

Année 2026

Thèse N° 169

Radiologie à l'ère de l'IA: Entre innovation et redéfinition des compétences

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 18/05/2026

PAR

Mlle. Khadija LAASSIRI

Née Le 25/01/1998

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Intelligence artificielle – Radiologie – Radiologie – Imagerie médicale

JURY

Mme. S.ALJ

Professeur Radiologie

PRESIDENTE

M. H. JALAL

Professeur Radiologie

RAPPORTEUR

M. B. BOUTAKOUTE

Professeur Radiologie

Mme. D.BASRAOUI

Professeur Radiologie

M. A. MOUHSINE

Professeur Radiologie

JUGES

وَقُلْ لِّعِبَادِي
قُلُوبًا

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَنَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ



Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception. Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



LISTE DES PROFESSEURS

UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI
: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Said ZOUHAIR

Vice doyen de la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen des Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Vice doyen Chargé de la Pharmacie

: Pr. Oualid ZIRAOUI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Liste nominative du personnel enseignants chercheurs
permanant**

N°	Nom et Prénom	Cadre	Spécialités
01	ZOUHAIR Said (Doyen)	P.E.S	Microbiologie
02	CHOULLI Mohamed Khaled	P.E.S	Neuro pharmacologie
03	BOUSKRAOUI Mohammed	P.E.S	Pédiatrie
04	KHATOURI Ali	P.E.S	Cardiologie
05	NIAMANE Radouane	P.E.S	Rhumatologie
06	AIT BENALI Said	P.E.S	Neurochirurgie
07	KRATI Khadija	P.E.S	Gastro-entérologie
08	SOUMMANI Abderraouf	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
09	RAJI Abdelaziz	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
10	SARF Ismail	P.E.S	Urologie
11	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	P.E.S	Ophtalmologie
12	AMAL Said	P.E.S	Dermatologie
13	ESSAADOUNI Lamiaa	P.E.S	Médecine interne
14	MANSOURI Nadia	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
15	MOUTAJ Redouane	P.E.S	Parasitologie
16	AMMAR Haddou	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
17	CHAKOUR Mohammed	P.E.S	Hématologie biologique
18	EL FEZZAZI Redouane	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
19	YOUNOUS Said	P.E.S	Anesthésie-réanimation

20	BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	P.E.S	Chirurgie générale
21	ASMOUKI Hamid	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
22	BOUMZEBRA Drissi	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
23	CHELLAK Saliha	P.E.S	Biochimie-chimie
24	LOUZI Abdelouahed	P.E.S	Chirurgie-générale
25	AIT-SAB Imane	P.E.S	Pédiatrie
26	GHANNANE Houssine	P.E.S	Neurochirurgie
27	OULAD SAIAD Mohamed	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
28	DAHAMI Zakaria	P.E.S	Urologie
29	EL HATTAOUI Mustapha	P.E.S	Cardiologie
30	AMINE Mohamed	P.E.S	Epidémiologie clinique
31	EL ADIB Ahmed Rhassane	P.E.S	Anesthésie-réanimation
32	ELFIKRI Abdelghani	P.E.S	Radiologie
33	ARSALANE Lamiae	P.E.S	Microbiologie-virologie
34	KAMILI El Ouafi El Aouni	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
35	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	P.E.S	Pédiatrie (Néonatalogie)
36	MATRANE Aboubakr	P.E.S	Médecine nucléaire
37	ADMOU Brahim	P.E.S	Immunologie
38	CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	P.E.S	Radiologie
39	MANOUDI Fatiha	P.E.S	Psychiatrie
40	BOURROUS Monir	P.E.S	Pédiatrie
41	TASSI Noura	P.E.S	Maladies infectieuses
42	NEJMI Hicham	P.E.S	Anesthésie-réanimation
43	LAOUAD Inass	P.E.S	Néphrologie
44	FOURAIJI Karima	P.E.S	Chirurgie
45	BOUKHIRA Abderrahman	P.E.S	Biochimie-chimie
46	KHALLOUKI Mohammed	P.E.S	Anesthésie-réanimation
47	BSISS Mohammed Aziz	P.E.S	Biophysique
48	EL OMRANI Abdelhamid	P.E.S	Radiothérapie
49	SORAA Nabila	P.E.S	Microbiologie-virologie
50	KHOUCHANI Mouna	P.E.S	Radiothérapie
51	JALAL Hicham	P.E.S	Radiologie

52	EL ANSARI Nawal	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
53	AMRO Lamyae	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
54	OUALI IDRISSE Mariem	P.E.S	Radiologie
55	ZAHLANE Mouna	P.E.S	Médecine interne
56	BENJILALI Laila	P.E.S	Médecine interne
57	NARJIS Youssef	P.E.S	Chirurgie générale
58	RABBANI Khalid	P.E.S	Chirurgie générale
59	SAMLANI Zouhour	P.E.S	Gastro-entérologie
60	LAGHMARI Mehdi	P.E.S	Neurochirurgie
61	ABOUSSAIR Nisrine	P.E.S	Génétique
62	BENCHAMKHA Yassine	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
63	CHAFIK Rachid	P.E.S	Traumato-orthopédie
64	ABKARI Imad	P.E.S	Traumato-orthopédie
65	EL BOUIHI Mohamed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
66	LAKMICHI Mohamed Amine	P.E.S	Urologie
67	AGHOUTANE El Mouhtadi	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
68	HOCAR Ouafa	P.E.S	Dermatologie
69	EL KARIMI Saloua	P.E.S	Cardiologie
70	EL BOUCHTI Imane	P.E.S	Rhumatologie
71	QAMOUSS Youssef	P.E.S	Anesthésie réanimation
72	ZYANI Mohammad	P.E.S	Médecine interne
73	QACIF Hassan	P.E.S	Médecine interne
74	BEN DRISS Laila	P.E.S	Cardiologie
75	MOUFID Kamal	P.E.S	Urologie
76	EL BARNI Rachid	P.E.S	Chirurgie générale
77	KRIET Mohamed	P.E.S	Ophtalmologie
78	BOUCHENTOUF Rachid	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
79	ABOUCHADI Abdeljalil	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
80	BASRAOUI Dounia	P.E.S	Radiologie
81	RAIS Hanane	P.E.S	Anatomie Pathologique

82	BELKHOUE Ahlam	P.E.S	Rhumatologie
83	ZAOUI Sanaa	P.E.S	Pharmacologie
84	MSOUGAR Yassine	P.E.S	Chirurgie thoracique
85	EL MGHARI TABIB Ghizlane	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
86	DRAISS Ghizlane	P.E.S	Pédiatrie
87	EL IDRISSE SLITINE Nadia	P.E.S	Pédiatrie
88	RADA Noureddine	P.E.S	Pédiatrie
89	BOURRAHOUE Aicha	P.E.S	Pédiatrie
90	MOUAFFAK Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
91	ZIADI Amra	P.E.S	Anesthésie-réanimation
92	ANIBA Khalid	P.E.S	Neurochirurgie
93	TAZI Mohamed Illias	P.E.S	Hématologie clinique
94	ROCHDI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
95	FADILI Wafaa	P.E.S	Néphrologie
96	ADALI Imane	P.E.S	Psychiatrie
97	ZAHLANE Kawtar	P.E.S	Microbiologie- virologie
98	LOUHAB Nisrine	P.E.S	Neurologie
99	HAROU Karam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
100	BOUKHANNI Lahcen	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
101	FAKHIR Bouchra	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
102	BENHIMA Mohamed Amine	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
103	HACHIMI Abdelhamid	P.E.S	Réanimation médicale
104	EL KHAYARI Mina	P.E.S	Réanimation médicale
105	AISSAOUI Younes	P.E.S	Anesthésie-réanimation
106	BAIZRI Hicham	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
107	ATMANE El Mehdi	P.E.S	Radiologie
108	EL AMRANI Moulay Driss	P.E.S	Anatomie
109	BELBARAKA Rhizlane	P.E.S	Oncologie médicale
110	ALJ Soumaya	P.E.S	Radiologie
111	OUBAHA Sofia	P.E.S	Physiologie
112	EL HAOUATI Rachid	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire

113	BENALI Abdeslam	P.E.S	Psychiatrie
114	MLIHA TOUATI Mohammed	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
115	MARGAD Omar	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
116	KADDOURI Said	P.E.S	Médecine interne
117	ZEMRAOUI Nadir	P.E.S	Néphrologie
118	EL KHADER Ahmed	P.E.S	Chirurgie générale
119	DAROUASSI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
120	BENJELLOUN HARZIMI Amine	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
121	FAKHRI Anass	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
122	SALAMA Tarik	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
123	CHRAA Mohamed	P.E.S	Physiologie
124	ZARROUKI Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
125	AIT BATAHAR Salma	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
126	ADARMOUCH Latifa	P.E.S	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
127	BELBACHIR Anass	P.E.S	Anatomie pathologique
128	HAZMIRI Fatima Ezzahra	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
129	EL KAMOUNI Youssef	P.E.S	Microbiologie-virologie
130	EL MEZOUARI El Mostafa	P.E.S	Parasitologie mycologie
131	SERGHINI Issam	P.E.S	Anesthésie-réanimation
132	ABIR Badreddine	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
133	GHAZI Mirieme	P.E.S	Rhumatologie
134	ZIDANE Moulay Abdelfettah	P.E.S	Chirurgie thoracique
135	LAHKIM Mohammed	P.E.S	Chirurgie générale
136	MOUHSINE Abdelilah	P.E.S	Radiologie
137	TOURABI Khalid	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
138	ARABI Hafid	P.E.S	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle

139	BELHADJ Ayoub	P.E.S	Anesthésie-réanimation
140	BOUZERDA Abdelmajid	P.E.S	Cardiologie
141	ABDELFETTAH Youness	P.E.S	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle
142	REBAHI Houssam	P.E.S	Anesthésie-réanimation
143	BENNAOUI Fatiha	P.E.S	Pédiatrie
144	ZOUIZRA Zahira	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
145	SEBBANI Majda	P.E.S	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
146	FENANE Hicham	Pr Ag	Chirurgie thoracique
147	ABDOU Abdessamad	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
148	HAMMOUNE Nabil	P.E.S	Radiologie
149	ESSADI Ismail	P.E.S	Oncologie médicale
150	ALJALIL Abdelfattah	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
151	LAFFINTI Mahmoud Amine	P.E.S	Psychiatrie
152	RHARRASSI Issam	P.E.S	Anatomie-pathologique
153	ASSERRAJI Mohammed	P.E.S	Néphrologie
154	JANAH Hicham	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
155	NASSIM SABAH Taoufik	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
156	ELBAZ Meriem	P.E.S	Pédiatrie
157	SEDDIKI Rachid	P.E.S	Anesthésie-réanimation
158	BELGHMAIDI Sarah	Pr Ag	Ophtalmologie
159	GEBRATI Lhoucine	MC Hab	Chimie
160	FDIL Naima	MC Hab	Chimie de coordination bio-organique
161	LOQMAN Souad	MC Hab	Microbiologie et Toxicologie
162	BAALLAL Hassan	Pr Ag	Neurochirurgie
163	BELFQUIH Hatim	Pr Ag	Neurochirurgie
164	AKKA Rachid	Pr Ag	Gastro-entérologie
165	BABA Hicham	Pr Ag	Chirurgie générale
166	MAOUJOURD Omar	Pr Ag	Néphrologie
167	SIRBOU Rachid	Pr Ag	Médecine d'urgence et de catastrophe

168	DAMI Abdallah	Pr Ag	Médecine Légale
169	AZIZ Zakaria	Pr Ag	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
170	ELOUARDI Youssef	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
171	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Pr Ag	Hématologie clinique
172	NASSIH Houda	Pr Ag	Pédiatrie
173	LAHMINI Widad	Pr Ag	Pédiatrie
174	BENANTAR Lamia	Pr Ag	Neurochirurgie
175	EL FADLI Mohammed	Pr Ag	Oncologie médicale
176	AIT ERRAMI Adil	Pr Ag	Gastro-entérologie
177	CHETTATI Mariam	Pr Ag	Néphrologie
178	BOUTAKIOUTE Badr	Pr Ag	Radiologie
179	SAYAGH Sanae	Pr Ag	Hématologie
180	EL FAKIRI Karima	Pr Ag	Pédiatrie
181	EL FILALI Oualid	Pr Ag	Chirurgie Vasculaire périphérique
182	EL- AKHIRI Mohammed	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
183	HAJJI Fouad	Pr Ag	Urologie
184	JALLAL Hamid	Pr Ag	Cardiologie
185	ZBITOU Mohamed Anas	Pr Ag	Cardiologie
186	RAISSI Abderrahim	Pr Ag	Hématologie clinique
187	EL HAKKOUNI Awatif	Pr Ag	Parasitologie mycologie
188	ACHKOUN Abdessalam	Pr Ag	Anatomie
189	DARFAOUI Mouna	Pr Ag	Radiothérapie
190	EL-QADIRY Rabiyy	Pr Ag	Pédiatrie
191	ELJAMILI Mohammed	Pr Ag	Cardiologie
192	HAMRI Asma	Pr Ag	Chirurgie Générale
193	ELATIQUI Oumkeltoum	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
194	BENZALIM Meriam	Pr Ag	Radiologie
195	ABOULMAKARIM Siham	Pr Ag	Biochimie
196	LAMRANI HANCHI Asmae	Pr Ag	Microbiologie-virologie
197	HAJHOUI Farouk	Pr Ag	Neurochirurgie
198	EL KHAASSOUI Amine	Pr Ag	Chirurgie pédiatrique

199	CHAHBI Zakaria	Pr Ag	Maladies infectieuses
200	MEFTAH Azzelarab	Pr Ag	Endocrinologie et maladies métaboliques
201	BELLASRI Salah	Pr Ag	Radiologie
202	ATMANI Nouredine	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
203	AABBASSI Bouchra	Pr Ag	Pédopsychiatrie
204	DOUIREK Fouzia	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
205	SAHRAOUI Houssam Eddine	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
206	RHEZALI Manal	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
207	ABALLA Najoua	Pr Ag	Chirurgie pédiatrique
208	MOUGUI Ahmed	Pr Ag	Rhumatologie
209	ZOUITA Btissam	Pr Ag	Radiologie
210	HAZIME Raja	Pr Ag	Immunologie
211	SALLAHI Hicham	Pr Ag	Traumatologie-orthopédie
212	BENCHAFAI Ilias	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
213	EL JADI Hamza	Pr Ag	Endocrinologie et maladies métaboliques
214	AZAMI Mohamed Amine	Pr Ag	Anatomie pathologique
215	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Pr Ag	Chirurgie générale
216	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ag	Cardiologie
217	ROUKHSI Redouane	Pr Ag	Radiologie
218	ARROB Adil	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
219	MOULINE Souhail	Pr Ag	Microbiologie-virologie
220	AZIZI Mounia	Pr Ag	Néphrologie
221	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ag	Dermatologie
222	YANISSE Siham	Pr Ag	Pharmacie galénique
223	KHALLIKANE Said	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
224	ZIRAOUI Oualid	Pr Ag	Chimie thérapeutique
225	IDALENE Malika	Pr Ag	Maladies infectieuses
226	LACHHAB Zineb	Pr Ag	Pharmacognosie
227	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ag	Dermatologie
228	AHBALA Tariq	Pr Ag	Chirurgie générale
229	EL AOUME Amal	Pr Ag	Orthodontie et orthopédie dento-

			faciale
230	WARDA Karima	MCHab	Microbiologie
231	SBAI Asma	MCHab	Informatique
232	ABISSY Meriem	MC	Microbiologie
233	SLIOUI Badr	MC	Radiologie
234	CHEGGOUR Mouna	MC	Biochimie
235	BELARBI Marouane	MC	Néphrologie
236	EL AMIRI My Ahmed	MC	Chimie de Coordination bio- organique
237	LALAOUI Abdessamad	MC	Pédiatrie
238	ESSAFTI Meryem	MC	Anesthésie-réanimation
239	RACHIDI Hind	MC	Anatomie pathologique
240	FIKRI Oussama	MC	Pneumo-phtisiologie
241	EL HAMDAOUI Omar	MC	Toxicologie
242	EL HAJJAMI Ayoub	MC	Radiologie
243	BOUMEDIANE El Mehdi	MC	Traumato-orthopédie
244	RAFI Sana	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques
245	JEBRANE Ilham	MC	Pharmacologie
246	LAKHDAR Youssef	MC	Oto-rhino-laryngologie
247	LGHABI Majida	MC	Médecine du Travail
248	AIT LHAJ El Houssaine	MC	Ophtalmologie
249	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	MC	Chirurgie générale
250	EL MOUHAFID Faisal	MC	Chirurgie générale
251	AHMANNNA Hussein-choukri	MC	Radiologie
252	AIT M'BAREK Yassine	MC	Neurochirurgie
253	ELMASRIOUI Joumana	MC	Physiologie
254	FOURA Salma	MC	Chirurgie pédiatrique
255	LASRI Najat	MC	Hématologie clinique
256	BOUKTIB Youssef	MC	Radiologie
257	MOUROUTH Hanane	MC	Anesthésie-réanimation
258	BOUZID Fatima zahrae	MC	Génétique
259	MRHAR Soumia	MC	Pédiatrie

260	QUIDDI Wafa	MC	Hématologie
261	BEN HOUMICH Taoufik	MC	Microbiologie-virologie
262	FETOUI Imane	MC	Pédiatrie
263	FATH EL KHIR Yassine	MC	Traumato-orthopédie
264	NASSIRI Mohamed	MC	Traumato-orthopédie
265	AIT-DRISS Wiam	MC	Maladies infectieuses
266	AIT YAHYA Abdelkarim	MC	Cardiologie
267	DIANI Abdelwahed	MC	Radiologie
268	AIT BELAID Wafae	MC	Chirurgie générale
269	ZTATI Mohamed	MC	Cardiologie
270	HAMOUCHE Nabil	MC	Néphrologie
271	ELMARDOULI Mouhcine	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
272	BENNIS Lamiae	MC	Anesthésie-réanimation
273	BENDAOUD Layla	MC	Dermatologie
274	HABBAB Adil	MC	Chirurgie générale
275	CHATAR Achraf	MC	Urologie
276	OUMGHAR Nezha	MC	Biophysique
277	HOUMAIID Hanane	MC	Gynécologie-obstétrique
278	YOUSFI Jaouad	MC	Gériatrie
279	NACIR Oussama	MC	Gastro-entérologie
280	BABACHEIKH Safia	MC	Gynécologie-obstétrique
281	ABDOURAFIQ Hasna	MC	Anatomie
282	TAMOUR Hicham	MC	Anatomie
283	IRAQI HOUSSAINI Kawtar	MC	Gynécologie-obstétrique
284	EL FAHIRI Fatima Zahrae	MC	Psychiatrie
285	BOUKIND Samira	MC	Anatomie
286	LOUKHNATI Mehdi	MC	Hématologie clinique
287	ZAHROU Farid	MC	Neurochirurgie
288	MAAROUFI Fathillah Elkarim	MC	Chirurgie générale
289	EL MOUSSAOUI Soufiane	MC	Pédiatrie
290	BARKICHE Samir	MC	Radiothérapie
291	ABI EL AALA Khalid	MC	Pédiatrie
292	AFANI Leila	MC	Oncologie médicale

293	EL MOULOUA Ahmed	MC	Chirurgie pédiatrique
294	LAGRINE Mariam	MC	Pédiatrie
295	DAFIR Kenza	MC	Génétique
296	CHERKAOUI RHAZOUANI Oussama	MC	Neurologie
297	ABAINOU Lahoussaine	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques
298	BENCHANNA Rachid	MC	Pneumo-phtisiologie
299	EL GUAZZAR Ahmed	MC	Chirurgie générale
300	OULGHOUL Omar	MC	Oto-rhino-laryngologie
301	AMOCH Abdelaziz	MC	Urologie
302	ZAHLAN Safaa	MC	Neurologie
303	EL MAHFOUDI Aziz	MC	Gynécologie-obstétrique
304	CHEHBOUNI Mohamed	MC	Oto-rhino-laryngologie
305	LAIRANI Fatima ezzahra	MC	Gastro-entérologie
306	SAADI Khadija	MC	Pédiatrie
307	TITOU Hicham	MC	Dermatologie
308	EL GHOUUL Naoufal	MC	Traumato-orthopédie
309	BAHI Mohammed	MC	Anesthésie-réanimation
310	RAITEB Mohammed	MC	Maladies infectieuses
311	DREF Maria	MC	Anatomie pathologique
312	ENNACIRI Zainab	MC	Psychiatrie
313	BOUSSAIDANE Mohammed	MC	Traumato-orthopédie
314	JENDOULI Omar	MC	Urologie
315	MANSOURI Maria	MC	Génétique
316	ERRIFAIY Hayate	MC	Anesthésie-réanimation
317	BOUKOUB Naila	MC	Anesthésie-réanimation
318	OUACHAOU Jamal	MC	Anesthésie-réanimation
319	EL FARGANI Rania	MC	Maladies infectieuses
320	IJIM Mohamed	MC	Pneumo-phtisiologie
321	AKANOUR Adil	MC	Psychiatrie
322	ELHANAFI Fatima Ezzohra	MC	Pédiatrie
323	MERBOUH Manal	MC	Anesthésie-réanimation
324	BOUROUMANE Mohamed Rida	MC	Anatomie

325	IJDDA Sara	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques
326	GHARBI Khalid	MC	Gastro-entérologie
327	ATBIB Yassine	MC	Pharmacie clinique
328	MOURAFIQ Omar	MC	Traumato-orthopédie
329	ZAIZI Abderrahim	MC	Traumato-orthopédie
330	HENDY Iliass	MC	Cardiologie
331	HATTAB Mohamed Salah Koussay	MC	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
332	DEBBAGH Fayrouz	MC	Microbiologie-virologie
333	OUASSIL Sara	MC	Radiologie
334	KOUYED Aicha	MC	Pédopsychiatrie
335	DRIOUICH Aicha	MC	Anesthésie-réanimation
336	TOURAIF Mariem	MC	Chirurgie pédiatrique
337	BENNAOUI Yassine	MC	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
338	SABIR Es-said	MC	Chimie bio organique clinique
339	LAATITIOUI Sana	MC	Radiothérapie
340	IBBA Mouhsin	MC	Chirurgie thoracique
341	SAADOUNE Mohamed	MC	Radiothérapie
342	TLEMCANI Younes	MC	Ophtalmologie
343	SOLEH Abdelwahed	MC	Traumato-orthopédie
344	OUALHADJ Hamza	MC	Immunologie
345	BERGHALOUT Mohamed	MC	Psychiatrie
346	EL BARAKA Soumaya	MC	Chimie analytique-bromatologie
347	KARROUMI Saadia	MC	Psychiatrie
348	EL-OUAKHOUMI Amal	MC	Médecine interne
349	AJMANI Fatima	MC	Médecine légale
350	ZOUITEN Othmane	MC	Oncologie médicale
351	MENJEL Imane	MC	Pédiatrie
352	BOUCHKARA Wafae	MC	Gynécologie-obstétrique
353	ASSEM Oualid	MC	Pédiatrie
354	ELHANAFI Asma	MC	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle

355	ABDELKHALKI Mohamed Hicham	MC	Gynécologie-obstétrique
356	ELKASSEH Mostapha	MC	Traumato-orthopédie
357	EL OUAZZANI Meryem	MC	Anatomie pathologique
358	HABBAB Mohamed	MC	Traumato-orthopédie
359	KHAMLIJ Aimad Ahmed	MC	Anesthésie-réanimation
360	EL KHADRAOUI Halima	MC	Histologie-embryologie-cyto-génétique
361	ELKHETTAB Fatimazahra	MC	Anesthésie-réanimation
362	SIDAYNE Mohammed	MC	Anesthésie-réanimation
363	ZAKARIA Yasmina	MC	Neurologie
364	BOUKAIDI Yassine	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
365	NABIL Mehdi	MC	Anesthésie-réanimation
366	KAAKOUA Mohamed	MC	Oncologie médicale
367	FIQHI Mohammed Kamal	MC	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
368	BEN ELHEND Salah	MC	Radiologie
369	KHERRAB Anass	MC	Rhumatologie
370	AWATI El Mehdi	MC	Hématologie
371	HAOUANE Mohamed Amine	MC	Anatomie pathologique
372	BOUABBADI Salah eddine	MC	Ophtalmologie
373	MOUNIR Reda	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
374	AHCHOUCH Siham	MC	Hématologie clinique
375	AZRIOUIL Ouhb	MC	Traumato-orthopédie
376	CHALOUAH Badr	MC	Traumato-orthopédie
377	EL BEJJAJ latimad	MC	Anatomie pathologique
378	BABA Zineb	MC	Rhumatologie
379	OUSSAYEH Imane	MC	Anesthésie-réanimation
380	KASSAL Ghizlane	MC	Pédiatrie Néonatalogie
381	RACHID Chayneze	MC	Pneumo-phtisiologie
382	BALILI Khaoula	MC	Neurologie
383	IGARRAMEN Tariq	MC	Biophysique
384	EL MAGHTOUM Hicham	MC	Anesthésie-réanimation
385	KAOUANI Douaa	MC	Pédiatrie

386	ESSOLI Samira	MC	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
387	HABCHANE Amal	MC	Pharmacologie
388	CHARIK Mohamed Amine	MC	Cardiologie
389	MEZDID Chaymae	MC	Anatomie
390	ROUHI Salma	MC	Hématologie
391	EL OUARRADI Assia	MC	Microbiologie–virologie
392	JOULAL Hajar	MC	Médecine interne

LISTE ARRETEE LE 25/11/2025



« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »

Marcel Proust



Je dois avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec grand amour, respect et gratitude que je dédie ce modeste travail comme preuve de respect et de reconnaissance

C'est avec amour, respect et gratitude que je dédie cette thèse à ... ✨



Tout d'abord, Alhamdulillah! Je rends grâce à ALLAH AZAWAJAL, l'Omniscient, l'Omnipotent, de m'avoir donné la chance, le courage, la patience et la force d'accomplir ce rêve d'enfance. Le chemin était long et périlleux, mais le Seigneur fait toute chose belle en son temps.

Louanges à toi dans toutes les situations. Que la paix, le salut et la bénédiction soient sur le Prophète Muhammad (Sallallahu 'alayhi wa Sallam) ainsi que sur sa famille et ses compagnons.

Ô mon seigneur ! Permettez-nous de tirer un profit licite de ce travail. Attribue-nous la foi, la sagesse. Guide-nous vers le véritable savoir et l'œuvre la plus accomplie.

Seigneur ! Je t'implore et t'invoque pour accroître mes connaissances. Préserve-moi contre les vices de mon âme, et contre les méfaits de mes actes

À mon père bien-aimé : Hassan LAASSIRI

Aucune dédicace ne saurait être assez délicate et sincère pour exprimer ce que tu mérites vraiment, par l'amour et le respect que je te porte.

Du plus profond de mon cœur, je te rends grâce pour tes sacrifices silencieux, ton soutien inébranlable, tes encouragements constants et ta confiance absolue en mes capacités.

Tes prières ferventes ont été pour moi un grand soutien moral tout au long de mes études.

