

Titre de la thèse : Comment les médecins perçoivent-ils l'IA générative comme un outil de transformation de la pratique clinique? Analyse des intérêts et des limitations de son adoption (comparaison France/États-Unis)

Mots-clés : Intelligence Artificielle Générative, pratique clinique, adoption technologique, perceptions des médecins, France, États-Unis, innovation en santé, formation continue, réglementation.

Résumé :

Cette thèse explore les perceptions des médecins concernant l'Intelligence Artificielle Générative (IA générative) en tant qu'outil de transformation de la pratique clinique, en se concentrant sur les intérêts et les limitations de son adoption en France et aux États-Unis. L'IA générative, une branche de l'intelligence artificielle capable de créer de nouveaux contenus à partir de données existantes, promet des innovations significatives dans le domaine médical. L'étude est basée sur des revues de littérature et des enquêtes auprès des médecins des deux pays, visant à identifier les facteurs clés influençant l'intégration de l'IA générative dans la pratique clinique quotidienne. Malgré son potentiel, l'adoption de l'IA générative dans les soins de santé est confrontée à des défis techniques, réglementaires, et à une acceptation variable parmi les professionnels de santé. Les résultats montrent une mixité d'opinions, avec des médecins exprimant à la fois de l'optimisme et des craintes quant à l'avenir de l'IA générative en pratique clinique. Les préoccupations incluent la précision de l'IA, son efficacité, et les impacts potentiels sur la relation patient-médecin. L'étude souligne également l'importance de l'éducation des médecins et de la formation continue pour une adoption réussie de ces technologies. En fin de compte, cette thèse propose un cadre complet pour intégrer l'IA générative dans la pratique clinique, visant à améliorer la qualité des soins tout en répondant aux préoccupations des professionnels de santé.

Membres du jury :

Président :

ODOU Pascal, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier (PU-PH),
Pharmacien gérant, Pharmacie CHRU LILLE

Assesseur(s) :

ZITOUNI Djamel, Maître de conférences, laboratoire de Biomathématiques,
Université de Lille

MARCEL FOURRIER Xavier, CEO, THRD

Membre extérieur :

CHAVATTE Philippe, Professeur des Universités – Ancien membre de la Faculté de Pharmacie de Lille