Je te remercie pour tout ce que tu m'as donné, depuis ma naissance, pour me voir grandir et m'épanouir. Aujourd'hui, c'est avec une gratitude infinie que je te rends hommage.

Puissent Allah Tout-Puissant t'accorder bonheur éternel, santé parfaite et longue vie.

À ma chère mère : Fatima KJITA

À toi, ma mère adorée, dont l'amour incommensurable m'enveloppe, dont les prières ferventes montent vers les cieux pour me protéger et me guider vers la lumière dont la tendresse infinie guérit mes blessures et dont les sacrifices silencieux ont construit mon avenir.

Par ta foi inébranlable en moi, j'ai pu accomplir ce rêve que tu chérissais tant dans le secret de ton cœur.

Ce modeste travail, qui t'appartient avant tout, n'est que la consécration de tes immenses efforts et sacrifices. Sans toi, je n'aurais jamais atteint ce chemin. J'espère rester toujours digne de ton estime.

Puisse Allah Tout-Puissant te préserver de tout mal, te combler de santé parfaite et de bonheur, et t'accorder une longue vie heureuse afin que je puisse te rendre ne serait-ce qu'une infime partie de tout ce que je te dois.

À ma chère sœur MARYAM

*Ma confidente et amie précieuse qui m'encourage.
Ces mots imparfaits ne reflètent qu'à peine l'amour sincère et la
tendresse infinie que je te porte.*

*Tel un miroir fidèle, nous nous ressemblons en tout point,
complices fusionnelles comme des jumelles nées d'un même
souffle.*

*Mes prières t'accompagnent pour le bonheur et tous les biens de la
vie. Sache que je resterai toujours là pour toi, sans condition.*

À mon petit frère MOHAMED

*Notre rayon de soleil, qui ne rate jamais une occasion de me
taquiner avec son sourire espiègle et son affection débordante. Tes
farces pleines d'amour sont ma plus belle source de joie. Merci
d'illuminer mes jours avec votre amour et votre joie de vivre.
Avec tout mon amour de grande sœur.*

À la mémoire de mon grand-père bien-aimé, SI MOHAMED

*Ta confiance absolue en moi a toujours été ma source de bonheur,
et ta présence à mes côtés était mon havre de paix.*

*Ton absence laisse un vide immense dans mon cœur ; je t'ai tant
regretté.*

*Je te dédie aujourd'hui ce travail et je sais que si tu étais à mes
côtés, tu serais si fier de ta petite fille aînée.*

*Puissent ton âme reposer en paix. Qu'Allah Tout-Puissant te
couvre de Sa miséricorde infinie et t'accueille dans Son éternel
paradis*

À mes chers grands-parents

*Merci pour votre soutien, vos prières et votre tendresse infinie.
Puisse Allah le Très-Haut vous garder du malheur et vous combler
de bonheur.*

*À mes chers oncles et tantes, cousins et cousines, à tous les
membres de ma grande famille LAASSIRI*

*J'aurais aimé pouvoir citer chacun par son nom.
Merci pour votre soutien familial, votre encouragement fraternel
et vos prières durant ce long parcours. Vous êtes les piliers
invisibles de mes réussites.*

*C'est à vous que je consacre ce travail, porteurs de tous mes vœux
de bonheur et de santé.*

À mon cher oncle ABDULKARIM

Véritable père de cœur, ta présence dans ma vie est une bénédiction. Merci pour ton soutien et tes conseils. Ta confiance en moi, à chaque étape de mon parcours, m'a donné le courage et la motivation pour combattre tous les obstacles.

J'espère avoir répondu aux espoirs que tu as placés en moi. Je te rends hommage par ce modeste travail, en guise de ma gratitude éternelle pour ton aide précieuse tout au long de mon enfance et même à l'âge adulte.

À ma sœur de cœur SOUMIA

« Tellement de choses à te dire, tellement de choses à te chanter... »
De longues et belles années nous unissent. Tu m'as accompagnée dans les moments de joie éclatante comme dans les heures les plus sombres. Jamais je n'oublierai les instants précieux de fous rires, de bonheur pur et de folie complice que nous avons vécus ensemble. Ton amitié est un trésor que je chéris profondément. Peu importe la distance qui nous sépare, tu resteras toujours une partie essentielle de ma vie.

À ma sœur de cœur FATIMEZAHRA

Tu es l'incarnation des amies que tout le monde rêve d'avoir, véritable pilier dans ma vie.

Malgré nos caractères opposés, nos âmes s'accordent en parfaite harmonie.

Tu es ma source inépuisable de force et de réconfort. Je ne pourrai jamais te remercier assez pour ta présence constante, ton écoute attentive et ton immense soutien.

Avec toi, je suis pleinement moi-même. Bien que nos chemins se soient séparés, je garde précieusement les souvenirs de nos moments partagés. Je te souhaite tout le meilleur dans ta vie et merci de t'avoir dans ma vie.

À mon amie merveilleuse SAFAE

Tu es le trésor le plus précieux que j'ai récolté dans mon parcours médical.

Rencontrée au cœur de nos défis hospitaliers, tu as transformé nos gardes folles et nos stress en souvenirs d'or.

Nous avons traversé ces années difficiles ensemble, et c'est grâce à ton amitié sincère, ta présence fidèle et ton soutien constant que j'ai pu surmonter les moments les plus éprouvants.

J'ai hâte de découvrir encore plus cette belle personne que tu es et de partager avec toi d'inoubliables instants complices.

À mes amies des études médicales : Rola Límém, Ibtisam Kamal, Hanane Lemhani, Asma Latiteg, Salah-eddine Lasri

Chacun et chacune d'entre vous a apporté sa touche unique à mon parcours, transformant les défis en moments de fraternité inoubliables

Merci pour chaque instant de complicité, de rires partagés, de soutien et de travail acharné côte à côte. Ensemble, nous avons surmonté les longues et dures gardes, relevé les obstacles et appris les uns des autres.

Vous avez été des alliées inappréciables dans cette aventure médicale, et je ne pourrai jamais vous remercier assez pour votre soutien et votre amitié qui ont rendu ce chemin infiniment plus précieux. Avec toute mon affection éternelle.

À tous les patients rencontrés au fil de mon parcours

Et à tous ceux qui, souvent sans en être conscients, m'ont façonnée en profondeur.

Par votre confiance, vos sourires, parfois vos silences, et par chaque histoire partagée qui m'a aidée à devenir médecin tout autant qu'être humaine. J'implore Dieu, Le Guérisseur, d'apaiser vos souffrances, de vous accorder la santé et de vous offrir une vie sereine et pleine de paix.

*À tous les médecins qui méritent vraiment ce nom.
À tous ceux qui m'aiment et que j'aime.
À tous mes enseignants, de la primaire jusqu'à la faculté de
médecine, qui ont guidé mes pas.
À tous les collègues de classe et de stage hospitalier, compagnons
de chemin et de bataille.
À toutes les personnes chères à mon cœur, dont le nom aurait pu
être oublié par la plume, mais jamais par le cœur.
À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration
de ce travail,
puisse cette thèse, que je vous dédie, exprimer mes profonds
sentiments de respect, ma sincère gratitude et mes vœux de
bonheur et de sérénité.
Merci d'accepter ce travail que je vous offre avec toute mon
affection.*



REMERCIEMENTS



*« La gratitude n'est pas seulement la plus grande des vertus, mais la mère de toutes les autres. »
Marcus Tullius Cicero*

*À NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE : PROFESSEUR
MADAME ALI SOUMAYA PROFESSEUR DE RADIOLOGIE DE
L'HÔPITAL IBN TOFAIL CHU MOHAMMED VI DE
MARRAKECH*

Je vous remercie sincèrement pour la spontanéité et la bienveillance avec lesquelles vous avez accepté d'évaluer ce travail.

Je suis particulièrement honorée de l'attention que vous m'avez accordée en acceptant de présider le jury de ma thèse.

Vos qualités humaines, votre rigueur scientifique et votre professionnalisme m'ont profondément marqué.

Veillez accepter ce travail, en témoignage de mon profond respect et de ma reconnaissance.

*À NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE :
PROFESSEUR MONSIEUR JALAL HICHAM PROFESSEUR DE
RADIOLOGIE A L'HÔPITAL MERE-ENFANT DU CHU
MOHAMMED VI DE MARRAKECH*

Je vous exprime ma profonde gratitude pour l'honneur que vous m'avez accordé en acceptant d'être le rapporteur de ce travail et en m'en confiant l'encadrement.

Malgré vos nombreuses responsabilités professionnelles, vous m'avez toujours réservé un accueil bienveillant et une disponibilité constante. Je vous remercie sincèrement d'avoir consacré une partie de votre temps précieux à ce travail et de m'avoir guidée avec rigueur, patience et bienveillance.

Je suis honorée et fière d'avoir appris à vos côtés, et j'espère avoir été à la hauteur de la confiance que vous m'avez accordée.

Veillez accepter, cher Maître, l'expression de ma profonde estime et de toute ma considération.

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE : PROFESSEUR
MONSIEUR BOUTAKIOUTE BADR PROFESSEUR DE
RADIOLOGIE A L'HOPITAL ARRAZI DU CHU MOHAMMED
VI DE MARRAKECH

*Nous sommes profondément sensibles à l'honneur que vous nous
avez témoigné en acceptant de juger ce travail et de faire partie
de mon jury de thèse.*

*Votre compétence scientifique et votre sens profond de l'humanité
sont unanimement reconnus.*

*Veuillez croire à l'expression de notre grande admiration et de
notre profond respect.*

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE : PROFESSEUR
MONSIEUR MOUHSINE ABDELILAH PROFESSEUR DE
RADIOLOGIE A L'HOPITAL MILITAIRE AVICENNE DE
MARRAKECH

*Nous tenons à vous remercier d'avoir accepté de juger notre
travail et de la spontanéité avec laquelle vous avez répondu
favorablement à notre demande.*

*Nous vous exprimons toute notre reconnaissance et notre
profonde gratitude pour l'intérêt que vous y avez porté et pour
l'honneur que vous nous avez fait.*

*Je vous prie, cher Maître, de trouver ici l'expression de ma sincère
gratitude et de mon profond respect.*

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE : PROFESSEUR
MADAME BASRAOUI DOUNIA, PROFESSEUR DE
RADIOLOGIE A L'HOPITAL MERE-ENFANT DU CHU
MOHAMMED VI DE MARRAKECH

*Vous nous faites l'honneur d'accepter, avec une grande
bienveillance, de siéger parmi notre jury de thèse.*

*Votre présence, votre écoute attentive et vos commentaires
constructifs ont constitué un soutien précieux pour moi lors de ce
moment crucial.*

*Veuillez croire à l'expression de notre grande admiration et de
notre profond respect.*



LISTE DES ABRÉVIATIONS



Liste des abréviations

ACR	American College of Radiology
CHU	Centre hospitalier universitaire
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DL	Deep Learning
DNS	Diplôme National de Spécialité
ESR	European Society of Radiology
HIS	Hospital Information System
IA	Intelligence artificielle
ML	Machine Learning
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PACS	Picture Archiving and Communication Systems
RIS	Radiology Information System
RSNA	Radiological Society of North America



LISTE DES FIGURES



Liste des figures :

Figure 1	Représentation de l'IA : deep learning et machine learning
Figure 2	Machine learning vs deep learning (14)
Figure 3	Éléments facilitateurs de la transformation numérique en santé (16)
Figure 4	Schéma de principe des applications nécessaires pour réaliser des examens d'imagerie dans un établissement de santé (18)
Figure 5	Guide ESR iGuide : examens d'imagerie classés selon le niveau de pertinence (22)
Figure 6	Interface du logiciel Precise Position (Philips)
Figure 7	Images issues de différentes pondérations et reconstructions avec pipeline conventionnel et AIR™ Recon DL
Figure 8	MammoScreen : IA de détection du cancer du sein
Figure 9	Liver Assist Virtual Parenchyma : IA de segmentation du foie
Figure 10	PET VCAR : IA pour évaluer la réponse au traitement
Figure 11	Répartition selon le sexe
Figure 12	Répartition des radiologues selon l'âge
Figure 13	Répartition des radiologues selon le type de structure
Figure 14	Répartition des radiologues selon l'expérience professionnelle
Figure 15	Répartition des radiologues selon le niveau de familiarité avec l'IA
Figure 16	Formation spécifique reçue sur l'IA en médecine
Figure 17	Utilisation actuelle de l'IA par les radiologues
Figure 18	Types d'examens où l'IA est intégrée en radiologie
Figure 19	Domaines d'application de l'IA en radiologie
Figure 20	Impact perçu de l'IA sur la charge de travail selon l'intensité d'utilisation
Figure 21	Impact de l'IA sur la relation radiologue-patient
Figure 22	Perception de l'impact de l'IA sur la profession de radiologue
Figure 23	Impact potentiel de l'IA sur la qualité de l'expertise professionnelle
Figure 24	Principales préoccupations liées à l'IA en radiologie
Figure 25	Préoccupations liées à la confidentialité des données patients
Figure 26	Niveau de préoccupation concernant la sécurité des patients
Figure 27	Obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues
Figure 28	Perception de l'évolution future de l'IA en radiologie
Figure 29	Compétences jugées nécessaires pour travailler avec l'IA
Figure 30	Compétences à développer pour une meilleure intégration de l'IA

- Figure 31** Équilibre entre compétences humaines et automatisation par l'IA
- Figure 32** Information des patients sur l'usage de l'IA en diagnostic



LISTE DES TABLEAUX



LISTE DES TABLEAUX

Tableau I	Types d'examens radiologiques utilisant l'IA
Tableau II	Niveau d'intégration de l'IA dans les activités professionnelles des radiologues
Tableau III	Perception de l'impact de l'IA sur le processus de décision selon l'expérience en radiologie
Tableau IV	Relation entre l'expérience en radiologie et la modification perçue du processus de décision induite par l'IA
Tableau V	Perception de l'impact de l'IA sur le rôle du radiologue selon l'expérience professionnelle
Tableau VI	Difficultés rencontrées dans l'intégration de l'IA
Tableau VII	Domaines de la radiologie bénéficiant des améliorations potentielles de l'IA selon les radiologues
Tableau VIII	Perception du rôle des radiologues dans le développement et l'amélioration de l'IA
Tableau IX	Perception des radiologues concernant les initiatives nécessaires à un usage éthique de l'IA



PLAN



INTRODUCTION	1
ÉTAT DE L'ART : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET RADIOLOGIE	4
I. L'intelligence artificielle : définitions et évolutions.....	5
1. Définitions de l'intelligence artificielle.....	5
2. L'évolution historique de l'intelligence artificielle.....	6
II. L'ère du numérique dans le monde de la santé	8
III. La numérisation en imagerie médicale	9
IV. L'importance de l'IA dans le domaine de l'imagerie médicale	11
V. L'IA et les radiologues	15
MATERIELS ET MÉTHODES	17
I. Matériels	18
1. Type d'étude	18
2. Population cible.....	18
II. Méthodes	18
1. Questionnaire.....	18
1.1. Élaboration du questionnaire.....	18
1.2. Description du questionnaire.....	19
2. Saisie de données.....	20
3. Analyse statistique	21
4. Considérations éthiques.....	21
5. Limites de l'étude.....	21
ANALYSE DES RESULTATS.....	23
I. Données globales de l'étude	24
II. Analyse descriptive	24
1. Les données démographiques et professionnelles des radiologues.....	24
2. L'utilisation des outils de l'IA dans la pratique des radiologues	Erreur ! Signet non défini.28
3. Perceptions et impacts de l'IA.....	32
4. Défis et préoccupations liées à l'IA en radiologie	37
5. Perspectives et suggestions de l'évolution future de l'IA en radiologie.....	42
DISCUSSION DES RESULTATS	50
I. Données démographiques et professionnelles	51
1. Données démographiques.....	51
2. Données Professionnelles.....	51
3. Connaissance de l'IA	52
II. L'utilisation des outils de l'IA dans la pratique des radiologues	53
1. Fréquence d'utilisation de l'IA	53
2. Types d'examens intégrant l'IA dans la pratique radiologique	53
3. Domaines d'application et niveau d'intégration	55
III. Perceptions et impacts de l'IA.....	57
1. Impact perçu de l'IA sur le processus décisionnel selon l'expérience	57
2. Impact de l'IA sur la relation radiologue-patient	58
3. Effets perçus de l'IA sur la charge de travail.....	59

4.	Effets perçus de l'IA sur l'expertise professionnelle	59
5.	Perception de l'impact de l'IA sur la profession de radiologue	60
IV.	Défis et préoccupations liées à l'intégration de l'IA en radiologie	62
1.	Principales préoccupations liées à l'IA en radiologie	62
2.	Obstacles opérationnels à l'intégration clinique de l'IA	63
3.	Enjeux éthiques et juridiques associés à l'autonomie de l'IA	64
4.	Sécurité des données et protection de la confidentialité	65
5.	Sécurité des patients et maîtrise du risque clinique	66
6.	Principaux obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues	66
V.	Perspectives et suggestions de l'évolution future de l'IA en radiologie	67
1.	Perception des radiologues sur l'avenir de l'IA	67
2.	Domaines prioritaires d'application de l'IA	68
3.	Compétences nécessaires et souhaitées pour une intégration efficace de l'IA	69
4.	Implication des radiologues dans le développement de l'IA	70
5.	Gouvernance éthique et cadres institutionnels pour un usage responsable de l'IA en radiologie	71
6.	Information des patients et exigences de transparence dans l'usage clinique de l'IA	72
7.	Implications pratiques et perspectives pour le contexte marocain	73
CONCLUSION		Erreur ! Signet non défini.81
RESUME		Erreur ! Signet non défini.83
ANNEXES		88
BIBLIOGRAPHIE		Erreur ! Signet non défini.104



INTRODUCTION



Depuis son émergence, la radiologie s'est imposée comme l'une des disciplines les plus transformatrices de la médecine moderne. De la découverte des rayons X à l'avènement des modalités d'imagerie avancées, elle a profondément modifié les approches diagnostiques et thérapeutiques. Aujourd'hui, cette évolution se poursuit avec l'intégration de l'intelligence artificielle, marquant une nouvelle étape dans la transformation des pratiques médicales et de l'écosystème des soins. L'essor des technologies numériques, en particulier l'apprentissage automatique, le traitement du langage naturel et les réseaux neuronaux profonds, permet désormais d'analyser des volumes massifs de données d'imagerie et d'automatiser des processus complexes.

Dans le domaine de la radiologie, ces avancées technologiques contribuent à optimiser la précision diagnostique, à réduire les erreurs médicales et à alléger la charge cognitive des praticiens, tout en améliorant l'efficacité des flux de travail. Cette transition technologique majeure ne se limite pas à une simple amélioration des performances techniques ; elle remet en question les pratiques traditionnelles et redéfinit le rôle du radiologue au sein du système de santé.

L'intégration de l'IA suscite un intérêt scientifique croissant, car elle transforme les fonctions stratégiques des radiologues, qui évoluent vers des rôles davantage centrés sur la supervision, l'interprétation experte et la prise de décision clinique. Parallèlement, cette mutation soulève de nouveaux défis d'ordre éthique, professionnel et organisationnel, notamment en matière de responsabilité médicale, de protection des données, de biais algorithmiques et d'intégration dans les pratiques cliniques. Ainsi, l'IA en radiologie s'inscrit dans une dynamique d'innovation prometteuse, mais nécessite une réflexion approfondie afin d'assurer une adoption responsable, efficace et bénéfique pour les patients comme pour les professionnels de santé.

Dans cette perspective, nous adoptons une approche exploratoire fondée sur une revue de la littérature approfondie et une enquête empirique menée auprès de radiologues. Ce positionnement conduit à formuler la question centrale suivante : quel est l'impact réel de

l'intelligence artificielle sur l'exercice professionnel des radiologues, et comment ces derniers perçoivent-ils les transformations, les risques et les opportunités associés à cette technologie dans leur pratique quotidienne ?

De cette problématique découlent plusieurs sous-questions :

- Quel est le niveau actuel de connaissance et d'utilisation des outils d'IA chez les radiologues ?
- Comment l'IA influence-t-elle la charge de travail et la qualité de l'expertise médicale ?
- Quels sont les principaux freins sociotechniques et éthiques à son adoption à grande échelle ?

**ÉTAT DE L'ART : INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE ET RADIOLOGIE**

I. L'intelligence artificielle : définitions et évolutions

1. Définitions de l'intelligence artificielle

Bien que l'intelligence artificielle demeure une discipline relativement récente, elle trouve ses origines dès les années 1970. Néanmoins, établir une définition uniforme de cette discipline reste difficile à établir, à cause de l'absence d'un consensus solide sur des définitions ou classifications universelles (1). Pour mieux comprendre la notion d'intelligence artificielle, nous allons compter sur les différentes définitions proposées par les pionniers et les fondateurs de cette discipline. Dans ce contexte, nous allons commencer par :

Selon **John McCarthy**, 1956, considéré comme le père fondateur de l'intelligence artificielle, l'IA est définie comme « la science et l'ingénierie de fabriquer des machines intelligentes, en particulier des programmes informatiques capables d'exécuter des tâches habituellement associées à l'intelligence humaine »(2).

De son tour, **Marvin Minsky** (1927–2016), professeur du MIT et l'un des pionniers de l'IA, a proposé une définition plus globale de cette discipline ; selon lui « L'IA est la construction de programmes informatiques capables d'accomplir des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains »(3).

À son tour, **Herbert Simon** (prix Nobel d'économie et pionnier de l'IA) considère l'intelligence artificielle comme « la science dédiée à la conception de systèmes autonomes capables de résoudre des problèmes, en imitant le raisonnement humain »(4).

Plus récemment, **S.Russell** et **P.Norvig** proposent une définition fonctionnelle : « l'étude des agents qui perçoivent leur environnement et agissent de manière à maximiser leurs chances de succès »(5).

Toutefois, l'intelligence artificielle est généralement vue comme un concept large et pluridimensionnel, dont la définition précise reste difficile en raison de sa nature étendue et de son évolution perpétuelle qu'elle connaît.

2. L'évolution historique de l'intelligence artificielle

Après avoir défini l'intelligence artificielle, il est utile de parcourir son évolution historique qui reflète une interaction complexe entre les fondements théoriques, les avancées technologiques et les besoins de la société. Depuis sa création, le développement de l'IA n'a pas suivi une trajectoire linéaire, oscillant entre des périodes d'innovations majeures et des phases de ralentissement appelées « hivers de l'IA », où le financement et l'intérêt étaient réduits face à des résultats décevants.

- Les débuts de l'IA (1940–1960) : En 1943, Warren McCulloch, neurophysiologiste, et Walter Pitts, logicien, ont publié un article fondateur intitulé « A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity », le premier modèle mathématique d'un neurone biologique, connu sous le nom de neurone McCulloch–Pitts (MCP)(6).
- Déclin de l'IA (1960–1970) : au cours de cette période, l'enthousiasme pour l'IA diminue. Les technologies restent limitées ; la puissance informatique et la mémoire disponibles à l'époque étaient insuffisantes, et les critiques ainsi que la réduction significative du financement ralentissent les avancées. Les chercheurs peinent à comprendre les défis de l'IA, et l'optimisme cède la place à la désillusion (7).
- L'âge d'or des systèmes experts (1970–1980) a marqué une évolution significative de l'IA, caractérisée par le développement de systèmes experts, qui prennent des décisions en s'appuyant sur des règles et des bases de données. Jetant les bases de leur commercialisation et de leur impact à grande échelle tout au long des années 1980 (8).
- Nouvelle stagnation de l'IA (1980–1990) : L'IA connaît une nouvelle période de ralentissement, due à des attentes exagérées et à une baisse des investissements, ce qui a entraîné une réduction des avancées et de l'intérêt pour ce domaine (9).
- L'ère Deep Blue (1997) : Deep Blue est entré dans l'histoire en battant le Grand Maître Garry Kasparov dans un match d'échecs de six parties, marquant un tournant en démontrant la capacité de l'IA à maîtriser une réflexion stratégique complexe (10).

- Renaissance de l'IA (depuis 2010) : Grâce à des machines plus performantes et à des cartes graphiques qui accélèrent le traitement par les algorithmes, des progrès majeurs ont été réalisés dans la résolution de problèmes intellectuels complexes. Transformant profondément les capacités de l'intelligence artificielle (11).

Dans la même logique des idées, la figure suivante illustre les composantes principales de l'IA.

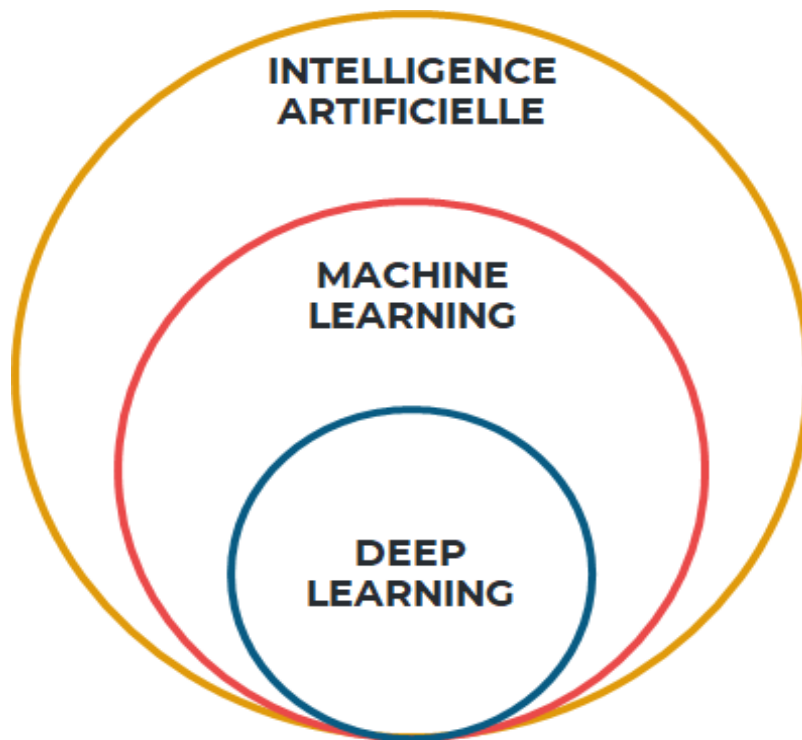


Figure 1: Représentation de l'IA – Deep et Machine Learning

Grâce aux évolutions récentes et aux recherches constantes en algorithmique, les chercheurs ont commencé à développer des algorithmes qui apprennent par eux-mêmes les règles d'un problème en s'appuyant sur des modèles de corrélations et de classifications (12). Cette nouvelle méthode d'apprentissage s'appelle l'apprentissage automatique (Machine Learning, ML), dans laquelle les algorithmes apprennent et s'améliorent automatiquement à partir des données afin d'améliorer leurs performances, sans nécessiter une programmation explicite de toutes les règles décisionnelles. Il englobe un sous-ensemble tel que l'apprentissage profond (Deep Learning). Le « Deep Learning » permet d'analyser et

d'apprendre des caractéristiques à partir de données complexes en utilisant des réseaux de neurones, mais il est nécessaire d'avoir une grande quantité de données pour s'entraîner, car la performance des algorithmes en dépend directement (13).

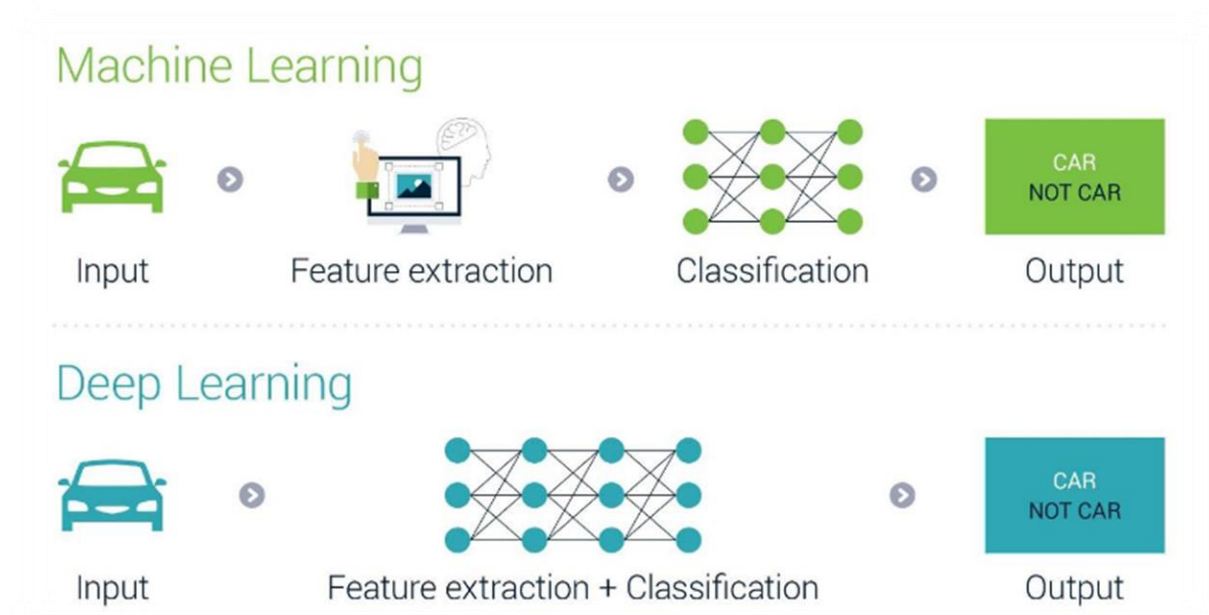


Figure 2: Machine VS Deep Learning(14)

Au cours de la dernière décennie, les progrès du ML et du DL ont profondément transformé l'IA, ouvrant la voie à des innovations dans de nombreux secteurs, y compris le monde de la santé, spécifiquement en imagerie médicale.

II. L'ère du numérique dans le monde de la santé

Selon l'OMS, la santé numérique désigne l'utilisation d'outils, de services et de méthodes électroniques et informatiques pour assurer des prestations de soins ou pour favoriser une meilleure santé (15). Depuis le début des années 2000, les systèmes de santé du monde entier recourent au numérique de manière croissante pour optimiser la gestion des informations médicales, renforcer la coordination entre les acteurs du système de santé et adapter des processus aux besoins spécifiques du secteur. La figure 3 résume les principaux éléments facilitateurs de la transformation numérique. Ils se situent à trois niveaux : le niveau stratégique, le niveau organisationnel et le niveau technologique.

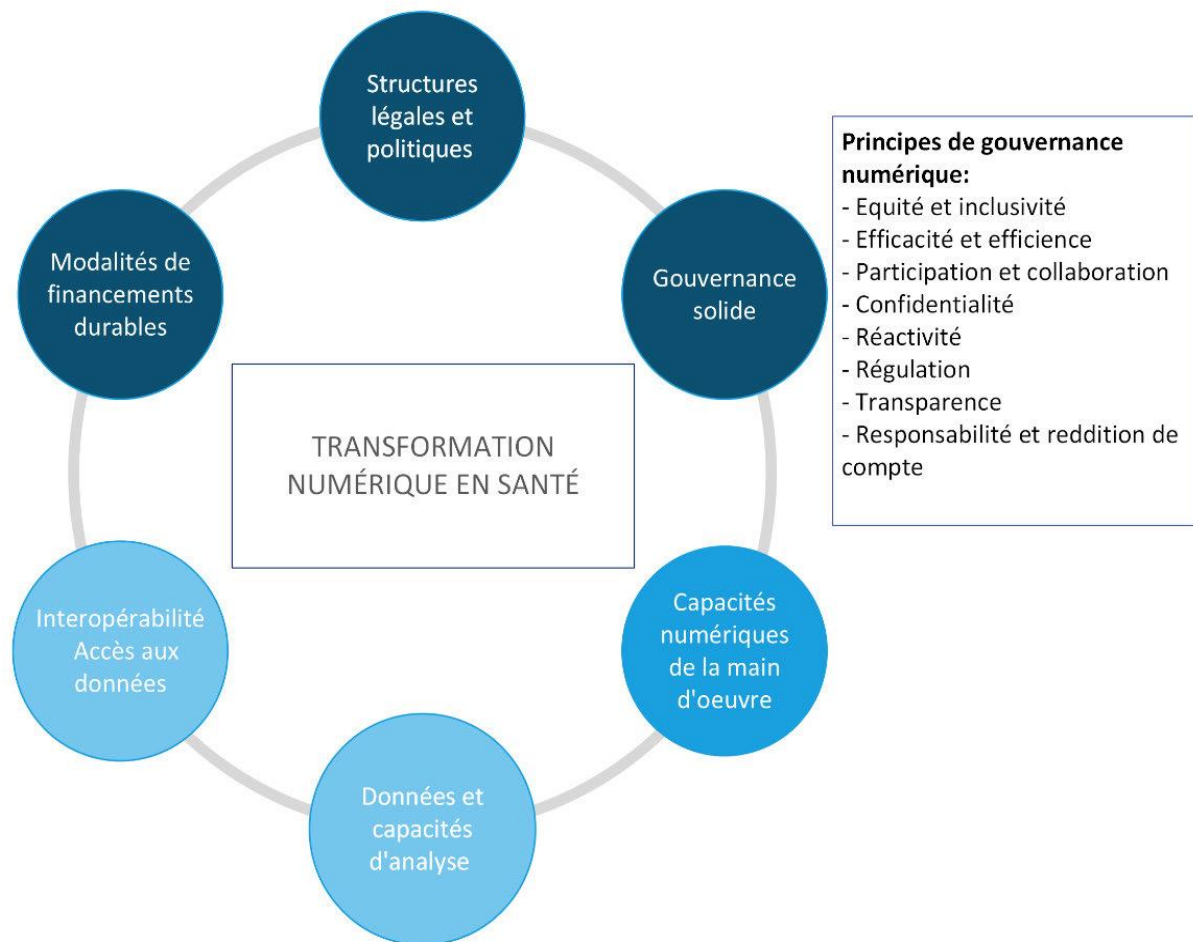


Figure 3: Éléments facilitateurs de la transformation numérique en santé (16)

III. La numérisation en imagerie médicale

L'histoire de l'imagerie médicale débute en 1895 avec la découverte accidentelle des rayons X par Wilhelm Conrad Röntgen. Depuis, ce secteur a connu de nombreuses évolutions. Avec l'arrivée de l'échographie (années 50), du scanner (années 70) et de l'IRM (années 80). Au fur et à mesure que l'image médicale passait des plateformes analogiques, à l'époque des films argentiques, aux plateformes numériques (17). Cette transition analogique-numérique nécessitait un changement radical des modes d'acquisition, de distribution et de stockage des images médicales.

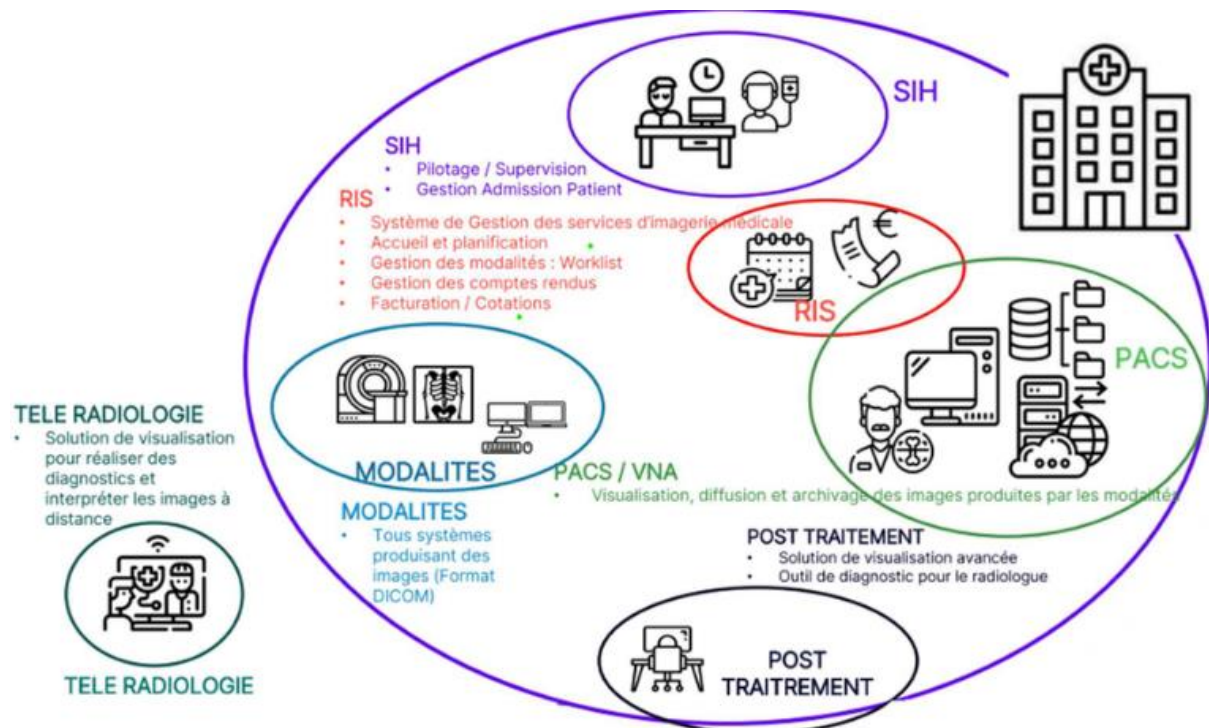


Figure 4: schéma de principe des applications/solutions nécessaires pour réaliser des examens d'imagerie au sein d'un établissement de santé (18)

Pour la gestion électronique des images médicales, le PACS « Picture Archiving and Communication Systems » a été introduit au début des années 80 pour désigner l'élément central des systèmes informatiques de communication et de stockage d'images utilisés par les radiologues. Essentiellement, le PACS éradique les obstacles physiques et chronologiques liés à la récupération, à la distribution et à l'affichage d'images traditionnelles basées sur des films.

L'intégration de PACS à d'autres systèmes hospitaliers, tels que le HIS et le RIS, a optimisé le flux de travail grâce à la gestion de la planification des examens et l'accueil des patients, tout en générant les worklists DICOM pour les différentes modalités.

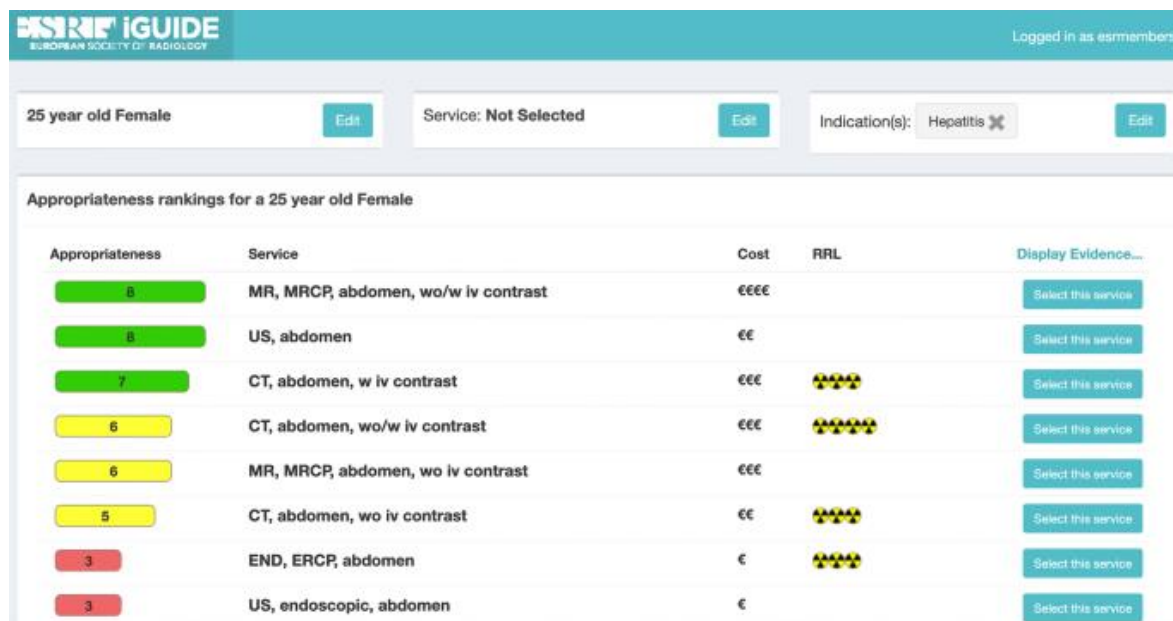
Le standard DICOM a occupé une position centrale dans le développement du PACS ; il est à la fois un protocole standard facilitant le traitement, l'archivage, l'impression et la transmission des images médicales, mais aussi un format de fichier intégrant des métadonnées structurées dans un en-tête pour enrichir l'image médicale (19).

Durant les deux dernières décennies, les PACS n'ont cessé d'évoluer pour répondre à tous les défis de la gestion des examens d'imagerie. Ils ont créé une infrastructure de données massives, déjà codifiée et structurée (via DICOM). Cette abondance de données exploitables pour le ML a permis l'avènement d'outils d'IA entraînés pour la détection automatique d'anomalies (20).

IV. L'importance de l'IA dans le domaine de l'imagerie médicale

Le domaine de la radiologie dépend largement des avancées technologiques. Au fil des années, l'intégration croissante de l'IA révolutionne ce domaine en offrant des solutions innovantes pour améliorer l'analyse des images cliniques et accélérer la prise en charge. L'IA intervient ainsi dans l'imagerie médicale à travers une classification des domaines d'application dans lesquels on trouve :

Un premier groupe englobe divers outils dédiés à la prise en charge du patient en amont de l'examen d'imagerie médicale. Ils permettront de déterminer les procédures d'imagerie les plus appropriées et d'optimiser leur utilisation via l'analyse du dossier médical, d'améliorer l'efficacité et l'organisation des rendez-vous des patients en fonction d'un planning horaire adapté à la demande, ainsi que d'automatiser les protocoles d'examens (21). Le guide **ESR iGuide**, élaboré par l'European Society of Radiology, est un exemple de support décisionnel clinique pour les prescriptions d'imagerie qui permet d'aider les médecins à orienter leur choix vers l'examen le mieux adapté à la pathologie explorée, ce qui est illustré dans la figure 5 suivante :



Appropriateness	Service	Cost	RRL	Display Evidence...
8	MR, MRCP, abdomen, wo/w iv contrast	€€€€		Select this service
8	US, abdomen	€€		Select this service
7	CT, abdomen, w iv contrast	€€€	☠☠☠	Select this service
6	CT, abdomen, wo/w iv contrast	€€€	☠☠☠	Select this service
6	MR, MRCP, abdomen, wo iv contrast	€€€		Select this service
5	CT, abdomen, wo iv contrast	€€	☠☠☠	Select this service
3	END, ERCP, abdomen	€	☠☠☠	Select this service
3	US, endoscopic, abdomen	€		Select this service

Figure 5 : le guide ESR iGuide propose une liste d'examens d'imagerie, classés selon le niveau de pertinence (22)

Un deuxième groupe regroupe des outils d'IA visant à améliorer la qualité des images acquises, tout en réduisant l'exposition des patients aux rayonnements ionisants lors des procédures d'imagerie, en améliorant l'installation du patient et en simplifiant les tâches des manipulateurs en radiologie (22). Par exemple, en scanner, certains constructeurs proposent le logiciel **Precise Position** (voir figure 6) utilisant une caméra de plafond fixée au-dessus de la table pour détecter les points anatomiques via la profondeur et les couleurs, afin d'assurer un positionnement automatique du patient pour des clichés optimaux (23).

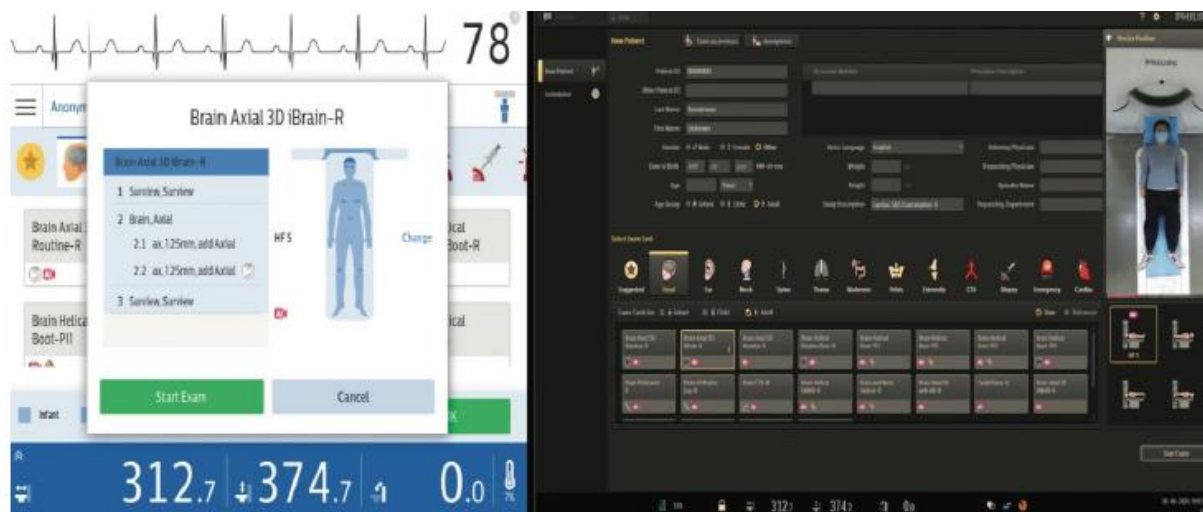


Figure 6: Interface du logiciel Precise Position

D'autres outils post-acquisition permettront d'évaluer la qualité de l'image et, si nécessaire, de l'améliorer, par exemple grâce à la technologie Air Recon DL, en permettant de réduire au maximum le bruit et les artefacts, optimisant ainsi le rapport signal/bruit tout en diminuant la durée des acquisitions (24) (voir figure 7).

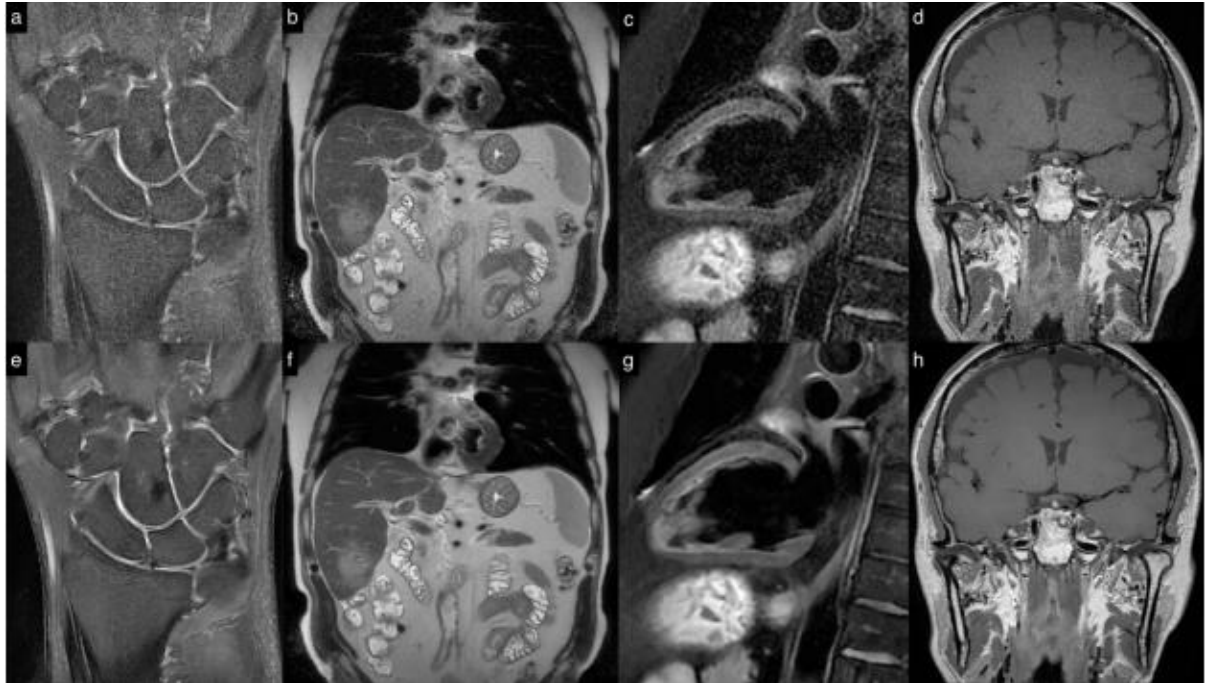


Figure 7: Images issues de diverses pondérations de contraste, séquences d'impulsions et anatomies reconstruites à l'aide d'un pipeline conventionnel (a-d) et à l'aide d'AIR™ Recon DL avec un facteur de réduction du bruit de 0,75 (e-h)

Le troisième groupe assemble les outils avec lesquels les radiologues travaillent directement lors de l'interprétation des images. Ces applications d'IA aident les radiologues par la détection automatique des anomalies, telles que les tumeurs, les caillots sanguins ou les malformations, ainsi que la segmentation des organes. Ces méthodes d'analyse sont utilisées depuis longtemps, contrairement à celles de reconstruction de l'image qui sont plutôt récentes, quoique tous les deux reposent sur le DL. Afin de conclure, je vous présente brièvement trois outils d'analyse d'imagerie.

Le logiciel **Mammoscreen** de Therapixel, spécialisé dans le dépistage du cancer du sein, permet de détecter et de qualifier facilement si un tissu est cancéreux ou non via un système de scoring (25) (voir figure 8).

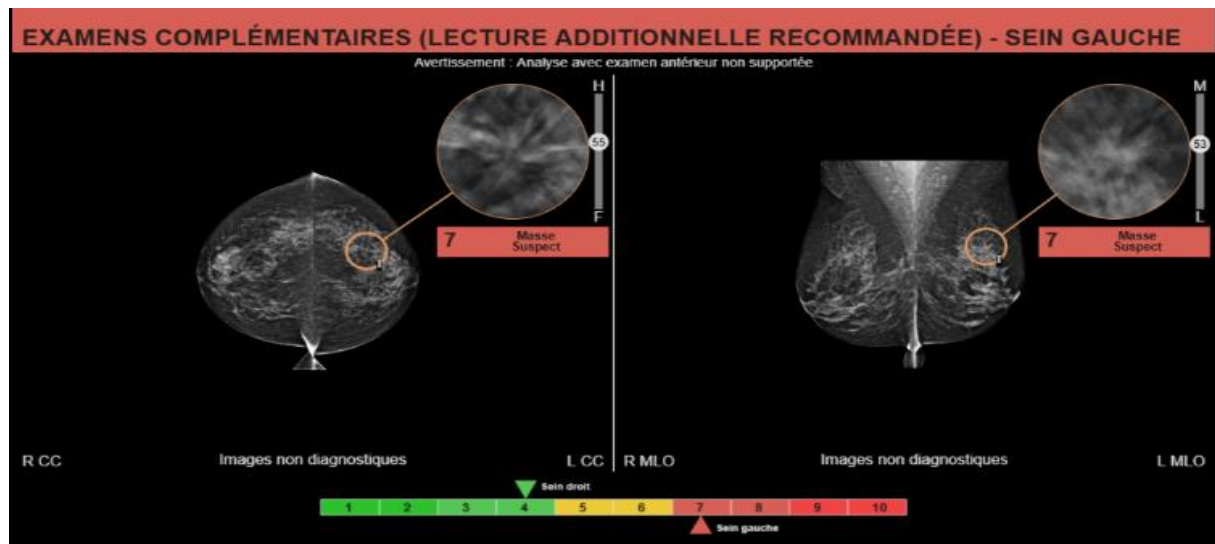


Figure 8: Mammoscreen, IA de détection du cancer du sein

Également, Liver ASSIST Virtual Parenchyma est un logiciel de visualisation 3D en radiologie interventionnelle et en oncologie hépatique. Il permet une visualisation automatique du volume hépatique et des relations artères-parenchyme (26) (voir figure 9).

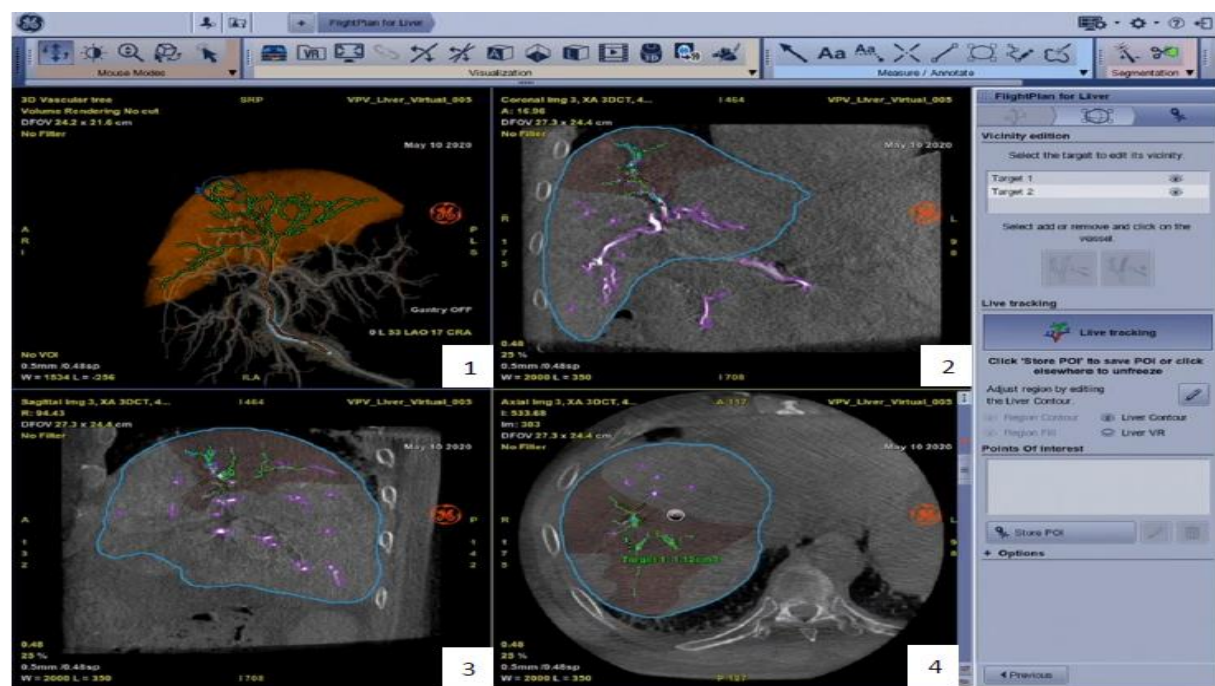


Figure 9: Liver ASSIST Virtual Parenchyma, IA de segmentation du foie

En outre, PET VCAR (Volume Computer Assisted Reading) permet de comparer plusieurs modalités (PET-Scan, scanner et IRM) afin d'évaluer l'efficacité thérapeutique et la réponse clinique du patient au protocole administré (27) (voir figure 10).

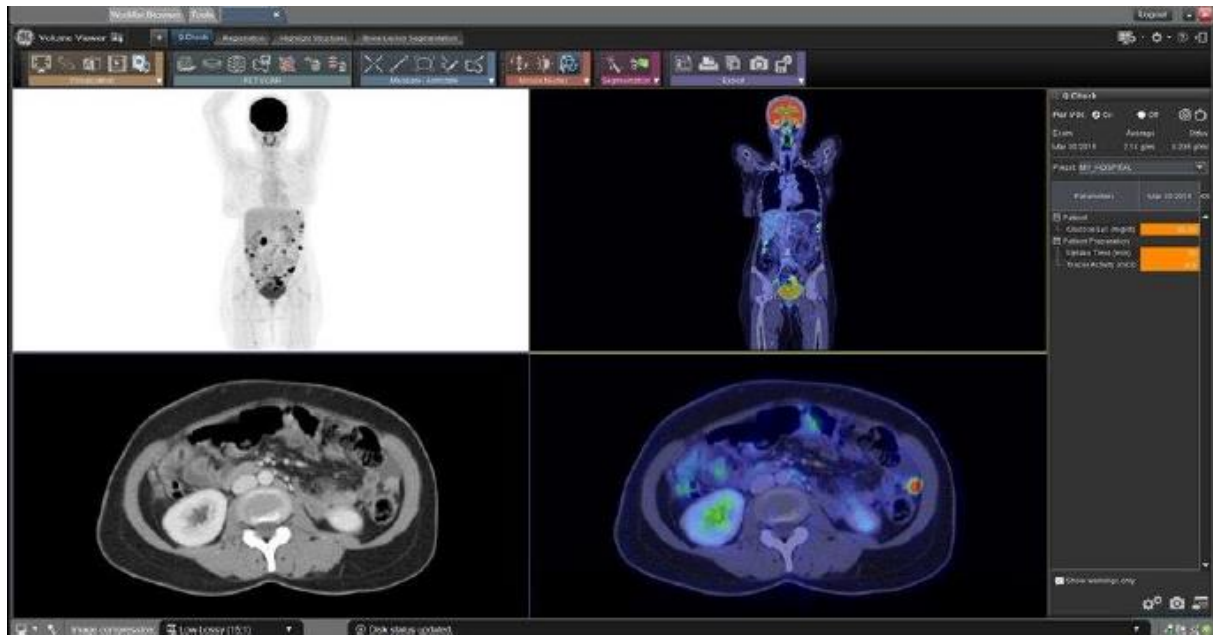


Figure 10: PET VCAR, IA pour vérifier si le traitement du patient fonctionne

Cette présentation des outils de l'IA en imagerie médicale illustre la transformation radicale opérée par ses avancées, qui couvrent un large spectre d'applications et interviennent à toutes les étapes du flux de travail : en amont de l'examen, durant sa réalisation et après sa complétion.

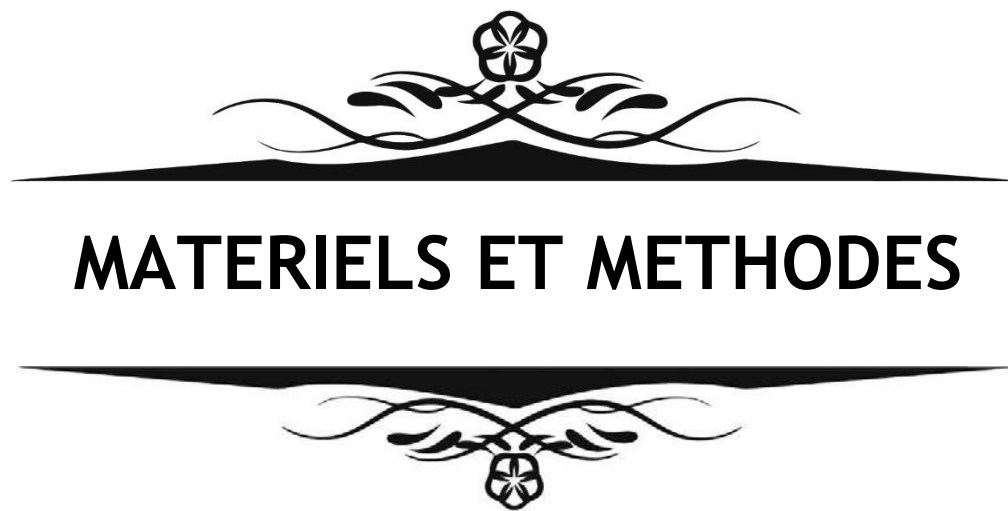
Dès 2015, les radiologues ont été confrontés à l'hypothèse d'être remplacés par l'IA. Cependant, cette idée va disparaître dans les années suivantes. Le monde radiologique privilégie plutôt la modernisation de la profession et l'institution de nouveaux écosystèmes d'innovation (28).

V. L'IA et les radiologues

Près de 83% des radiologues anticipent un impact majeur de l'IA sur leur discipline. Cette perception reflète une prise de conscience collective et une acceptation générale du potentiel de transformation de l'IA dans ce domaine. Toutefois, le processus d'adaptation n'est pas uniforme. L'âge, le sexe et la surspécialité influencent de manière déterminante l'évolution des attitudes et les délais d'adoption (29).

La collaboration entre l'IA et le radiologue émerge comme un modèle hybride prometteur, qui présente un avantage évident en termes d'amélioration de la précision des

diagnostics et de l'efficacité des flux de travail en combinant la puissance de calcul de l'IA avec le jugement et l'expérience nuancés du radiologue (29,30). Cette collaboration améliore non seulement la précision et réduit les erreurs, mais redéfinit de manière significative le rôle et les compétences requises des radiologues, en les orientant d'une évaluation purement visuelle vers une fonction de supervision et d'interprétation plus intégrée (31).



I. Matériels

1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude transversale à visée descriptive, qui permet de décrire les perceptions actuelles des radiologues quant à l'impact de l'IA, réalisée d'avril à septembre 2025.

2. Population cible

L'étude a porté sur les radiologues, incluant à la fois les résidents en formation et les praticiens diplômés, cette population étant déterminante pour conditionner la validité, la portée et la pertinence des résultats, et refléter ainsi la diversité des profils professionnels confrontés à l'IA en imagerie médicale.

L'échantillonnage a été réalisé de manière aléatoire pour sélectionner les radiologues (résidents et spécialistes). Cette approche probabiliste réduit les biais de sélection et améliore la généralisabilité des résultats.

II. Méthodes

1. Questionnaire

1.1 Élaboration du questionnaire

Un questionnaire électronique (Annexe 1) a été créé à l'aide de l'application Google Forms, dans le cadre de la démarche méthodologique de l'étude.

Ce questionnaire est structuré en 5 sections principales, comprenant un ensemble de 41 questions, sous forme d'un mélange de questions fermées obligatoires (échelles Likert, choix multiples, oui/non) et 6 questions ouvertes non obligatoires pour capter des insights qualitatifs complémentaires.

Nous avons choisi ce mode de réponse pour structurer clairement les thématiques abordées et guider le répondant, ce qui améliore la compréhension et la qualité des réponses. Cette structuration facilite aussi la collecte des données. La conception du questionnaire déroulée en deux étapes :

- Une recherche bibliographique initiale

- L'élaboration et la rédaction du questionnaire à l'aide de l'outil Google Forms

1.2 Description du questionnaire

Le questionnaire, élaboré de manière anonyme, s'adressait aux radiologues et était structuré en cinq sections portant respectivement sur :

- Données démographiques et professionnelles des radiologues :

Cette section permet de caractériser le profil des répondants, notamment l'âge, le sexe, le type de structure d'exercice, l'ancienneté dans la pratique ainsi que le niveau de familiarité avec l'IA en médecine et l'éventuelle formation spécifique reçue dans ce domaine, complétée par une question ouverte invitant le répondant à préciser le type de formation suivie. Ces facteurs sont importants pour comprendre comment ces variables peuvent influencer les perceptions de l'IA dans la pratique médicale des radiologues.

- L'utilisation de l'IA dans la pratique quotidienne des radiologues :

Cette section porte sur la description du degré d'intégration opérationnelle de l'IA dans la pratique des radiologues. Elle comprend des questions sur la fréquence d'usage de l'IA, les types d'examens concernés, les domaines d'application et la fréquence d'utilisation de l'IA pour différentes tâches précises, ce qui permet de quantifier son rôle réel dans le flux de travail radiologique.

- La perceptions et l'impacts de l'IA sur la pratique des radiologues :

Cette section examine la manière dont les radiologues perçoivent l'IA en termes d'opportunités (amélioration de la précision diagnostique, modification du processus de décision, optimisation du flux de travail) et de risques potentiels (déshumanisation, dépendance, crainte pour l'emploi). Elle explore également l'impact ressenti des radiologues sur la remise en question de leur rôle, leur relation avec les patients et les autres professionnels de santé, leur satisfaction et leur développement professionnel global. Il donne un aperçu de la façon dont les radiologues vivent et anticipent la transformation de leur profession à l'ère de l'IA.

- Les défis et les préoccupations associés à l'intégration de l'IA dans la pratique radiologique :

Cette section explore les principales craintes des radiologues, telles que les difficultés concrètes rencontrées lors de l'intégration de l'IA dans la pratique, la confiance dans les outils d'IA, la responsabilité médico-légale en cas de mauvais diagnostic assisté par l'IA, la confidentialité des données et la sécurité des patients, ainsi qu'elle vise à identifier, du point de vue des répondants, les principaux obstacles à l'acceptation de ces outils par la communauté radiologique. Comprendre ces défis et préoccupations constitue un enjeu majeur pour orienter le déploiement de l'IA vers des usages encadrés, éthiques et acceptables pour les radiologues.

- Les perspectives et les suggestions des radiologues concernant l'avenir de l'IA en imagerie médicale :

Cette section explore les points de vue des radiologues sur l'évolution de l'IA au cours des 5 à 10 prochaines années, sur des améliorations des outils existants et sur des compétences jugées nécessaires pour une intégration plus sereine de l'IA dans la pratique. Elle explore également les propositions des répondants concernant le rôle et la place qu'ils estiment devoir occuper dans le développement et l'amélioration des technologies d'IA, de l'équilibre attendu entre expertise humaine et automatisation, des actions pour un usage éthique de l'IA, de la nécessité d'informer le patient sur l'utilisation de ses outils, ainsi que des recommandations proposées pour améliorer son intégration en radiologie. Cette section apporte un éclairage sur la manière dont les radiologues envisagent l'avenir de leur profession à l'ère de l'IA et soutient leur redéfinition des compétences dans une perspective prospective.

2. Saisie de données

La rédaction des textes et des tableaux a été réalisée dans MS WORD.

Les données collectées ont été traitées à l'aide du logiciel « Google Forms ». Cette plateforme en ligne a permis de récupérer les réponses et de les exporter sous forme de tableaux Excel et de graphiques, avec des données exprimées en nombres et en pourcentages, ce qui a facilité leur analyse statistique.

3. Analyse statistique

Les données du questionnaire ont été analysées avec le logiciel SPSS en utilisant des statistiques descriptives (fréquences, pourcentages, moyennes, écarts-types).

En analyse bivariable, les associations entre les variables qualitatives ont été étudiées à l'aide du test du χ^2 , en retenant un seuil de significativité statistique à une valeur de p -value $< 0,05$.

4. Considérations éthiques

L'étude a été menée dans le respect des lois marocaines en vigueur en matière de recherche biomédicale et de protection des données personnelles des radiologues répondants, ainsi que des directives de la Déclaration d'Helsinki, en particulier celles relatives à l'autonomie, à la confidentialité et à la protection des participants. Avant de répondre au questionnaire, tous les radiologues ont été informés des objectifs de l'étude et leur consentement a été recueilli. L'enquête a été conçue de manière à préserver l'anonymat des radiologues, en leur permettant de se retirer à tout moment, sans conséquences.

5. Limites de l'étude

5.1 Limites méthodologiques

5.1-1 Limite liée à la taille de l'échantillon (Faible puissance statistique)

La principale limite de cette étude réside dans la taille restreinte de notre échantillon (35 répondants). Bien que les résultats offrent une tendance significative, ce faible effectif réduit la puissance statistique de l'étude et limite la généralisation de nos conclusions à l'ensemble du corps des radiologues au niveau national.

5.1-2 Limite liée au caractère transversal de l'étude

Cette enquête étant transversale, elle constitue une "photographie" à un instant donné de la perception des radiologues. Compte tenu de l'évolution fulgurante des algorithmes d'IA et de leur intégration rapide dans les logiciels d'imagerie, les opinions et les usages observés lors de cette étude pourraient évoluer de manière significative dans un futur proche.

5.2 Biais potentiels

5.2-1 Le biais de sélection (Biais de participation)

Un biais de sélection ne peut être exclu. Il est probable que les praticiens ayant un intérêt préexistant pour les nouvelles technologies ou une attitude plus favorable envers l'IA aient été plus enclins à répondre au questionnaire. À l'inverse, les radiologues plus sceptiques ou moins familiers avec ces outils pourraient être sous-représentés, ce qui pourrait conduire à une surestimation du taux d'acceptabilité de l'IA.

5.2-2 Le biais de désirabilité sociale

Notre étude repose sur des déclarations auto-rapportées, ce qui introduit un biais potentiel de désirabilité sociale. Les répondants pourraient avoir tendance à surestimer leur niveau de connaissance ou leur ouverture au changement pour se conformer aux évolutions technologiques actuelles de la profession.

5.2-3 Absence de critères objectifs (Observation vs Déclaration)

L'évaluation de l'impact sur la charge de travail et la précision diagnostique repose sur la perception subjective des utilisateurs plutôt que sur une mesure objective de la productivité ou du taux d'erreur. Une étude prospective comparant les performances réelles des radiologues avec et sans aide de l'IA permettrait d'affiner ces résultats.

ANALYSE DES RÉSULTATS

I. Données globales de l'étude

L'étude transversale « Radiologie à l'ère de l'IA : Entre innovation et redéfinition des compétences » a été réalisée auprès d'un échantillon de radiologues. Parmi les questionnaires diffusés en format en ligne, nous avons obtenu 35 réponses complètes.

II. Analyse descriptive

1. Les données démographiques et professionnelles des radiologues

1.1 Données démographiques

a) La répartition selon le sexe

Notre échantillon étudié présente une répartition par sexe globalement équilibrée, avec une légère prédominance de radiologues hommes (51 %) par rapport aux femmes (49 %). Le sex-ratio F/H était de 0,96. (Figure 11)

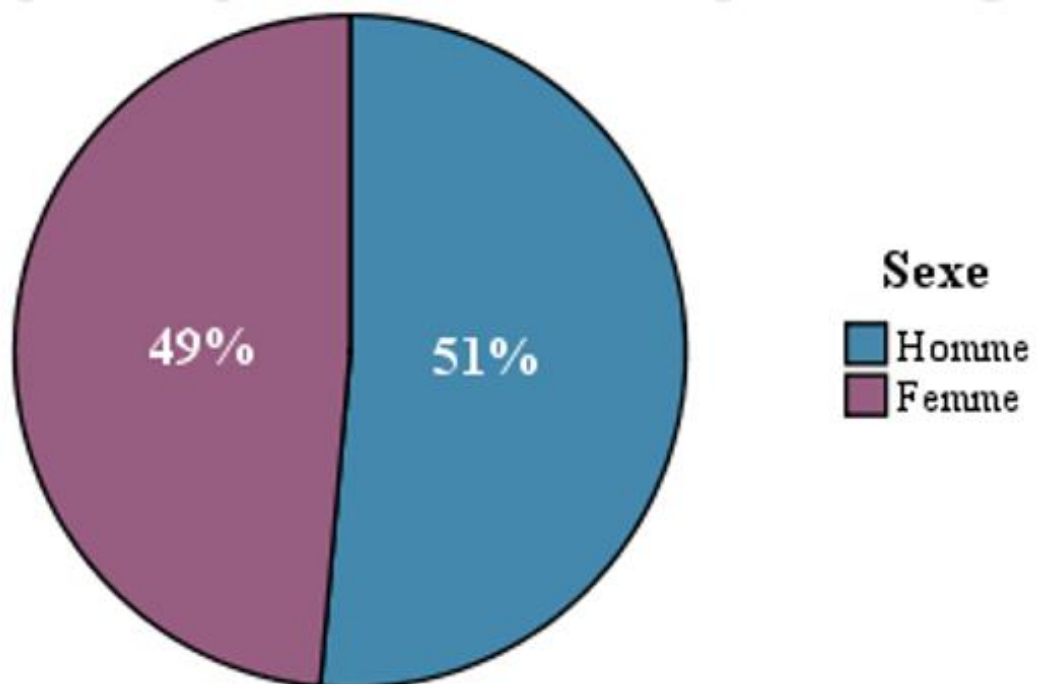


Figure 11: La répartition selon le sexe

b) La répartition selon l'âge

L'âge des radiologues interrogés se situe majoritairement dans les tranches d'âge intermédiaires, avec une prédominance des 30-39 ans et des 40-49 ans, qui regroupent ensemble plus de 70% de l'échantillon, tandis que les moins de 30 ans (17,14 %) et les 50-59 ans (11,43 %) sont moins nombreux, et les 60 ans et plus sont quasi absents. (Figure 12)

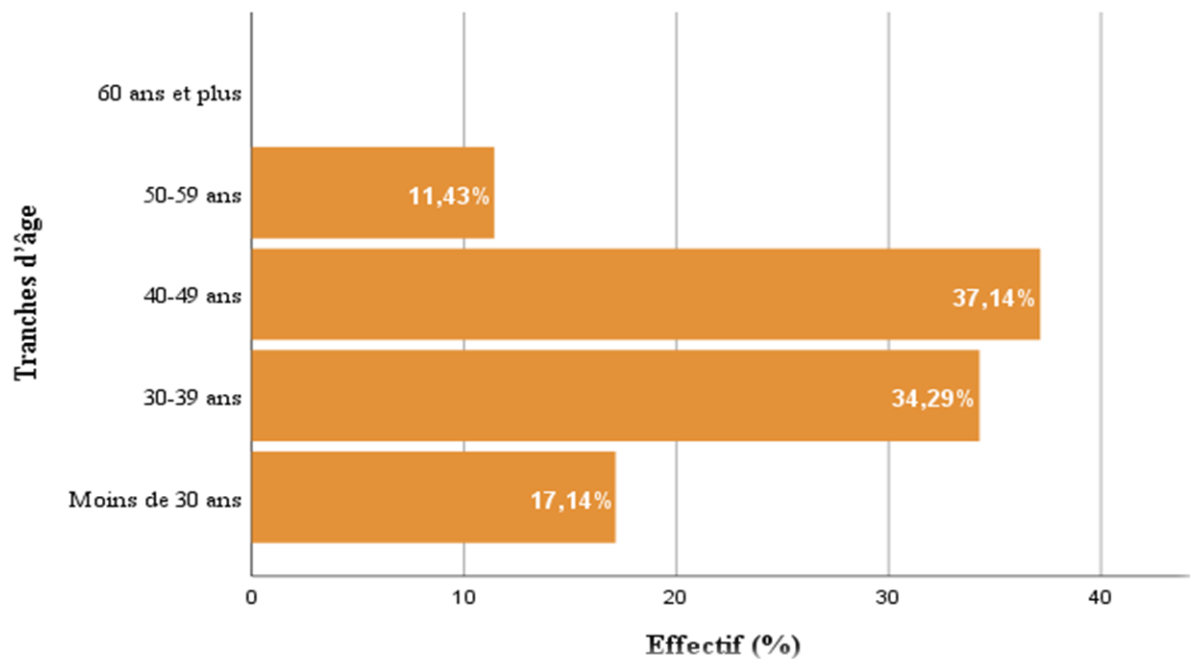


Figure 12: La répartition des radiologues selon l'âge

1.2 Données professionnelles

a) La répartition selon la structure de travail

Parmi les radiologues évalués, 71 % exercent dans le secteur public, tandis que 26 % travaillent en clinique privée. Les centres de recherche ne représentent qu'une proportion marginale des répondants (3 %). (Figure 13)

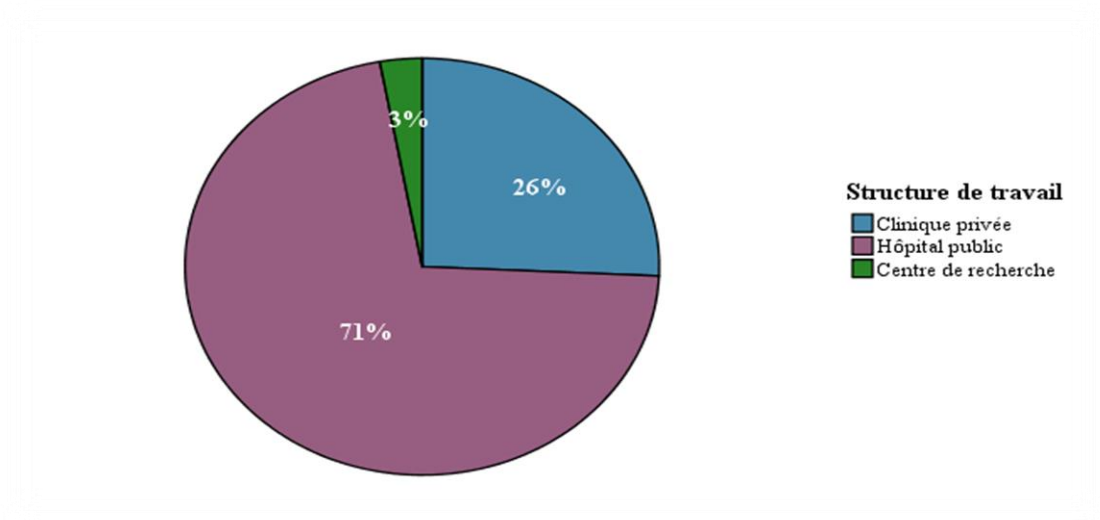


Figure 13: Répartition des radiologues selon le type de structure

b) Répartition selon l'expérience professionnelle

En termes d'expérience, nos résultats ont montré une prédominance des profils en début et en milieu de carrière, avec 57,14 % ayant moins de 10 ans d'expérience. Les radiologues totalisant entre 10 et 20 ans d'exercice représentent 25,71 %, tandis que ceux ayant plus de 20 ans d'expérience ne représentent que 17,14 % de l'échantillon. (Figure 14)

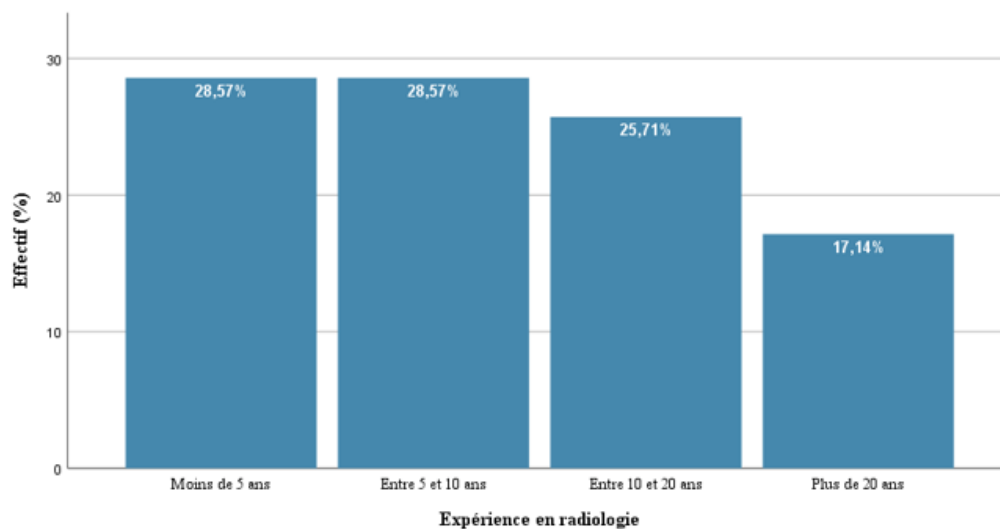


Figure 14: répartition de radiologues selon l'expérience professionnelle

1.3 Connaissance de l'IA

a) Répartition selon le niveau de familiarité avec l'IA

On constate, d'après ce graphique, que la majorité des répondants se déclarent « un peu familiers » avec l'IA (47 %), tandis que 38% se disent « moyennement familiarisés ». Une faible proportion de radiologues se considère « très familiarisée » (6 %), alors que 9% ne sont « pas du tout familiers » avec cette technologie. (Figure 15)

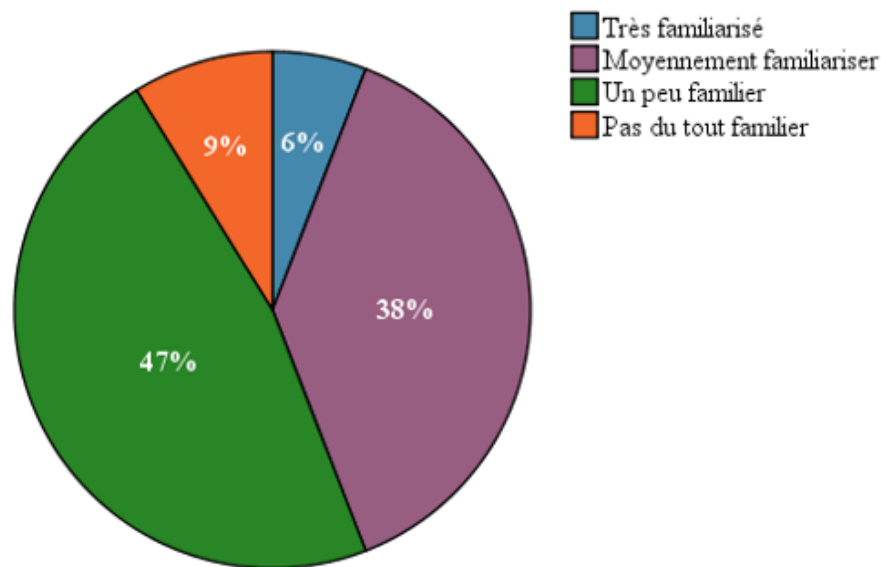


Figure 15: répartition des radiologues selon le niveau de familiarité avec l'IA

b) Formation spécifique reçue sur l'IA en médecine

En termes de formation en IA, la majorité des radiologues interrogés n'avaient pas bénéficié de formation spécifique sur l'IA en médecine (91,43 %). Cependant, seule une minorité d'entre eux avait bénéficié d'une formation dédiée, qu'il s'agisse d'une formation professionnelle (5,71 %) ou d'une formation universitaire (2,86 %). (Figure 16)

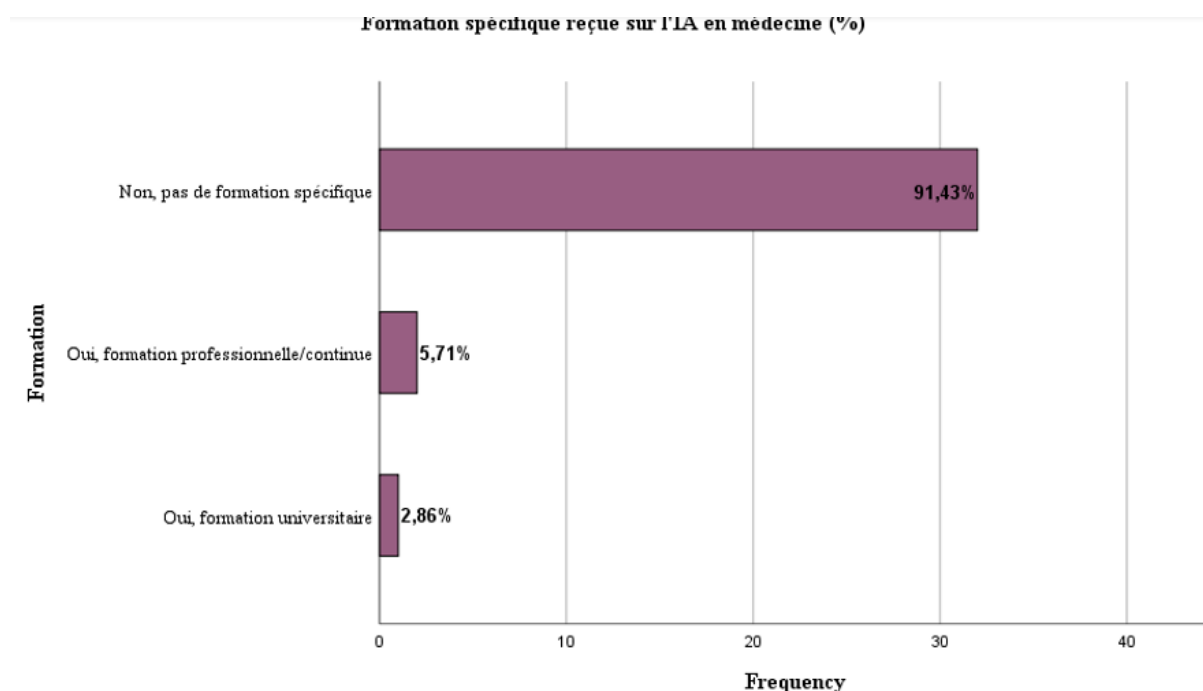


Figure 16: Formation spécifique reçue sur l'IA en médecine

Parmi les répondants ayant déclaré avoir suivi une formation complémentaire, seules deux ont précisé sa nature. Les thématiques mentionnées concernent, d'une part, la « détection de nodules pulmonaires » et, d'autre part, la participation à des « séminaires, congrès et tables rondes ».

2. L'utilisation des outils de l'IA dans la pratique des radiologues

2.1 Fréquence d'utilisation actuelle de l'IA

L'analyse montre que l'utilisation de l'IA par les radiologues est globalement limitée. La majorité des répondants déclarent une utilisation occasionnelle (40,00 %) ou rare (37,14 %) de l'IA. Seule une minorité rapporte une utilisation régulière (11,43 %), tandis qu'une proportion équivalente n'utilise jamais l'IA. (Figure 17)

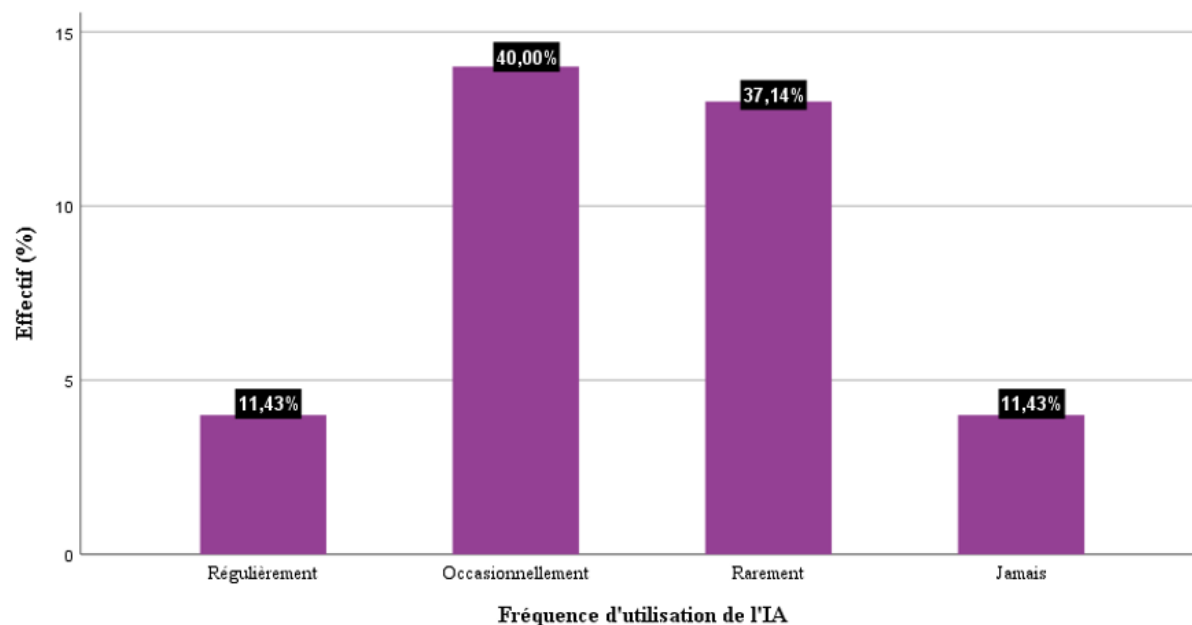


Figure 17: utilisation actuelle de l'IA par les radiologues

2.2 Types d'examens où l'IA est intégrée dans la pratique radiologique

Le tableau ci-dessous présente les résultats de notre enquête sur les types d'examens radiologiques intégrant l'IA dans la pratique des radiologues interrogés. Le scanner TDM apparaît comme la modalité la plus concernée, avec une utilisation rapportée par 68,6 % des répondants, suivie par l'IRM (28,6 %) et la radiographie (20,0 %). À l'inverse, l'intégration de l'IA demeure limitée en échographie (11,4 %) et en mammographie (5,7 %). Par ailleurs, 17,1 % des participants ont cité d'autres modalités ou contextes d'utilisation, en précisant notamment "rien", "pas d'utilisation actuelle de l'IA", un simple recours au "raisonnement" ou à une « recherche » clinique. (Tableau I et figure 18)

Tableau I: Types d'examens radiologiques utilisant l'IA

Types d'examens	Effectif (N)	Pourcentage (%)
Radiographie	7	20,0%
Scanner TDM	24	68,6%
IRM	10	28,6%
Échographie	4	11,4%
Mammographie	2	5,7%
Autre	6	17,1%

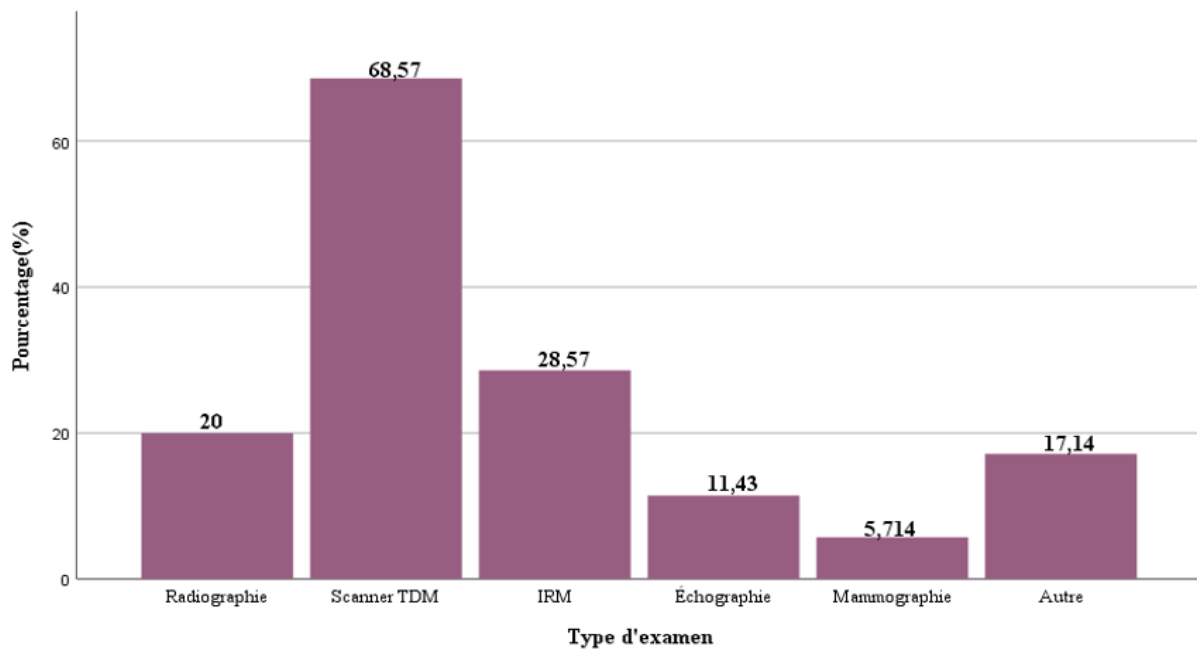


Figure 18: les types d'examens où l'IA est intégrée dans la pratique radiologique

2.3 Domaines d'application de l'IA dans la pratique radiologique

L'aide au diagnostic constitue le champ d'utilisation le plus fréquent, rapporté par 65,71 % des participants. L'analyse et l'interprétation des images arrivent en deuxième position (34,29 %), suivies par la prédiction des pathologies (25,71 %). En revanche, l'utilisation de l'IA

pour la planification des traitements reste marginale (5,71 %). La dernière catégorie, regroupant les autres applications, ne concerne que 8,57 % des répondants, certains mentionnant notamment “rien”, “ l’aide à la rédaction du compte rendu d’imagerie” ou “pas d’utilisation d’IA actuellement”. (Figure 18)

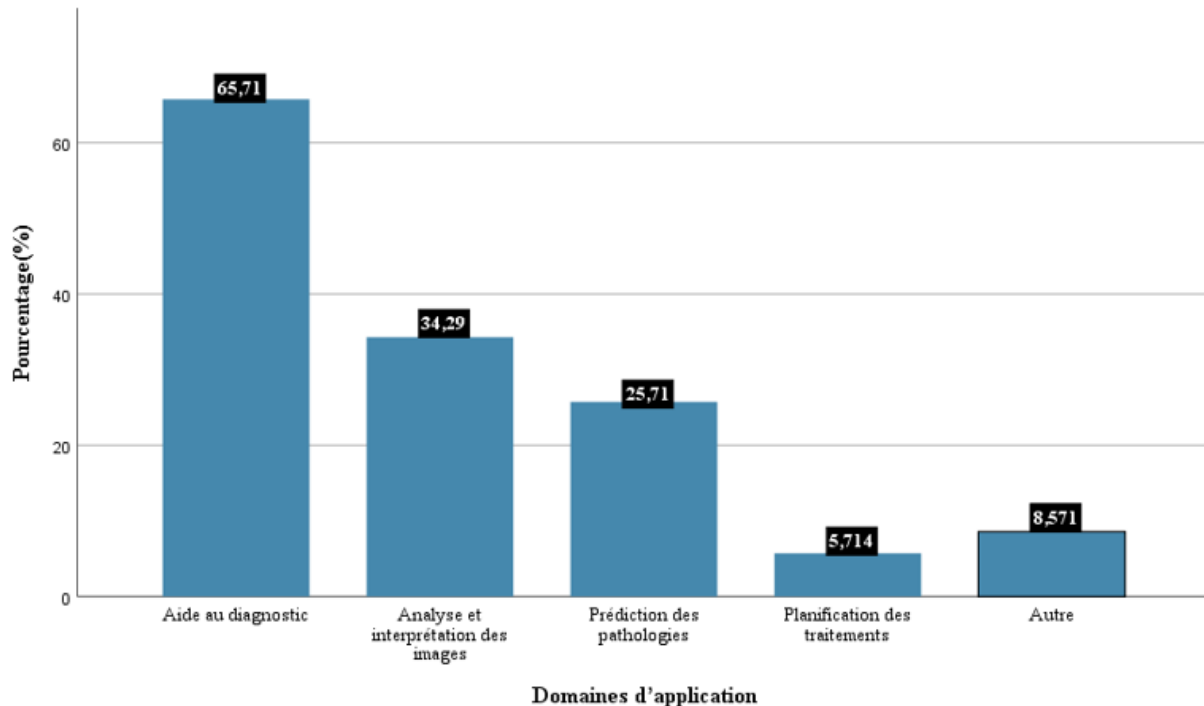


Figure 19: les domaines d'application de l'IA en radiologie

2.4 Niveau d'intégration de l'IA dans les activités professionnelles des radiologues

Les résultats indiquent une intégration globalement modérée de l'IA dans les activités professionnelles des radiologues. L'aide au diagnostic présente le niveau d'intégration le plus élevé ($M = 2,37$) ; toutefois, l'écart-type relativement élevé témoigne d'une hétérogénéité des pratiques. Les domaines de l'analyse et de l'interprétation des images ($M = 1,94$) et du suivi de l'évolution ($M = 1,89$) affichent des niveaux intermédiaires. En revanche, la détection précoce ($M = 1,69$) et l'automatisation des tâches ($M = 1,68$) restent faiblement intégrées. (Tableau II)

Tableau II: Niveau d'intégration de l'IA dans les activités professionnelles des radiologues

	Moyenne	Écart-type
Aide au diagnostic	2,37	1,003
Analyse et interprétation des images	1,94	1,083
Détection précoce	1,69	0,758
Suivi de l'évolution	1,89	1,051
Automatisation des tâches	1,68	0,945
Gestion des dossiers	1,76	0,987

3. Perceptions et impacts de l'IA

3.1 Perception de l'impact de l'IA sur le processus de décision selon l'expérience en radiologie

Les radiologues ayant moins de 10 ans d'expérience déclarent majoritairement que l'IA n'a pas ou peu d'impact sur leur prise de décision, avec des taux élevés de réponses négatives (50 % à 70 %). À l'inverse, les radiologues ayant plus de 20 ans d'expérience perçoivent plus fréquemment un impact de l'IA, principalement de manière légère (83,3 %). (Tableau III)

Tableau III: la perception de l'impact de l'IA sur le processus de décision selon l'expérience en radiologie

		Expérience en radiologie			
		Moins de 5 ans	Entre 5 et 10 ans	Entre 10 et 20 ans	Plus de 20 ans
Modification perçue du processus de décision par l'IA	Non, pas d'impact	50,0%	70,0%	55,6%	16,7%
	Oui, légèrement	40,0%	30,0%	33,3%	83,3%
	Oui, de manière significative	10,0%	0,0%	11,1%	0,0%

L'analyse inférentielle réalisée à l'aide du test du chi-deux de Pearson ne met pas en évidence de relation statistiquement significative entre l'expérience en radiologie et la modification perçue du processus de décision induite par l'IA ($\chi^2 = 6,698$; ddl = 6 ; p = 0,350). (Tableau IV)

Tableau IV: la relation entre l'expérience en radiologie et la modification perçue du processus de décision induite par l'IA

Pearson Chi-Square Tests		
		Expérience en radiologie
Modification perçue du processus de décision par l'IA	Chi-square	6,698
	Df	6
	Sig.	0,350 ^{a,b}

Les radiologues ayant déclaré une influence de l'IA soulignent principalement son rôle dans l'orientation et l'aide au diagnostic, notamment par la proposition de diagnostics différentiels élargis, la recherche de cas similaires, en particulier pour les pathologies rares, ainsi que par l'amélioration de la rapidité du processus décisionnel. Plusieurs répondants mentionnent également l'apport de l'IA à la détection de lésions spécifiques, telles que les lésions tumorales ou les microcalcifications mammaires, ce qui renforce la précision et la fiabilité du raisonnement diagnostique.

3.2 Impact perçu de l'IA sur la charge de travail en fonction de l'intensité d'utilisation

Les radiologues qui utilisent l'IA occasionnellement sont ceux qui perçoivent le plus souvent une réduction significative de la charge de travail (75 %). À l'inverse, chez les utilisateurs réguliers, la perception d'une réduction demeure plus modérée, majoritairement jugée légère (12,5) ou inexistante (13,33). Par ailleurs, les radiologues déclarant une utilisation rare ou inexistante de l'IA rapportent principalement l'absence ou une faible réduction de la charge de travail. (Figure 20)

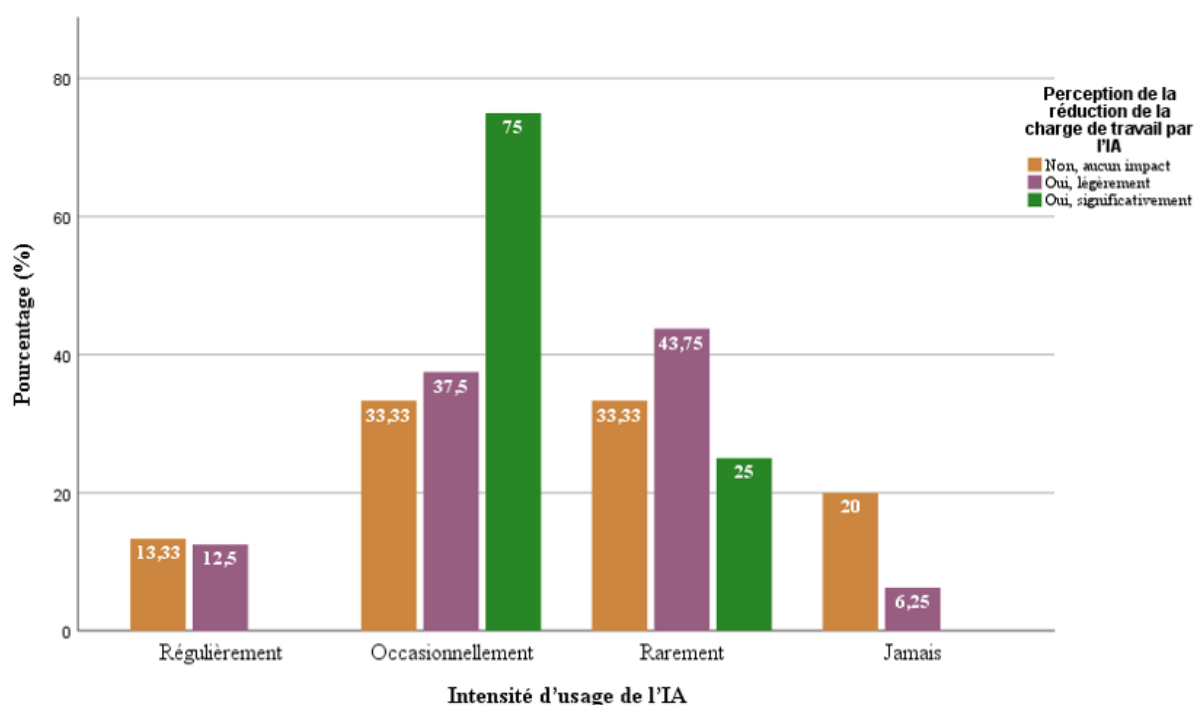


Figure 20: l'impact perçu de l'IA sur la charge de travail en fonction de l'intensité d'utilisation

3.3 Perception de l'impact de l'IA sur le rôle du radiologue selon l'expérience professionnelle

L'IA n'est perçue comme remplaçant aucune fonction du radiologue, quel que soit le niveau d'expérience (0 % des réponses). En revanche, une proportion significative des répondants la considère comme complémentaire du travail des radiologues, notamment chez les praticiens ayant plus de 20 ans d'expérience (66,7 %) et ceux ayant moins de 5 ans d'expérience (50 %). À l'opposé, l'absence d'impact notable est plus fréquemment rapportée par les radiologues ayant 10–20 ans d'expérience (66,7 %) et 5–10 ans (60 %). (Tableau V)

Tableau V: Perception de l'impact de l'IA sur le rôle du radiologue selon l'expérience professionnelle

		Expérience en radiologie			
		Moins de 5 ans	Entre 5 et 10 ans	Entre 10 et 20 ans	Plus de 20 ans
Perception de l'impact de l'IA sur le rôle du radiologue	Oui, l'IA remplace certaines de mes fonctions	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Oui, l'IA complète mon travail	50,0%	40,0%	33,3%	66,7%
	Non, l'IA n'a pas d'impact significatif	50,0%	60,0%	66,7%	33,3%

3.4 Impact de l'IA sur la relation radiologue-patient

Une large majorité des répondants (94 %) estime que l'IA n'a aucun impact sur la relation radiologue-patient. En revanche, une faible proportion considère que l'IA améliore cette relation (3 %), tandis qu'un pourcentage tout aussi limité juge qu'elle la complique (3 %). (Figure 21)

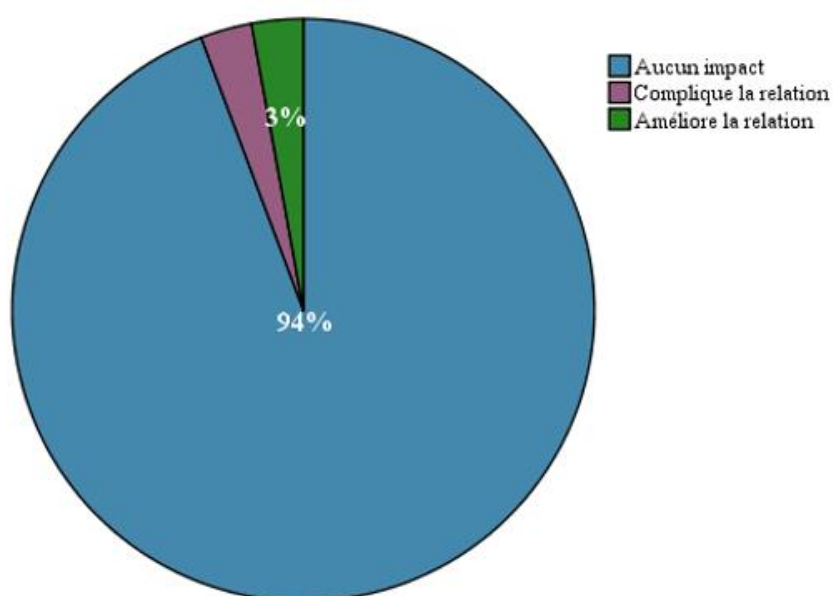


Figure 21: L'impact de l'IA sur la relation radiologue-patient

3.5 Perception de l'impact de l'IA sur la profession de radiologue

Parmi les répondants, 51,43 % estiment que l'IA n'entraînera aucune variation des effectifs en radiologie. Par ailleurs, 34,29 % prévoient une augmentation du nombre de radiologues spécialisés. 20 % redoutent une contraction globale des ressources humaines. (Figure 22)

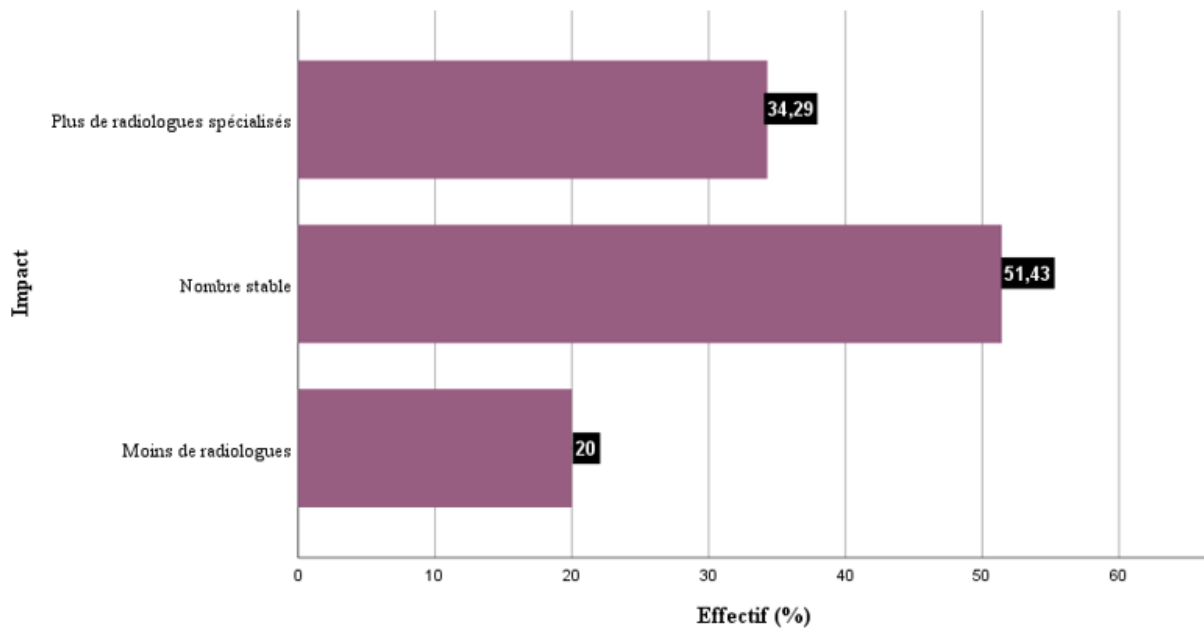


Figure 22: Perception de l'impact de l'IA sur la profession de radiologue

3.6 Impact potentiel de l'IA sur la qualité de l'expertise professionnelle

La majorité des radiologues perçoivent l'IA comme un facteur de soutien et de renforcement de leur expertise professionnelle, avec 60,0 % des répondants indiquant que l'IA contribue positivement à la qualité de leur expertise. 25,71 % estiment que l'IA peut entraîner une dépendance accrue aux outils technologiques, et 14,29 % considèrent qu'elle pourrait diminuer certaines compétences cliniques. (Figure 23)

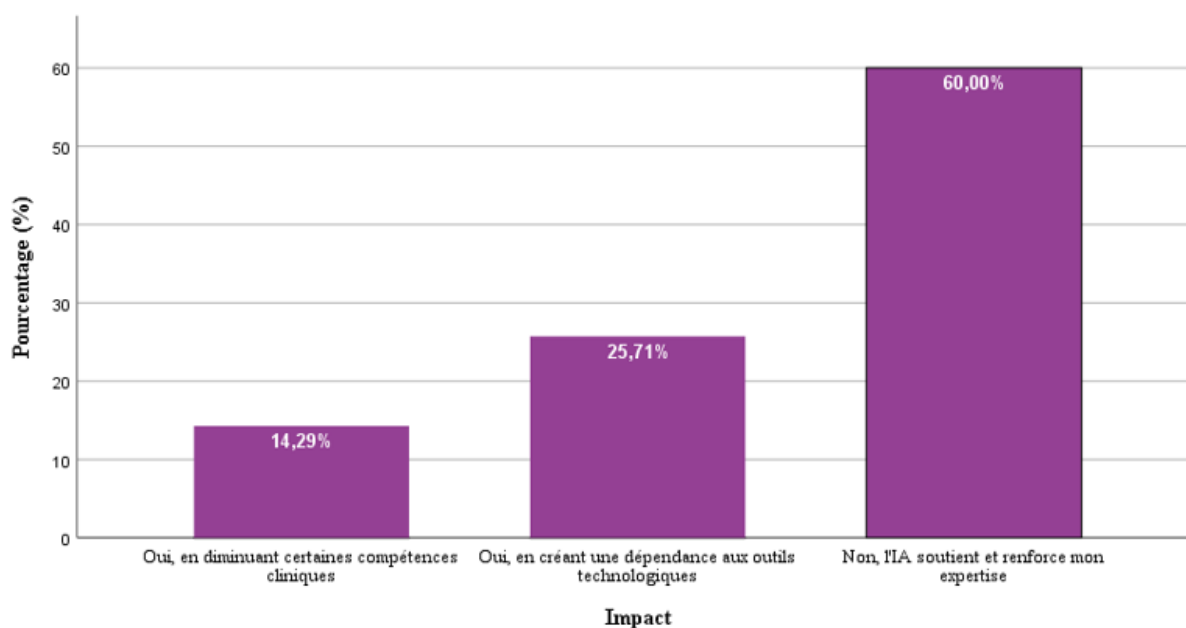


Figure 23: L'impact potentiel de l'IA sur la qualité de l'expertise professionnelle

4. Défis et préoccupations liés à l'IA en radiologie

4.1 Principales préoccupations liées à l'IA en radiologie

Les principales préoccupations des radiologues concernant l'IA portent sur les erreurs et les risques diagnostiques, cités par 77,14 % des répondants, ainsi que sur le risque de dépendance à la technologie (74,29 %). Les problèmes de sécurité des données constituent également une préoccupation importante, mentionnée par 54,29 % des participants. Cependant, la perte de contrôle sur certaines décisions et le remplacement du radiologue par l'IA sont moins évoqués (28,57 %). (Figure 24)

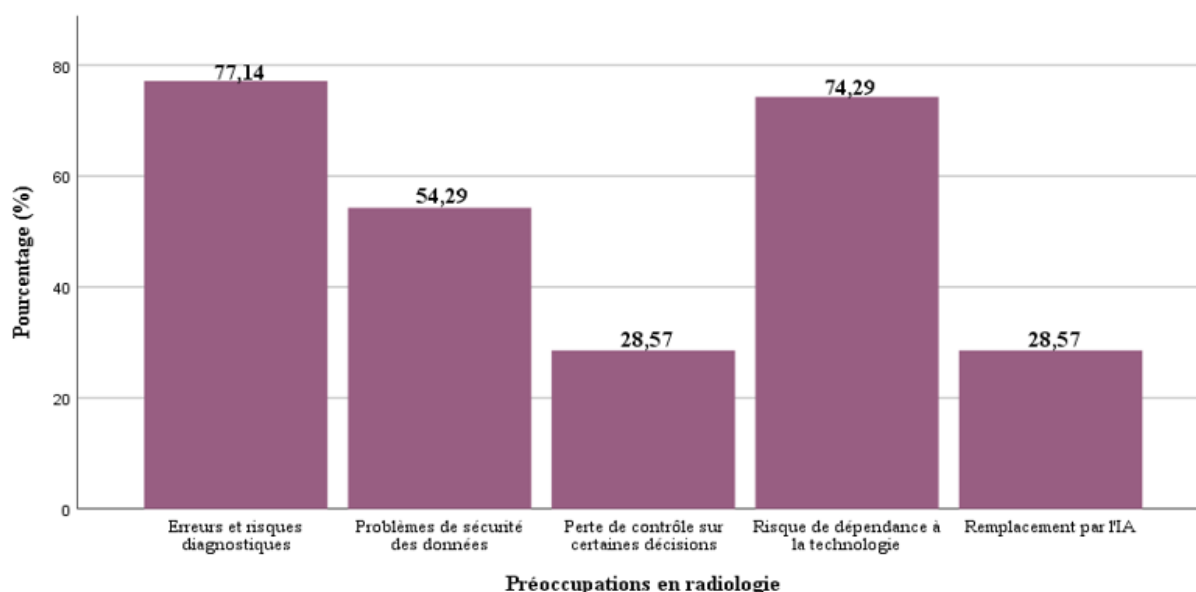


Figure 24: Les principales préoccupations liées à l'IA en radiologie

4.2 Difficultés rencontrées dans l'intégration de l'IA dans la pratique quotidienne

La principale difficulté rencontrée par les radiologues dans l'intégration de l'IA est le manque de formation spécifique, cité par 85,7 % des répondants (N = 30). Les difficultés techniques et le temps nécessaire pour vérifier les résultats fournis par l'IA sont rapportés par 42,9 % des participants chacun (N = 15). L'incompatibilité avec les systèmes existants constitue également un obstacle notable (37,1 %, N = 13). La complexité d'interprétation des résultats générés par l'IA est citée dans 22,9 % des cas (N = 8). Les difficultés classées comme « autre » (8,6 %, N = 3) concernent principalement le coût des solutions d'IA, les enjeux liés à la sécurité et à la multiplicité des données, ainsi que l'absence de difficultés perçues chez certains répondants. (Tableau VI)

Tableau VI: Difficultés rencontrées dans l'intégration de l'IA

	N	Pourcentage (%)
Manque de formation spécifique	30	85,7%
Difficultés techniques	15	42,9%
Temps nécessaire pour vérifier les résultats de l'IA	15	42,9%
Complexité d'interprétation des résultats fournis par l'IA	8	22,9%
Incompatibilité avec les systèmes existants	13	37,1%
Autre	3	8,6%

4.3 Préoccupations quant à l'autonomie de l'IA dans les décisions médicales

Dans le cadre de l'examen qualitatif des réponses ouvertes à la question (« Avez-vous des préoccupations quant à l'autonomie de l'IA dans les décisions médicales ? »), les répondants mettent en lumière plusieurs enjeux critiques.

Les citations soulignent un mauvais usage de certains outils d'IA, tels que ChatGPT, par certains jeunes praticiens pour la rédaction de comptes rendus, ce qui pourrait compromettre le développement de l'esprit critique et l'apprentissage clinique. Parmi les risques soulignés figurent les erreurs potentielles, qu'il s'agisse d'erreurs diagnostiques ou d'incrimination de l'IA dans les décisions thérapeutiques. Ces éléments soulèvent des enjeux majeurs d'ordre éthique et médico-légal, notamment en ce qui concerne la détermination des responsabilités en cas de faute.

Les répondants mettent également en garde contre les menaces pesant sur la sécurité des données personnelles et le respect du secret médical, susceptibles d'éroder la confiance clinique. Enfin, un risque central évoqué est que l'IA prenne la place du radiologue, mettant en péril l'expertise humaine au cœur de la pratique.

4.4 Préoccupations liées à la confidentialité des données des patients lors de l'utilisation de l'IA

La majorité des radiologues manifestent une forte inquiétude quant à la confidentialité des données lors de l'utilisation de l'IA, avec 42,86 % se déclarant très préoccupés et 40,0 % modérément préoccupés. Seuls 14,29 % sont peu préoccupés et 2,86 % ne le sont pas du tout. (Figure 25)

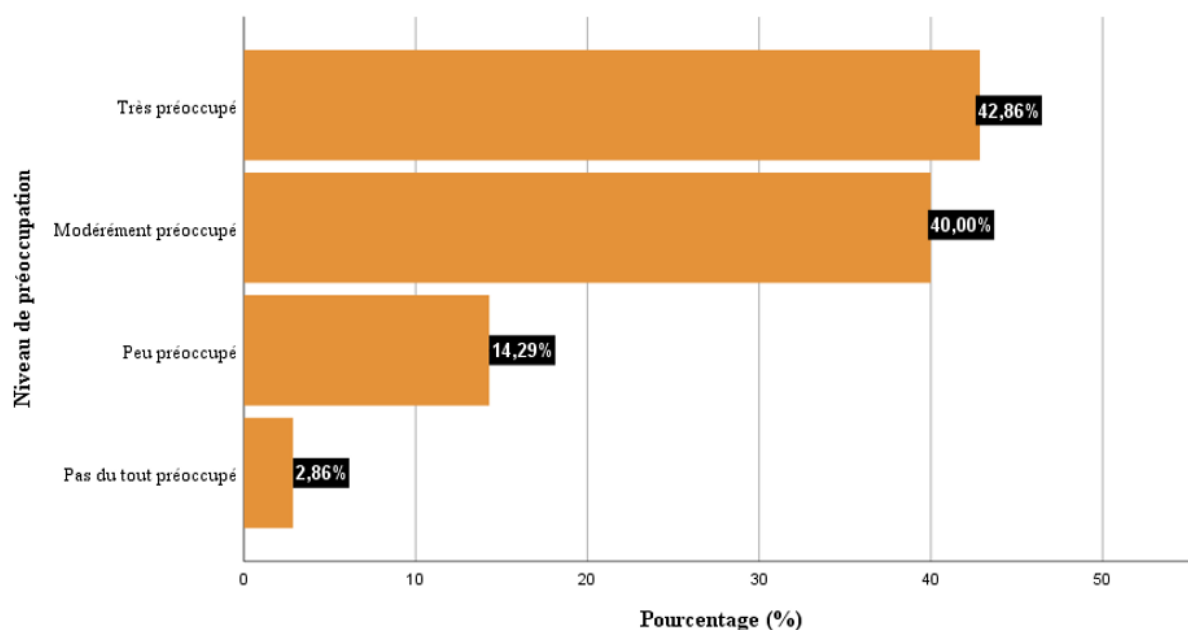


Figure 25: Préoccupations liées à la confidentialité des données des patients lors de l'utilisation de l'IA

4.5 Niveau de préoccupation concernant la sécurité des patients

Une proportion importante de radiologues exprime une préoccupation élevée concernant la sécurité des patients liée à l'utilisation de l'IA. 51,43 % se déclarent plutôt préoccupés et 25,71 % très préoccupés, soit près de 77 % des répondants. À l'inverse, 17,14 % sont peu préoccupés et 5,71 % ne sont pas préoccupés du tout. (Figure 26)

Ces données quantitatives trouvent un écho dans l'analyse qualitative des 8 réponses ouvertes. Les fuites d'informations et l'incertitude quant aux destinataires des données (« Les données seront dans des mains que l'on ne sait pas qui ») soulignent les risques de violation du secret médical. Le risque de dépendance excessive justifie un appel à une utilisation responsable afin d'éviter la complaisance clinique. Les erreurs non détectées posent un

problème majeur de responsabilité floue, particulièrement dans les diagnostics différentiels complexes comme la tuberculose pseudo-tumorale mimant une tumeur. L'IA peine à distinguer ces pièges sémiologiques et renforce l'exigence d'une supervision humaine constante.

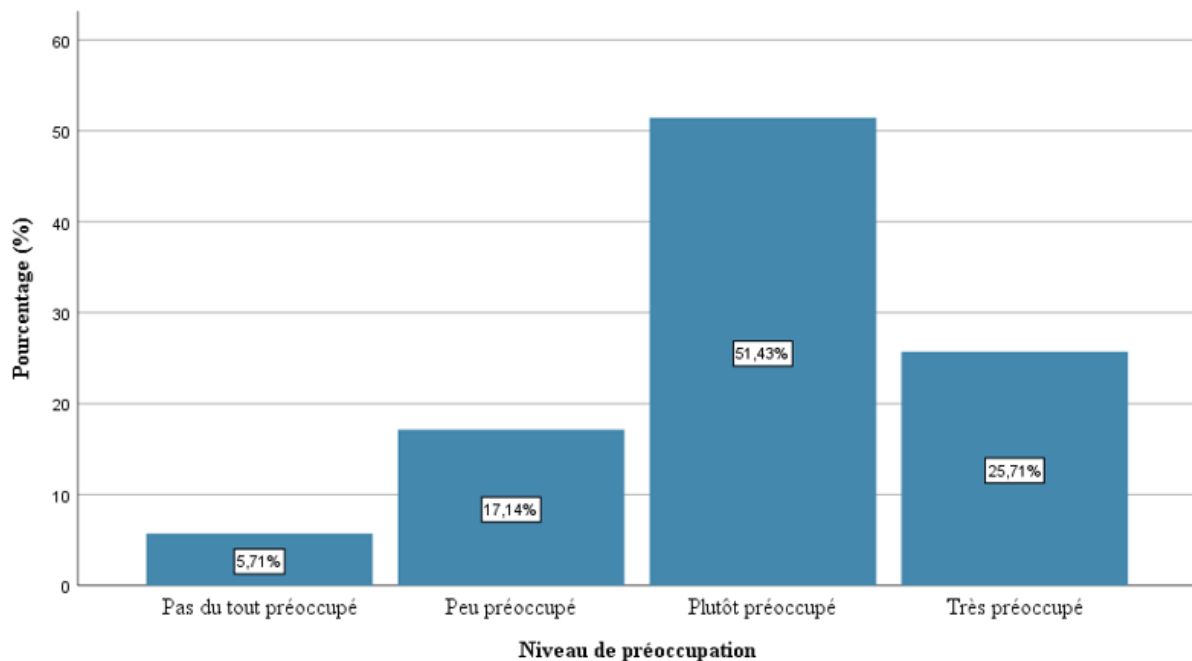


Figure 26: Niveau de préoccupation sur la sécurité des patients

4.6 Principaux obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues

Les préoccupations éthiques et juridiques représentent le principal obstacle à l'acceptation de l'IA chez les radiologues (54,55 %). Le manque de transparence dans le fonctionnement de l'IA est également fréquemment rapporté (43,18 %). La catégorie autre reste marginale (2,27 %) ; elle comporte le risque de perte d'emploi ou de compétences, l'insuffisance de formation et d'éducation, ainsi que le manque de logiciels développés à l'échelle nationale et adaptés à la population locale. (Figure 27)

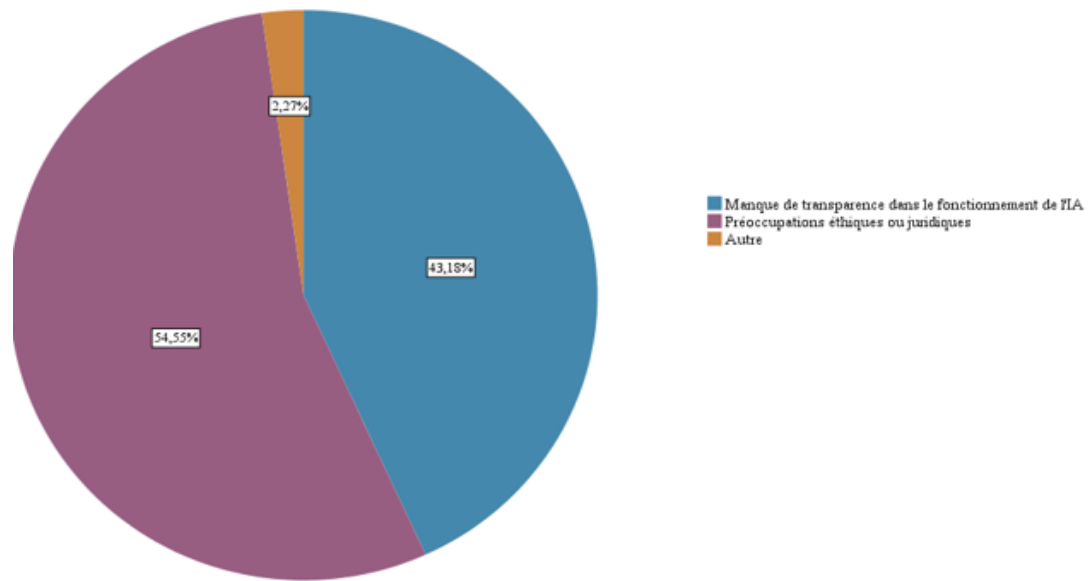


Figure 27: Les principaux obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues

5. Perspectives et suggestions de l'évolution future de l'IA en radiologie

5.1 Perception des radiologues sur l'évolution future de l'IA en radiologie

Les radiologues anticipent une intégration significative de l'IA en radiologie au cours des 5 à 10 prochaines années. La majorité des répondants estime que l'IA sera principalement utilisée comme outil complémentaire (51,43 %) ou deviendra un acteur majeur du diagnostic radiologique (40,00 %). Seule une faible proportion pense que l'IA jouera un rôle mineur ou limité (5,71 %), et 2,86 % n'ont pas d'avis sur ce sujet. (Figure 28)

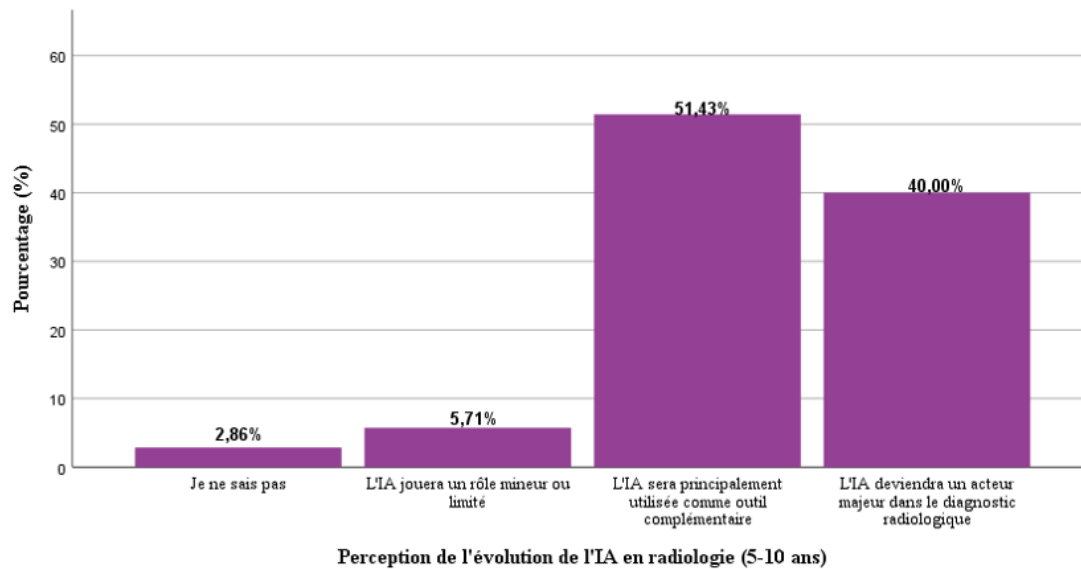


Figure 28: Perception des radiologues sur l'évolution future de l'IA en radiologie

5.2 Domaines de la radiologie bénéficiant des améliorations potentielles de l'IA selon les radiologues

Selon les radiologues interrogés, le dépistage précoce des maladies est le domaine de la radiologie où l'IA est perçue comme la plus prometteuse (88,6 %), suivi de l'optimisation des flux de travail et de la gestion des dossiers (74,3 %). La formation des radiologues (51,4 %) et le diagnostic des pathologies complexes (48,6 %) sont également cités, tandis que la catégorie "autre" (2,9 %) correspond à un répondant ayant exprimé "aucun domaine". (Tableau VII)

Tableau VII : Domaines de la radiologie bénéficiant des améliorations potentielles de l'IA selon les radiologues

	N	Pourcentage (%)
Dépistage précoce des maladies	31	88,6%
Diagnostic des pathologies complexes	17	48,6%
Optimisation des flux de travail et gestion des dossiers	26	74,3%
Formation des radiologues	18	51,4%
Autre	1	2,9%

5.3 Compétences jugées nécessaires par les radiologues pour travailler efficacement avec l'IA

Les radiologues estiment majoritairement nécessaires des compétences en informatique et en programmation (80 %), suivies des compétences en analyse de données (71,43 %) et en gestion des technologies de santé (62,86 %) pour travailler efficacement avec l'IA. En revanche, une très faible proportion des répondants (2,86 %) juge qu'aucune compétence supplémentaire n'est nécessaire. (Figure 29)

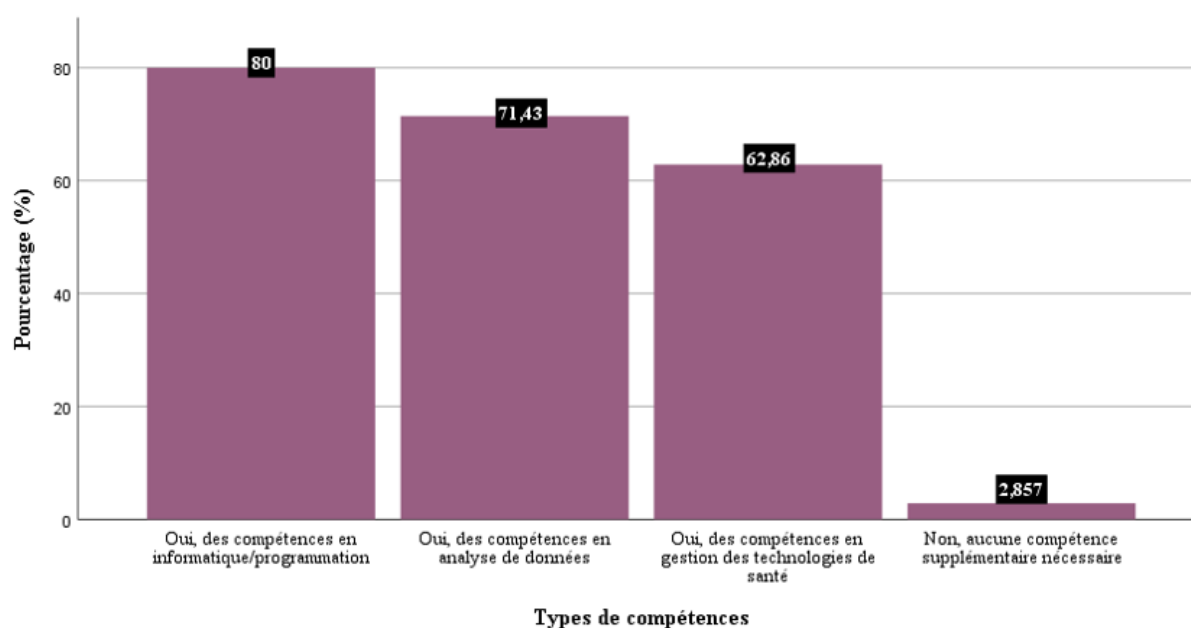


Figure 29: Compétences jugées nécessaires par les radiologues pour travailler efficacement avec l'IA

5.4 Compétences que les radiologues souhaitent développer pour une meilleure intégration de l'IA

Les résultats indiquent que les attentes en matière de développement des compétences portent avant tout sur une meilleure compréhension du fonctionnement des systèmes d'intelligence artificielle, ce qui est cité par 77,14 % des radiologues. Une part importante des répondants (68,57 %) exprime également le besoin de renforcer leurs capacités en interprétation des données et des algorithmes. Par ailleurs, 48,57 % soulignent l'importance des dimensions éthiques et juridiques associées à l'utilisation de l'IA dans la pratique radiologique. Les autres besoins évoqués (5,71 %) concernent principalement les compétences d'utilisation et d'évaluation de la fiabilité des outils IA, ainsi que la veille sur les nouveaux outils disponibles. (Figure 30)

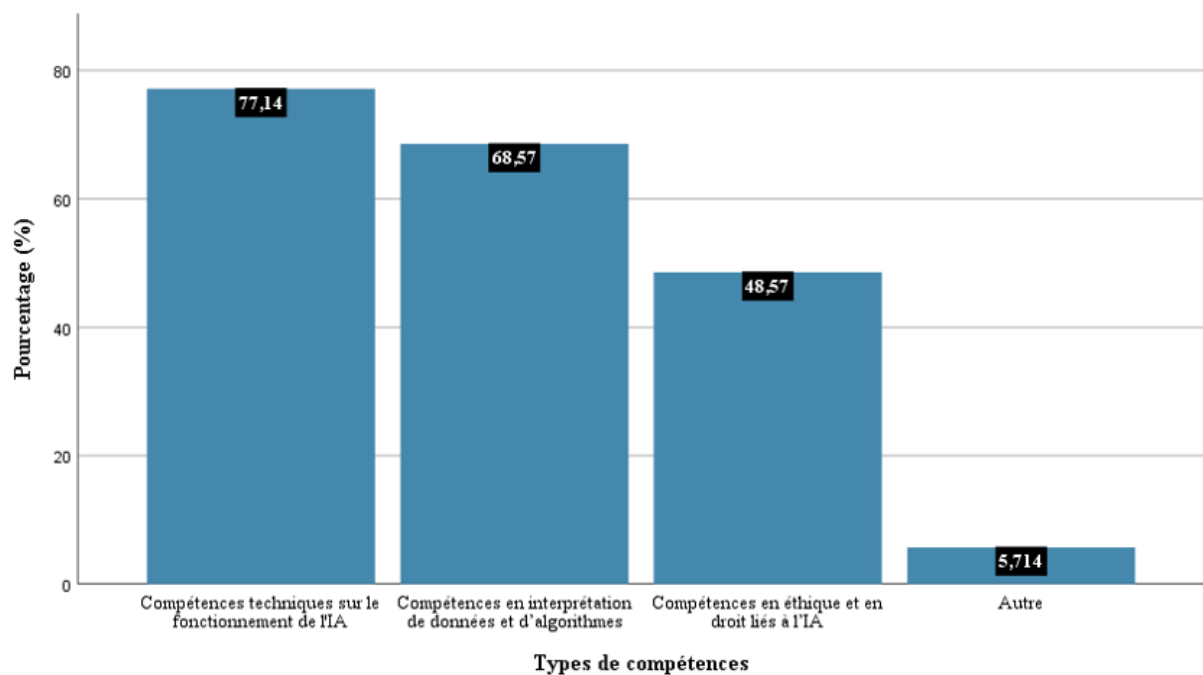


Figure 30: Les compétences que les radiologues souhaitent développer pour une meilleure intégration de l'IA

5.5 Recommandations des radiologues pour l'acceptation de l'IA

Les radiologues suggèrent la formation en tête des leviers d'acceptation de l'IA (13 réponses ouvertes). Cette solution domine avec 9 citations : formation pratique, continue, spécifique à l'IA, et intégration pédagogique dans l'enseignement médical, en insistant sur la démonstration concrète de l'utilité « Les former et leur montrer l'utilité ». Deux propositions complémentaires émergent : des tests standardisés pour évaluer la fiabilité des modèles IA et le développement de logiciels marocains garantissant la confidentialité des données locales.

5.6 Perception du rôle des radiologues dans le développement et l'amélioration de l'IA

Les rôles que les radiologues estiment pouvoir jouer dans le développement et l'amélioration des systèmes d'IA. La fourniture de retours d'expérience pour améliorer les algorithmes est citée par 91,4 % des répondants (N = 32), ce qui en fait le rôle le plus fréquemment mentionné. La contribution aux tests et à la validation des systèmes d'IA est rapportée par 80,0 % des radiologues (N = 28). Par ailleurs, 74,3 % des participants (N = 26) indiquent que la collaboration étroite avec les développeurs d'IA constitue également un rôle important. (Tableau VIII)

Tableau VIII: Perception du rôle des radiologues dans le développement et l'amélioration de l'IA

	N	Pourcentage (%)
Collaborer étroitement avec les développeurs d'IA	26	74,3%
Fournir des retours d'expérience pour améliorer les algorithmes	32	91,4%
Contribuer aux tests et validations des systèmes d'IA	28	80,0%

5.7 Perception de l'équilibre entre compétences humaines et automatisation par l'IA en radiologie

Les résultats montrent une forte préférence pour un modèle centré sur les compétences humaines. En effet, 91,43 % des répondants considèrent que l'IA doit rester un outil de support au diagnostic, tandis que 8,57 % défendent un équilibre égal entre l'humain et l'automatisation. (Figure 31)

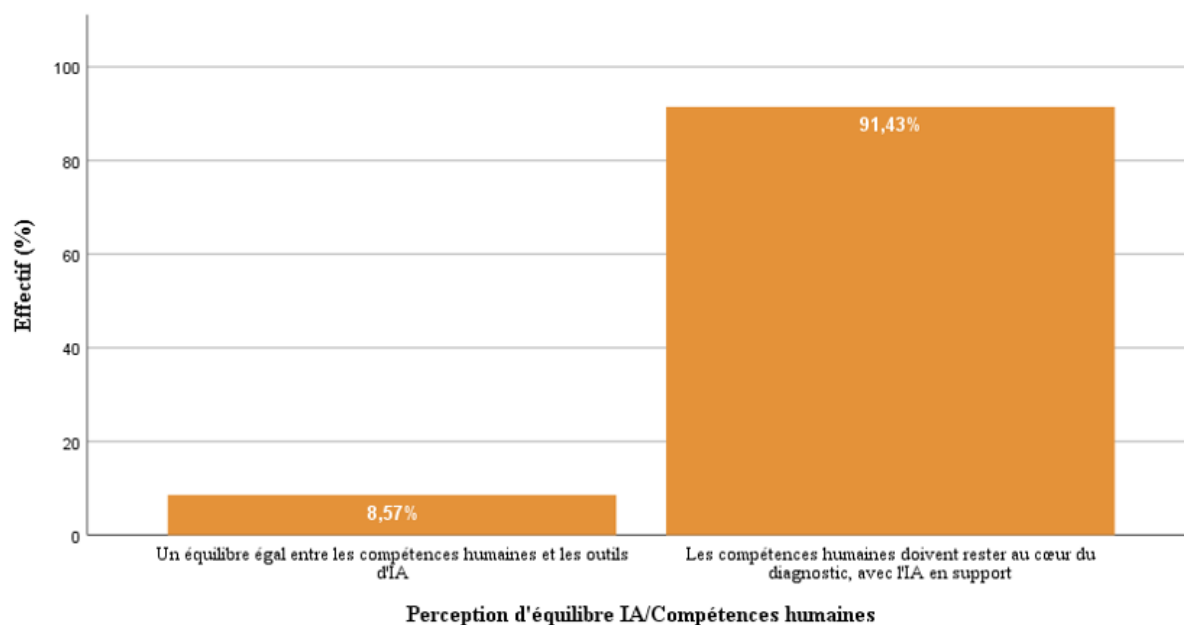


Figure 31: Perception de l'équilibre entre compétences humaines et automatisation par l'IA en radiologie

5.8 Perception des radiologues concernant les initiatives nécessaires à un usage éthique de l'IA

La mise en place d'un comité de suivi de l'IA est l'initiative la plus soutenue (80 %), traduisant un besoin fort de contrôle et de supervision. Par ailleurs, 68,6 % des répondants insistent sur l'importance de lignes directrices éthiques et juridiques, tandis que 62,9 % estiment indispensable le développement de formations en éthique et en réglementation. Les autres propositions (2,9 %) évoquées concernent la mise en place d'un système d'accréditation des logiciels d'IA avant leur utilisation à grande échelle, ainsi que l'instauration d'une autorisation de mise sur le marché, comparable à celle exigée pour les médicaments et les dispositifs médicaux. (Tableau IX)

Tableau IX: Perception des radiologues concernant les initiatives nécessaires à un usage éthique de l'IA

	N	Pourcentage (%)
Création de lignes directrices éthiques et juridiques	24	68,6%
Développement de formations en éthique et en réglementation	22	62,9%
Mise en place d'un comité de suivi de l'utilisation de l'IA	28	80,0%
Autre	1	2,9%

5.9 Perception des radiologues concernant l'information des patients sur l'usage de l'IA dans les diagnostics

Les résultats montrent que près de la moitié des radiologues (48,57 %) estiment que l'information des patients sur l'utilisation de l'IA dans le diagnostic devrait être obligatoire. Par ailleurs, 28,57 % des répondants considèrent que cette information devrait rester facultative et 22,86 % jugent que l'information des patients n'est pas nécessaire. (Figure 32)

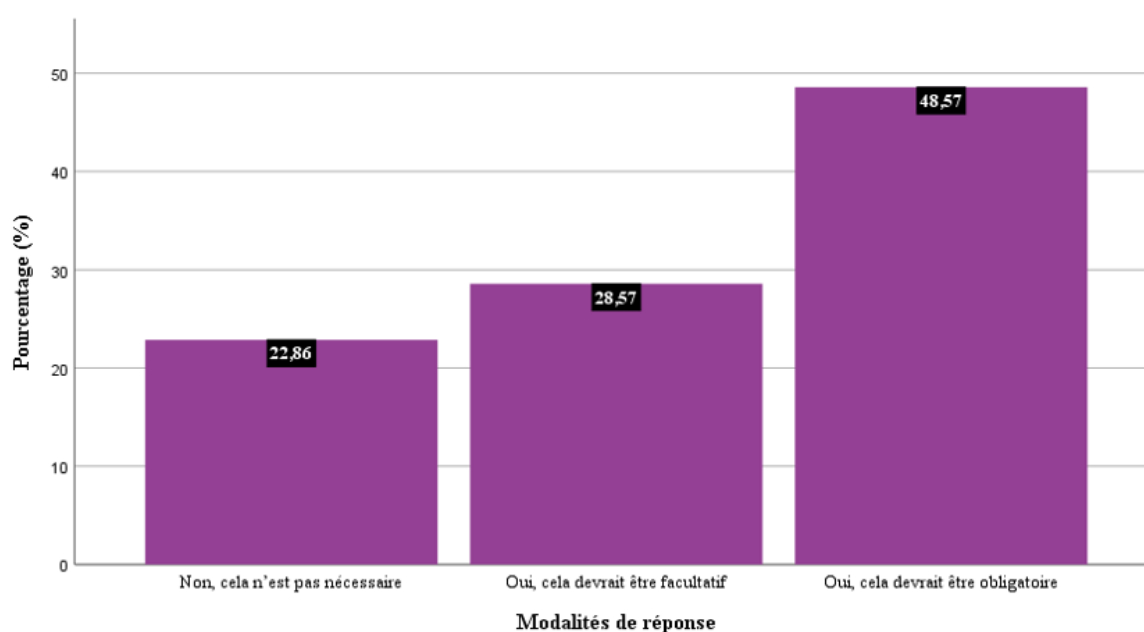


Figure 32: Perception des radiologues concernant l'information des patients sur l'usage de l'IA dans les diagnostics

5.10 Conseils pratiques pour l'intégration de l'IA selon les radiologues

Les radiologues formulent des recommandations concrètes et multidimensionnelles pour favoriser l'intégration de l'IA. La formation du personnel (radiologues et manipulateurs) et la sensibilisation dominent, via des séminaires, colloques, tables rondes et vidéos capsules pour démontrer les avantages de l'IA auprès des collaborateurs et responsables.

D'autres priorités pratiques émergent : mise à jour de la législation médicale, réduction des coûts, mise à disposition de logiciels adaptés et automatisation des comptes rendus. Ils insistent sur une intégration régulière de l'IA comme outil facilitateur (calcul de scores, prédictivité accrue) et non comme substitut au radiologue, avec une sensibilisation de la population en complément.



DISCUSSION



I. Données démographiques et professionnelles

1. Données démographiques

Notre étude a mis en évidence une répartition par sexe globalement équilibrée, reflétant la diversité de la radiologie marocaine. Cette hétérogénéité s'explique par les facteurs d'attractivité de la spécialité : polyvalence diagnostique, intérêt intellectuel pour l'imagerie complexe, qualité de vie professionnelle et sécurité d'emploi, qui attirent des profils variés aux attentes complémentaires (32).

L'âge moyen de nos répondants est estimé à 39 ans, reflétant la diversité du profil des participants, incluant des radiologues spécialistes et des résidents en formation. Ce qui est cohérent avec les données démographiques rapportées dans la littérature, où l'âge moyen varie autour de 46 ans (12). Cette tranche d'âge est souvent associée à une expérience professionnelle significative, tout en restant ouverte aux innovations.

2. Données Professionnelles

En ce qui concerne la répartition entre le secteur public (71 %) et le secteur privé (26 %), elle dépend de plusieurs facteurs, tels que la concentration des équipements d'imagerie lourde (IRM, scanners) dans les CHU, l'accès privilégié aux formations spécialisées (DNS) et la stabilité statutaire offerte par la fonction publique. Cette dynamique sectorielle reste contextuelle et dépend des particularités de chaque système de santé dans un pays donné.

En termes d'expérience professionnelle, notre étude met en évidence une population de radiologues globalement jeunes, avec une prédominance des praticiens en début et en milieu de carrière. Les radiologues ayant moins de 10 ans d'expérience représentent plus de la moitié de l'effectif (57,14 %), ce qui suggère un corps professionnel en phase de renouvellement, marqué par l'arrivée récente de nouvelles générations de spécialistes. À l'inverse, la proportion plus faible de professionnels ayant plus de 20 ans d'exercice (17,14 %) témoigne d'une représentation limitée des professionnels les plus expérimentés, dont l'expertise clinique et le recul professionnel constituent pourtant un apport majeur. Cette diversité d'expérience offre des avantages réels, en permettant de confronter des pratiques et

des perspectives issues de différents stades de carrière. Elle favorise ainsi un échange entre générations, où les radiologues les plus jeunes apportent une vision à jour de la formation et des organisations, tandis que les plus anciens contribuent par leur expertise clinique et leur connaissance historique de l'évolution de la discipline (33).

3. Connaissance de l'IA

Mon étude met en évidence un niveau de familiarité globalement modéré des radiologues avec l'IA, dominé par des profils se situant entre une connaissance superficielle (47 %) et intermédiaire (38 %). En revanche, seule une minorité se considère « très familière » (6 %), tandis que 9 % des répondants déclarent ne pas être du tout familiers avec l'IA. Ces résultats suggèrent que, malgré la place croissante de l'IA en radiologie, son appropriation par les professionnels demeure encore limitée et hétérogène. Ces constats sont cohérents avec les données de la littérature récente, qui souligne de manière convergente que la connaissance et l'usage de l'IA par les radiologues restent partiels et en décalage avec le développement rapide des solutions disponibles (34).

Lors de l'analyse des données recueillies auprès de notre cohorte de radiologues, on observe que la grande majorité n'a pas bénéficié de formation en IA au cours de son cursus (91,43 %), ce qui traduit un déficit marqué de formation structurée dans ce domaine au sein de notre population étudiée. Ce manque de formation institutionnalisée contribue à une compréhension partielle des principes de fonctionnement, des limites et des biais potentiels des algorithmes d'IA (35), ainsi qu'à l'insuffisance des compétences critiques nécessaires pour évaluer et superviser ces outils, ce qui peut entraîner une confiance excessive ou, au contraire, une méfiance injustifiée, susceptibles d'altérer la qualité de la prise de décision clinique (36). À cet égard, la proportion très faible de radiologues ayant bénéficié d'une formation professionnelle continue (5,71 %) ou universitaire (2,86 %) en IA apparaît particulièrement préoccupante, car elle limite la capacité du corps professionnel à accompagner de manière éclairée l'intégration croissante de ces technologies en radiologie.

II. L'utilisation des outils de l'IA dans la pratique des radiologues

1. Fréquence d'utilisation de l'IA

La distribution des fréquences d'utilisation de l'IA observée dans notre échantillon met en évidence un niveau d'adoption encore modéré, dominé par des usages occasionnels (40,00 %) et rares (37,14 %), tandis qu'une proportion limitée de radiologues rapporte une utilisation régulière (11,43 %). Ce cadre suggère que l'IA reste, pour la majorité, un soutien ponctuel plutôt qu'un composant intégré de manière systématique au flux de travail radiologique.

Ces résultats s'inscrivent dans la continuité des données rapportées dans la littérature internationale, qui soulignent un décalage persistant entre la dynamique de développement technologique et l'appropriation clinique effective des solutions d'IA. Malgré la multiplication des applications validées sur le plan technique, leur diffusion en pratique courante reste conditionnée par de multiples facteurs, incluant la maturité numérique des établissements, la compatibilité des infrastructures, la formation des professionnels, ainsi que les cadres réglementaires et médico-légaux (37-39).

Dans cette perspective, le profil d'utilisation observé reflète une phase transitoire d'appropriation progressive, caractéristique des innovations numériques complexes, au cours de laquelle les usages demeurent exploratoires, ciblés et fortement dépendants du contexte institutionnel.

2. Types d'examens intégrant l'IA dans la pratique radiologique

Dans cette enquête la tomodensitométrie (TDM) constitue la principale modalité d'imagerie pour laquelle les radiologues déclarent utiliser des outils d'IA, avec 68,6 % des répondants. Cette prédominance du scanner s'explique notamment par le haut degré de standardisation des protocoles d'acquisition, ainsi que par la disponibilité de vastes bases de données structurées, favorables au développement et à l'implémentation d'algorithmes d'IA (40). Par ailleurs, les applications cliniques actuellement les plus avancées concernent principalement l'imagerie thoracique, neurologique et oncologique, domaines largement

explorés en TDM (38), renforçant ainsi le rôle central de cette modalité dans l'intégration de l'IA en pratique radiologique.

L'IRM, seconde modalité la plus concernée dans notre étude (28,6 %), est identifiée comme un champ d'application majeur de l'IA, mais son adoption reste plus modérée en raison de la variabilité des protocoles, de la complexité des séquences et du temps de traitement plus long (39).

La radiographie standard (20,0 %) connaît une adoption progressive, mais encore partielle, des outils d'IA ; principalement utilisés dans la détection automatisée des anomalies thoraciques, osseuses et traumatologiques (37,38). Néanmoins, la variabilité de la qualité des clichés, les biais algorithmiques potentiels et les exigences élevées de validation clinique constituent encore des freins à une diffusion plus large (39).

À l'inverse, l'intégration de l'IA reste faible en échographie (11,4 %) et en mammographie (5,7 %), malgré un potentiel reconnu. Cette sous-utilisation s'explique par des contraintes spécifiques à chaque modalité (37). En échographie, la forte dépendance à l'opérateur et la variabilité inter-observateur limitent la standardisation des données, condition pourtant essentielle au développement d'algorithmes robustes. En mammographie, les exigences élevées en matière de performance diagnostique, les enjeux médico-légaux et la nécessité d'une précision quasi parfaite constituent des freins majeurs à l'adoption clinique de l'IA. Par ailleurs, la complexité de l'annotation des images, la rareté de bases de données multicentriques de grande ampleur et les difficultés de généralisation des modèles contribuent à ralentir le déploiement de l'IA dans ces modalités, malgré leurs perspectives prometteuses (39).

Enfin, la proportion notable de radiologues déclarant une absence totale d'utilisation de l'IA ou un recours exclusif au raisonnement clinique (17,1 %) met en évidence le caractère encore incomplet et hétérogène de l'implémentation de ces technologies, probablement lié au manque d'infrastructures adaptées, à l'insuffisance de formation, à une certaine résistance au changement ainsi qu'à des incertitudes d'ordre réglementaire, particulièrement marquées dans les contextes à ressources limitées (38). Ces éléments soulignent la nécessité d'un

accompagnement humain, pédagogique et institutionnel afin de favoriser une adoption plus large, structurée et durable de l'IA en pratique radiologique (37).

3. Domaines d'application et niveau d'intégration

L'aide au diagnostic constitue le principal champ d'utilisation de l'IA, rapportée par 65,71 % des participants et associée au score moyen le plus élevé ($M = 2,37$). Cette prédominance s'accompagne toutefois d'un niveau d'intégration globale encore modéré, comme en témoignent les scores moyens relativement faibles observés sur l'échelle de Likert (1,68–2,37). Indiquant que l'IA reste essentiellement utilisée de manière ponctuelle et ciblée. Les données recueillies confirment le positionnement actuel de l'IA comme outil d'aide à la décision clinique, destiné à soutenir le radiologue dans la détection des anomalies, à réduire le risque d'erreurs et à optimiser la priorisation des examens, plutôt que de servir de dispositif susceptible de se substituer au raisonnement médical. Cette orientation se traduit par une concentration des usages autour des fonctions d'assistance au diagnostic et d'optimisation du flux de travail, notamment via des systèmes de triage, de seconde lecture ou d'aide à la rédaction du compte rendu. Cette observation rejoint nos résultats, notamment la mention par certains répondants de l'aide à la rédaction du compte rendu, confirmant que l'IA est perçue comme un outil d'optimisation du flux de travail plutôt que comme un système décisionnel autonome.

Dans cette continuité, l'analyse et l'interprétation des images (34,29 %, $M = 1,94$) traduisent une évolution progressive du rôle du radiologue vers une fonction de supervision clinique des algorithmes, avec une focalisation accrue sur l'interprétation, la validation des résultats et la prise de décision finale (41). Cette reconfiguration des responsabilités professionnelles pourrait expliquer pourquoi l'analyse et l'interprétation des images figurent parmi les domaines les plus intégrés dans notre échantillon.

Les applications prédictives (25,71 %) témoignent d'un intérêt croissant pour des usages à visée pronostique. En revanche, les domaines plus complexes, tels que la planification thérapeutique (5,71 %) et l'automatisation globale des tâches ($M = 1,68$), restent marginalement intégrés. Cette gradation reflète les limites technologiques et

organisationnelles actuelles, notamment la dépendance à des bases de données annotées de grande ampleur, les difficultés de généralisation des modèles et la persistance de biais algorithmiques (39). Ces contraintes freinent le déploiement de solutions décisionnelles ou organisationnelles plus avancées, ce qui pourrait expliquer la faible adoption observée pour ces applications au sein de notre population.

Dans le prolongement de cette hiérarchisation des usages, la détection précoce des pathologies apparaît également faiblement intégrée comme en témoigne le score moyen bas observé ($M = 1,69$), malgré son potentiel démontré. Cette faible intégration observée suggère l'existence de freins majeurs à l'implémentation clinique de ces outils, alors même que l'IA est capable d'identifier précocement de nombreuses pathologies, en particulier les cancers, les maladies cardiovasculaires et les troubles neurologiques. En combinant des données multimodales, incluant l'imagerie médicale, les antécédents cliniques et les paramètres biologiques, afin de détecter des anomalies subtiles à des stades très précoces, souvent imperceptibles à l'œil humain. Ces capacités offrent des perspectives considérables en matière de dépistage, de prévention et d'amélioration du pronostic, en permettant des interventions thérapeutiques plus rapides et ciblées (42).

L'ensemble de ces résultats met en évidence une hétérogénéité importante des pratiques, illustrée par la dispersion des scores et les écarts-types élevés. Cette variabilité semble étroitement liée aux différences de maturité institutionnelle, d'accès aux infrastructures technologiques, de formation professionnelle et de conditions organisationnelles, confirmant le caractère encore non homogène de l'intégration de l'IA en radiologie (37,39).

En somme, nos résultats confirment que l'IA est actuellement mobilisée pour soutenir le diagnostic et améliorer l'efficacité clinique, tandis que les applications plus avancées, telles que la planification thérapeutique et l'automatisation globale, demeurent limitées.

III. Perceptions et impacts de l'IA

1. Impact perçu de l'IA sur le processus décisionnel selon l'expérience

La perception de l'impact de l'IA sur la prise de décision semble varier selon l'ancienneté professionnelle. Les radiologues les plus expérimentés rapportent plus fréquemment une influence de l'IA sur leur prise de décision, le plus souvent qualifiée de légère (83,3 %). Cette observation rejoint les données de la littérature, qui indiquent que l'accumulation de l'expérience clinique favorise l'identification de la valeur ajoutée cognitive des outils d'aide à la décision (38,43).

Dans cette continuité, l'IA est principalement mobilisée comme un support complémentaire au raisonnement clinique, contribuant à l'orientation diagnostique, à l'élargissement des diagnostics différentiels, à la recherche de cas similaires et à l'analyse de situations complexes ou rares. Cette configuration traduit une utilisation ciblée, visant davantage l'optimisation du processus décisionnel que sa substitution (44).

À l'inverse, nos résultats montrent que les radiologues les moins expérimentés rapportent majoritairement une influence faible, voire inexistante de l'IA sur leur raisonnement clinique (50-70 %). Cette faible utilisation s'inscrit dans une attitude plus prudente et critique à l'égard des algorithmes (43), ainsi qu'une volonté de consolider les compétences diagnostiques personnelles (37). Dans cette phase d'apprentissage, ces praticiens tendent à privilégier leur propre raisonnement clinique plutôt que de recourir à des systèmes automatisés, afin de développer progressivement leur expertise, leur confiance et leur autonomie professionnelle.

Toutefois, l'analyse inférentielle n'a pas mis en évidence de relation statistiquement significative entre l'expérience professionnelle et la modification perçue du processus décisionnel induite par l'IA ($\chi^2 = 6,698$; ddl = 6 ; $p = 0,350$). Cela souligne que l'adoption de l'IA en radiologie repose sur une dynamique complexe, impliquant simultanément des facteurs technologiques (39), organisationnels (37,38), pédagogiques et culturels (45).

2. Impact de l'IA sur la relation radiologue-patient

La majorité des radiologues de notre échantillon (94 %) ne rapportent pas de modification significative de leur relation avec les patients suite à l'introduction de l'IA. Ces outils sont principalement intégrés aux processus techniques et interprétatifs, plutôt qu'à l'interaction clinique directe (43). Ainsi, l'IA est utilisée comme un outil d'optimisation du flux de travail, sans effet notable sur la communication avec les patients (45).

Par ailleurs, une faible proportion de répondants (3 %) perçoit l'IA comme un facteur susceptible de modifier la relation radiologue-patient, principalement par l'amélioration de la précision diagnostique, l'optimisation du temps d'examen et le renforcement de la fiabilité des interprétations (38). Elle reflète des gains organisationnels libérant du temps médical, sans que cela ne se traduise de manière systématique par une modification perceptible de la relation soignant-patient (46).

Bien que l'impact de l'IA sur la relation radiologue-patient soit globalement perçu comme limité, une faible proportion de radiologues (3 %) rapporte une possible complexification de cette relation. Cette perception est principalement liée à une réduction des interactions directes entre le radiologue et le patient, renforçant le caractère indirect de la pratique radiologique et limitant les occasions d'échange clinique. Par ailleurs, la faible explicabilité de certains modèles algorithmiques, notamment ceux reposant sur l'apprentissage profond, peut rendre plus difficile la transmission des informations au patient. L'opacité de ces systèmes est susceptible de restreindre la capacité du radiologue à expliciter les résultats, avec un effet potentiel sur la clarté de la communication et la relation de confiance (47).

Dans cette perspective, l'effet réel de l'IA sur la relation radiologue-patient dépend étroitement des modalités d'intégration de ces outils dans les pratiques cliniques, ainsi que du maintien d'une communication centrée sur le patient. L'IA apparaît ainsi davantage comme un médiateur indirect que comme un substitut de la relation humaine, à condition que son usage s'inscrive dans un cadre organisationnel et éthique clairement défini (39).

3. Effets perçus de l'IA sur la charge de travail

La relation entre la fréquence d'utilisation de l'IA et la perception de la réduction de la charge de travail apparaît non linéaire au sein de notre échantillon. Les radiologues ayant un usage occasionnel de l'IA perçoivent une réduction significative de leur charge de travail (75 %). À l'inverse, les utilisateurs réguliers rapportent une réduction légère (12,5 %) ou inexistante (13,33 %). Les bénéfices perçus semblent principalement associés à des usages ciblés et circonscrits, tels que le triage des examens, la détection automatisée d'anomalies ou la priorisation des cas urgents, situations dans lesquelles l'IA peut réduire ponctuellement le temps d'interprétation et la charge cognitive (38). En revanche, une utilisation continue dans les flux de travail s'accompagne de tâches supplémentaires de supervision, de validation des résultats et de gestion des alertes, qui risquent d'accroître la charge cognitive (37). Ces bénéfices semblent plus marqués lors d'usages limités ou lors des phases initiales d'implémentation, puis tendent à se stabiliser avec la généralisation de l'utilisation (43).

Par ailleurs, les radiologues ayant une utilisation rare ou nulle de l'IA déclarent principalement une absence ou une faible atténuation de leur charge de travail. Ce constat suggère que l'IA contribue à atténuer partiellement la surcharge de travail, notamment dans les contextes de pénurie de radiologues, mais que cet effet demeure conditionné par l'acceptabilité des outils, leur ergonomie et leur degré d'intégration organisationnelle (46). L'absence de ces conditions peut limiter l'impact opérationnel des solutions déployées, ce qui pourrait expliquer le bénéfice limité, voire nul, rapporté par ces utilisateurs.

Dans l'ensemble, la réduction de la charge de travail apparaît conditionnée par la maturité des solutions déployées, leur acceptabilité et les modalités d'intégration dans les flux cliniques, soulignant que l'IA, à elle seule, ne constitue pas un levier suffisant pour diminuer durablement la charge de travail sans adaptation organisationnelle concomitante (44).

4. Effets perçus de l'IA sur l'expertise professionnelle

La majorité des radiologues perçoivent l'IA comme un facteur de soutien et de renforcement de leur expertise professionnelle, 60,0 % des répondants estimant qu'elle

contribue positivement à la qualité de leur pratique. Cette perception met en avant l'IA comme un outil d'aide à la décision susceptible d'améliorer la précision diagnostique et l'efficacité du raisonnement clinique, sans remise en cause directe du rôle du radiologue (45). Elle est ainsi perçue comme un complément aux compétences humaines, contribuant à la standardisation, à la reproductibilité et à la qualité de l'interprétation des images (43).

Une proportion plus faible de répondants, proche d'un quart, évoque une possible dépendance accrue aux systèmes automatisés. Cette perception est associée à la délégation de certaines tâches cognitives et à une utilisation plus fréquente des outils algorithmiques, notamment dans des environnements fortement numérisés. Cet effet apparaît conditionné par les modalités d'implémentation, le niveau de formation et le maintien d'une supervision humaine (37,39).

Par ailleurs, 14,29 % des participants mentionnent un risque d'affaiblissement de certaines compétences cliniques. Cette crainte s'appuie sur l'hypothèse d'une réduction de l'analyse critique en cas d'automatisation excessive, soulignant l'importance de dispositifs pédagogiques visant à préserver et renforcer les compétences fondamentales en radiologie (38,41).

Dans ce contexte, un usage raisonné et encadré de l'IA s'impose, intégrant des stratégies de formation continue et de maintien des compétences, afin de préserver l'équilibre entre assistance technologique et autonomie professionnelle. Cette approche vise à positionner l'IA comme un outil d'augmentation cognitive plutôt que comme un substitut de l'expertise humaine.

5. Perception de l'impact de l'IA sur la profession de radiologue

Les résultats de notre étude mettent en évidence une perception globalement homogène du rôle de l'IA, indépendamment de l'ancienneté professionnelle. La moitié des radiologues ayant moins de cinq ans d'expérience (50 %) et les deux tiers de ceux exerçant depuis plus de vingt ans (66,7 %) considèrent l'IA comme un outil d'assistance. Aucun répondant ne l'identifie comme un dispositif susceptible de se substituer au radiologue (0 %), quel que soit le niveau d'expérience. Ces observations convergent vers une représentation

stable de l'IA comme support à la décision, intégrée au processus diagnostique sans remise en cause du jugement clinique (43).

Dans ce contexte, la perspective d'un remplacement du radiologue par l'IA apparaît marginale. Les usages actuellement rapportés s'inscrivent principalement dans une logique d'augmentation des performances professionnelles (45), telles que la précision diagnostique, la rapidité d'interprétation et la fiabilité des analyses, sans remise en cause du rôle central du radiologue (43). Cette orientation correspond aux modalités d'implémentation observées en pratique clinique, où les applications déployées visent prioritairement l'assistance et l'optimisation des tâches plutôt que l'automatisation complète de l'acte médical (38).

Concernant l'évolution des effectifs, plus de la moitié des radiologues interrogés (51,43 %) ne prévoit pas de diminution significative du nombre de professionnels liée à l'introduction de ces technologies. Cette position s'explique par la perception dominante de l'IA comme outil de soutien à l'activité clinique et d'optimisation du flux de travail, sans effet direct attendu sur le volume global des ressources humaines (43,45).

Par ailleurs, 34,29 % des répondants envisagent une augmentation du nombre de radiologues spécialisés. Cette anticipation est associée à l'émergence de nouvelles compétences, notamment en analyse de données, en supervision des algorithmes et en ingénierie clinique, en lien avec l'intégration progressive de l'IA (37,38). L'évolution technologique semble ainsi s'accompagner d'une transformation qualitative des profils professionnels plutôt que d'une réduction quantitative des postes.

À l'inverse, une minorité de participants (20 %) évoque la possibilité d'une contraction des effectifs, en lien avec l'automatisation de certaines tâches et une rationalisation potentielle des ressources, en particulier dans des contextes de contraintes économiques (45).

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que l'IA est principalement perçue comme un instrument d'amélioration de l'efficacité et de la capacité de prise en charge. L'hypothèse d'un remplacement structurel du radiologue apparaît peu soutenue, au profit d'une intégration progressive visant le renforcement des pratiques existantes et l'adaptation des compétences professionnelles.

IV. Défis et préoccupations liées à l'intégration de l'IA en radiologie

1. Principales préoccupations liées à l'IA en radiologie

Les résultats de notre étude identifient les erreurs et les risques diagnostiques (77,14 %) comme la principale préoccupation associée à l'intégration clinique de l'IA en radiologie. Les algorithmes peuvent présenter des erreurs systématiques, des biais de sélection, une variabilité de performance entre populations et des limites liées aux données d'entraînement, susceptibles d'affecter leur fiabilité en conditions réelles d'utilisation (48,49). La gestion de ces erreurs et de leurs conséquences cliniques constitue un enjeu important, en particulier dans des contextes sensibles tels que le dépistage oncologique, où les faux négatifs et les faux positifs peuvent avoir des répercussions cliniques significatives (50,51).

La crainte d'une dépendance excessive aux outils d'IA est également largement rapportée (74,29 %). Elle reflète la perception d'un risque potentiel de délégation progressive de certaines tâches cognitives, susceptible d'influencer les modalités du raisonnement clinique et la vigilance diagnostique (52-54).

Les questions relatives à la sécurité et à la confidentialité des données constituent une autre préoccupation majeure, mentionnée par plus de la moitié des participants (54,29 %). Ces inquiétudes concernent principalement l'utilisation de bases de données médicales de grande ampleur pour l'entraînement et la validation des modèles qui expose à des risques de violation de la vie privée, de cyberattaques et d'usage inapproprié d'informations sensibles (48,52,55).

À l'inverse, la perte de contrôle décisionnel et la crainte d'un remplacement du radiologue par l'IA sont moins évoquées (28,57 %), suggérant que l'IA est principalement perçue comme un outil d'assistance visant à soutenir la performance humaine, sans remise en cause du rôle central du radiologue dans la supervision clinique, l'interprétation finale et la responsabilité médicale (49).

2. Obstacles opérationnels à l'intégration clinique de l'IA

2.1 Contraintes liées aux compétences et à la formation des radiologues

Le principal obstacle rapporté par les radiologues pour l'intégration de l'IA est le manque de formation spécifique, mentionné par 85,7 % des répondants. Cette insuffisance concerne à la fois la compréhension des principes fondamentaux de l'IA, l'interprétation des résultats produits et l'évaluation critique des performances des algorithmes. L'absence de programmes pédagogiques structurés, intégrés à la formation initiale et continue, apparaît ainsi comme un facteur limitant l'appropriation de ces outils (49,56).

2.2 Contraintes techniques et organisationnelles

Les difficultés techniques et le temps nécessaire à la vérification des résultats, chacun cité par 42,9 % des participants, sont des freins importants à l'intégration de l'IA dans la pratique quotidienne. L'intégration de ces algorithmes dans les flux cliniques implique des contraintes supplémentaires, notamment en matière d'ajustements des flux de travail, de la gestion de nouvelles interfaces, de la validation des sorties algorithmiques et le contrôle systématique des résultats peut générer encore une charge cognitive additionnelle et réduire les gains d'efficacité attendus (51,54).

L'incompatibilité avec les systèmes informatiques existants est également rapportée par 37,1 % des répondants. Cette contrainte reflète la complexité des environnements informatiques hospitaliers, souvent caractérisés par une hétérogénéité des infrastructures et une interopérabilité limitée entre les logiciels de PACS, de RIS et de dossiers médicaux électroniques (48,52).

Par ailleurs, la complexité d'interprétation des résultats générés par l'IA est mentionnée par 22,9 % des participants. Cette difficulté est liée aux limites d'explicabilité de certains modèles, en particulier ceux reposant sur l'apprentissage profond, ce qui peut réduire la compréhension des mécanismes décisionnels et compliquer la justification clinique des résultats (55,56).

2.3 Contraintes économiques et institutionnelles

Les difficultés classées comme « autres » (8,6 %) concernent principalement le coût des solutions d'IA, les exigences en matière de sécurité des données. Les coûts d'acquisition, de maintenance et de mise à jour, ainsi que les contraintes liées à la cybersécurité et à la gouvernance des données, apparaissent comme des éléments influençant l'adoption institutionnelle (50,52).

3. Enjeux éthiques et juridiques associés à l'autonomie de l'IA

3.1 Limites perçues de l'autonomie décisionnelle

L'analyse qualitative des réponses ouvertes met en évidence des préoccupations relatives à un usage inapproprié de certains outils d'IA générative, tels que ChatGPT en particulier chez les jeunes praticiens pour la rédaction de comptes rendus médicaux. Cette pratique est perçue comme susceptible d'affecter le développement de l'esprit critique, de l'autonomie cognitive et l'apprentissage clinique, dimensions essentielles dans la formation et la maturation professionnelle des radiologues (56, 57).

Les répondants soulignent également le risque d'erreurs non détectées dans des situations diagnostiques et thérapeutiques complexes ou atypiques, liées aux limites des algorithmes, à leur dépendance aux données d'entraînement et à la variabilité de leurs performances selon les contextes cliniques (48,53). Ces éléments renforcent la nécessité d'une validation clinique rigoureuse et d'une supervision humaine constante.

3.2 Responsabilité médico-légale et imputabilité

Une incertitude importante concerne la responsabilité médico-légale en cas d'erreurs non détectées dans des situations diagnostiques complexes ou atypiques, notamment dans les pathologies rares ou présentant des pièges sémiologiques. Les répondants expriment des interrogations quant à la répartition des responsabilités entre les développeurs, les institutions et les utilisateurs finaux. Cette ambiguïté juridique constitue un facteur de réticence, en particulier dans les situations cliniques à fort enjeu décisionnel (52, 56, 57).

3.3 Acceptabilité professionnelle et impact sur la pratique

La crainte d'un remplacement du radiologue par l'IA est mentionnée de manière marginale. L'IA est majoritairement perçue comme un outil complémentaire, destiné à soutenir

l'expertise humaine. Cette perception s'inscrit dans une logique d'augmentation des capacités cognitives, sans remise en cause du rôle central du radiologue dans la validation des résultats et la prise de décision finale (37,56).

4. Sécurité des données et protection de la confidentialité

Les résultats de notre étude montrent qu'une proportion importante de radiologues exprime une préoccupation quant à la confidentialité des données dans le cadre de l'utilisation de l'IA, avec 42,86 % se déclarant très préoccupés et 40,0 % modérément préoccupés. Ces chiffres témoignent d'une attention soutenue aux enjeux de protection des données personnelles.

L'utilisation de l'IA repose sur le traitement de volumes importants de données médicales sensibles, souvent issues de sources multiples et de systèmes hétérogènes. Cette organisation peut être exposée à des risques de fuites d'informations, de cyberattaques ou d'usages non autorisés (56). Par ailleurs, les infrastructures hospitalières présentent des niveaux variables de maturité en matière de cybersécurité, ce qui renforce les inquiétudes des professionnels quant à la robustesse des dispositifs de protection. Dans ce contexte, les cadres réglementaires, notamment le Règlement général sur la protection des données (RGPD) en Europe et les recommandations multi-sociétés nord-américaines, sont perçus comme essentiels mais parfois complexes à appliquer dans les environnements cliniques réels (54-56).

Par ailleurs, le recours croissant à des solutions cloud, à des approches d'apprentissage fédéré et à des collaborations industrielles implique également des transferts de données hors des établissements de soins. Ces modalités techniques, bien que nécessaires au développement et à la validation des modèles, requièrent des mesures de contrôle spécifiques et contribuent à maintenir une vigilance accrue quant au respect du secret médical et à la traçabilité des accès (50,52).

5. Sécurité des patients et maîtrise du risque clinique

Une proportion importante de radiologues exprime une inquiétude concernant la sécurité des patients liée à l'utilisation de l'IA, avec 51,43 % se déclarant plutôt préoccupés et 25,71 % très préoccupés, soit près de 77 % des répondants. Ces données traduisent une attention soutenue portée aux risques cliniques potentiels associés à l'intégration de ces technologies.

Les enquêtes menées auprès des radiologues européens et nord-américains mettent en évidence que la sécurité des patients constitue l'une des principales préoccupations lors de l'implémentation des systèmes d'IA, notamment en raison des erreurs diagnostiques, des biais algorithmiques et des limites de généralisation des modèles. Ces éléments soulignent la nécessité d'une validation clinique rigoureuse, multicentrique et prospective avant une utilisation à grande échelle (49,53,56).

L'analyse qualitative des réponses ouvertes apporte un éclairage complémentaire sur les mécanismes sous-jacents à ces préoccupations. Les participants mentionnent des risques de fuites d'informations, d'accès non autorisé et d'incertitude quant aux destinataires des données, en particulier dans les environnements reposant sur des infrastructures dématérialisées ou des échanges interinstitutionnels.

6. Principaux obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues

Les préoccupations éthiques et juridiques constituent le principal frein à l'acceptation de l'IA en radiologie, cité par 54,55 % des répondants. Elles portent sur la responsabilité médico-légale, la protection des données personnelles et le respect du secret médical (50,55,57). L'incertitude relative à la répartition des responsabilités en cas d'erreur diagnostique impliquant un algorithme représente un facteur de réticence, en particulier dans les situations cliniques à fort enjeu décisionnel (49,56).

Par ailleurs, 43,18 % des participants mentionnent le manque de transparence des systèmes d'IA. Le caractère peu explicable de certains modèles, notamment ceux reposant sur l'apprentissage profond, limite la compréhension des mécanismes décisionnels (57). Cette

opacité peut compliquer l'intégration de ces outils dans le raisonnement médical, réduire la confiance des utilisateurs et rendre plus difficile la justification des décisions diagnostiques et thérapeutiques.

V. Perspectives et suggestions de l'évolution future de l'IA en radiologie

1. Perception des radiologues sur l'avenir de l'IA

L'IA est identifiée comme un élément structurant de l'évolution future de la radiologie, avec un impact attendu sur l'ensemble du processus, de l'acquisition des images à l'aide à la décision (58). Les résultats de notre étude indiquent que la majorité des radiologues anticipe une intégration significative de l'IA au cours des cinq à dix prochaines années, principalement sous la forme d'un outil complémentaire (51,43 %). Cette perspective s'inscrit dans une logique de collaboration entre l'humain et la machine, centrée sur le maintien du rôle décisionnel du clinicien (59). Les positions des sociétés savantes internationales ACR, l'ESR, RSNA et d'autres convergent dans ce sens, en présentant l'IA comme un outil d'appui visant à améliorer la qualité, la sécurité et l'efficacité des soins, tout en conservant la responsabilité clinique du radiologue (57).

Par ailleurs, 40,00 % des répondants anticipent un rôle majeur de l'IA dans le diagnostic radiologique. Cette proportion est cohérente avec le développement récent des performances techniques des algorithmes et l'augmentation du nombre d'applications validées en pratique clinique, notamment dans les domaines du dépistage, de l'imagerie oncologique et de la radiologie d'urgence (49).

À l'inverse, la proportion de radiologues considérant que l'IA aura un rôle mineur demeure faible. Ces résultats suggèrent une adoption progressive des solutions d'IA en pratique clinique. Malgré la persistance de contraintes techniques, organisationnelles et réglementaires, la dynamique d'intégration apparaît orientée vers une diffusion plus large et structurée de ces outils (53,56).

2. Domaines prioritaires d'application de l'IA

Selon notre étude, le dépistage précoce des maladies constitue le domaine de la radiologie perçu comme bénéficiant le plus des apports potentiels de l'IA (88,6 %), grâce à la capacité des systèmes d'apprentissage profond à repérer les lésions discrètes ou de faible contraste dans plusieurs domaines, notamment en sénologie, en imagerie thoracique et en neuro-imagerie (60). L'IA accroît ainsi de manière mesurable la sensibilité diagnostique dans les programmes de dépistage organisés, tout en préservant une spécificité comparable à celle des radiologues experts (61). Ce champ représente actuellement l'une des applications les plus matures de l'IA en imagerie médicale, en raison de la standardisation des protocoles et de la disponibilité de bases de données massives annotées (56).

L'optimisation des flux de travail et la gestion des dossiers sont mentionnées par 74,3 % des participants. Ces applications ciblent principalement le tri automatisé des examens, la priorisation des cas urgents et l'assistance à la rédaction des comptes rendus (58). Ces fonctionnalités s'intègrent aux processus organisationnels existants et visent à rationaliser certaines tâches répétitives, avec un effet attendu sur l'efficacité clinique et une réduction des délais de prise en charge (49,52).

La formation des radiologues est citée par 51,4 % des répondants et confirmée par l'examen qualitatif où les participants insistent sur la nécessité d'une formation pratique, continue et spécifiquement dédiée à l'IA, intégrée dès le cursus médical et reposant sur des démonstrations concrètes de son utilité clinique. Dans cette perspective les systèmes d'apprentissage assistés par IA facilitent l'acquisition progressive des compétences par la simulation, l'analyse de cas annotés et le retour personnalisé (59). Ces approches contribuent à l'harmonisation des pratiques pédagogiques et au renforcement de l'apprentissage expérientiel, notamment chez les internes et jeunes praticiens (53).

Le diagnostic des pathologies complexes est évoqué par 48,6 % des participants. L'IA y apporte un intérêt notable via l'analyse combinée de données multimodales, l'extraction de caractéristiques quantitatives et la proposition d'hypothèses diagnostiques complémentaires

(48). Ces outils sont utilisés dans une logique d'aide à la décision et nécessitent une interprétation et une validation par le radiologue (37).

3. Compétences nécessaires et souhaitées pour une intégration efficace de l'IA

Les résultats de notre étude indiquent que l'intégration de l'IA en radiologie s'accompagne d'un besoin accru de compétences techniques et méthodologiques. Les compétences en informatique et en programmation sont jugées nécessaires par 80 % des radiologues. Elles comprennent la compréhension des principes algorithmiques, des architectures de réseaux de neurones et des limites techniques des systèmes d'IA (58). Elles sont associées à une utilisation clinique appropriée des outils, à l'interprétation des résultats produits et à l'évaluation de leurs performances (52).

Les compétences en analyse de données sont citées par 71,43 % des répondants. Elles concernent la gestion des bases de données, l'identification des biais potentiels et l'évaluation statistique des performances des modèles. La maîtrise de ces éléments contribue à l'appréciation de la fiabilité des systèmes d'IA en pratique clinique et à leur intégration dans le processus décisionnel (53,60).

Les compétences en gestion des technologies de santé, mentionnées par 62,86 % des participants, renvoient à la compréhension des modalités d'intégration des solutions d'IA dans les systèmes d'information hospitaliers, ainsi qu'aux exigences réglementaires et organisationnelles liées à leur déploiement (55,57).

Concernant les besoins de développement, 77,14 % des radiologues identifient la compréhension du fonctionnement des systèmes d'IA comme une priorité, incluant les mécanismes d'apprentissage automatique et les limites des modèles. Le renforcement des capacités d'interprétation des données et des algorithmes est rapporté par 68,57 % des répondants, en lien avec l'évaluation des performances, la détection des biais et l'analyse des incertitudes (53,60).

Les dimensions éthiques et juridiques sont mentionnées par 48,57 % des participants. Elles portent sur la responsabilité médicale, la protection des données personnelles, la

transparence des algorithmes et la traçabilité des décisions assistées par IA (55, 57). Les besoins relatifs à l'utilisation pratique des outils, à l'évaluation de leur fiabilité et à la veille technologique sont également rapportés, bien que par une proportion plus restreinte (5,71 %), et renvoient à la nécessité d'une formation continue.

Enfin, la proportion limitée de radiologues estimant qu'aucune compétence supplémentaire n'est nécessaire (2,86 %) témoigne d'une large reconnaissance de l'importance d'adapter la formation initiale et continue aux évolutions technologiques (56).

L'ensemble de ces éléments suggère la nécessité d'une structuration des programmes pédagogiques intégrant des compétences techniques, analytiques, organisationnelles, éthiques et réglementaires, afin d'accompagner l'intégration de l'IA en pratique radiologique.

4. Implication des radiologues dans le développement de l'IA

La fourniture de retours d'expérience cliniques est identifiée par 91,4 % des répondants comme le rôle principal des radiologues dans le développement et l'amélioration des systèmes d'IA. Ces retours contribuent à l'identification des limites fonctionnelles, des erreurs récurrentes et des contraintes opérationnelles observées en conditions réelles d'utilisation (52). Leur prise en compte participe à l'ajustement progressif des modèles et à l'amélioration de leurs performances, notamment en termes de robustesse, de généralisabilité et de pertinence diagnostique (48,58).

La participation aux phases de test et de validation, rapportée par 80,0 % des radiologues, est considérée comme une étape préalable à l'implémentation clinique. Ces évaluations visent à vérifier la reproductibilité des performances dans des contextes réels d'exercice (55) et à identifier d'éventuels biais algorithmiques. Les démarches de validation multicentrique, prospective et continue sont décrites comme des modalités adaptées pour apprécier la fiabilité et la sécurité des outils en pratique courante (57).

La collaboration avec les développeurs, mentionnée par 74,3 % des participants, est associée à une conception centrée sur l'utilisateur et à une intégration plus cohérente dans les flux cliniques (59). Cette interaction interdisciplinaire facilite l'adéquation fonctionnelle

des solutions proposées et tient compte des contraintes cliniques, organisationnelles et réglementaires (48).

Dans l'ensemble, les résultats situent le radiologue comme un acteur impliqué à différentes étapes du cycle de vie des systèmes d'IA, depuis la conception et l'évaluation jusqu'au suivi post-déploiement. Cette implication est associée à une mise en œuvre plus structurée des outils et à une utilisation adaptée au contexte clinique (57, 58).

5. Gouvernance éthique et cadres institutionnels pour un usage responsable de l'IA en radiologie

Les résultats montrent que la mise en place d'un comité de suivi dédié à l'IA, soutenue par 80 % des répondants, constitue l'initiative prioritaire pour encadrer l'usage éthique de ces technologies. Cette proposition renvoie à la création de structures de gouvernance multidisciplinaires chargées de superviser l'évaluation, le déploiement et le suivi des outils d'IA en pratique clinique (55). De tels dispositifs sont associés à une meilleure conformité réglementaire, à une surveillance continue de la sécurité des patients et à une plus grande transparence des processus décisionnels (57).

L'élaboration de lignes directrices éthiques et juridiques, mentionnée par 68,6 % des radiologues, s'inscrit dans la continuité des cadres proposés par les sociétés savantes européennes et nord-américaines. Ces référentiels visent à préciser la répartition des responsabilités, à encadrer la protection des données personnelles et à garantir le respect du secret médical (52,57). L'existence de recommandations formalisées est susceptible de favoriser une intégration plus homogène et sécurisée des systèmes d'IA au sein des environnements cliniques (48).

Par ailleurs, 62,9 % des répondants soulignent la nécessité de développer des formations spécifiques en éthique et en réglementation. Cette attente reflète une insuffisance perçue des dispositifs pédagogiques actuels dans ces domaines (53). L'intégration de modules dédiés à l'éthique de l'IA dans la formation initiale et continue est associée à une meilleure compréhension des exigences réglementaires et à un renforcement des capacités d'évaluation critique des outils (59).

Enfin, une proportion plus limitée de participants (2,9 %) évoque la mise en place de mécanismes d'accréditation préalable des logiciels d'IA ou d'autorisation de mise sur le marché. Ces propositions s'apparentent aux procédures appliquées aux dispositifs médicaux et visent à encadrer l'évaluation des performances, de la sécurité et de la traçabilité avant toute diffusion clinique (55, 57).

Dans l'ensemble, ces résultats décrivent une préférence pour une approche structurée reposant sur des dispositifs institutionnels, des cadres normatifs explicites et des actions de formation ciblées, afin d'accompagner un déploiement de l'IA conforme aux exigences éthiques, juridiques et cliniques.

6. Information des patients et exigences de transparence dans l'usage clinique de l'IA

Une proportion de 48,57 % des radiologues estime que l'information des patients sur l'utilisation de l'IA dans le processus diagnostique doit être systématique, 28,57 % la considèrent facultative, et 22,86 % la jugent superflue. Cette répartition révèle une diversité marquée des positions sur le degré de transparence requis pour l'intégration clinique de l'IA.

L'éthique médicale et la gouvernance des technologies numériques associent généralement l'information du patient aux principes d'autonomie et de consentement éclairé, en particulier lorsque des outils algorithmiques interviennent dans la prise de décision (55). La communication sur le rôle de l'IA est décrite comme un moyen de préciser les modalités de prise en charge, de soutenir la confiance et de limiter les interprétations erronées liées à une éventuelle substitution de l'expertise humaine (52,57).

À l'inverse, la mise en œuvre d'une information systématique peut soulever des contraintes pratiques, notamment en termes de compréhension effective par les patients, de charge informationnelle et d'organisation du temps médical (53). Certains radiologues privilégient ainsi une information contextualisée, adaptée au type d'examen et au degré d'implication réel de l'IA dans la décision diagnostique (49).

Dans cette perspective, l'information des patients sur l'usage de l'IA apparaît comme un enjeu d'équilibre entre exigences de transparence, contraintes organisationnelles et considérations cliniques.

7. Implications pratiques et perspectives pour le contexte marocain

L'intégration de l'IA en radiologie au Maroc est envisagée comme une perspective d'évolution du système de santé, susceptible de contribuer à la modernisation des pratiques et à l'amélioration de l'accès aux examens d'imagerie. Cette dynamique s'inscrit toutefois dans un contexte caractérisé par plusieurs contraintes structurelles, notamment un déficit de compétences spécialisées, des infrastructures technologiques limitées et une disponibilité restreinte de données médicales annotées (62). Ces éléments constituent des facteurs limitants pour le développement et le déploiement opérationnel des solutions d'IA et conditionnent, par conséquent, la mise en œuvre effective des applications cliniques.

Dans ce cadre, les recommandations formulées par les radiologues s'orientent vers des mesures pratiques et organisationnelles visant à encadrer l'adoption de ces technologies. Les praticiens rappellent le maintien du rôle central du radiologue dans le processus décisionnel (Figure 31), l'IA étant envisagée comme un outil d'appui aux capacités analytiques, sans remise en cause de l'expertise clinique, du jugement contextuel ni de la responsabilité médico-légale.

7.1 Renforcement prioritaire de la formation des professionnels de santé

La formation constitue le pilier fondamental identifié par les professionnels marocains pour préparer l'écosystème radiologique à l'ère de l'IA.

a) Formation des radiologues

Les radiologues marocains recommandent une approche pédagogique multimodale combinant théorie, pratique et retours d'expérience :

- **Séminaires et colloques académiques** : Ces événements permettent d'introduire les fondements théoriques de l'IA médicale (apprentissage automatique, apprentissage profond, réseaux de neurones convolutifs) et de présenter l'état de l'art des applications en radiologie (48). Les séminaires offrent également

une plateforme d'échange entre radiologues, informaticiens médicaux et chercheurs en IA, favorisant l'interdisciplinarité nécessaire à l'innovation. Au Maroc, ces événements pourraient être organisés en collaboration avec les facultés de médecine (Rabat, Casablanca, Fès, Marrakech...), les Centres Hospitaliers Universitaires et les sociétés savantes nationales (Société Marocaine de Radiologie).

- **Tables rondes interprofessionnelles** : Ces forums de discussion réunissant radiologues, gestionnaires hospitaliers, décideurs institutionnels et industriels permettent d'aborder les enjeux organisationnels, économiques et éthiques de l'IA. Ils constituent un espace privilégié pour démontrer les avantages tangibles de l'IA aux collaborateurs et aux responsables, en présentant des données probantes sur les gains de productivité, l'amélioration de la qualité diagnostique et le retour sur investissement. Ces échanges facilitent la compréhension des enjeux globaux et renforcent l'adhésion collective aux projets d'innovation technologique (49).
- **Vidéos capsules pédagogiques** : Ces contenus courts (5–15 minutes), accessibles en ligne, permettent une formation continue flexible et personnalisée. Les vidéos peuvent couvrir des sujets spécifiques (utilisation d'un logiciel d'IA particulier, interprétation des outputs algorithmiques, gestion des cas limites) et être visionnées à la demande par les professionnels selon leurs besoins et leur rythme d'apprentissage. Ce format est particulièrement adapté au contexte marocain où les radiologues peuvent être géographiquement dispersés et avoir des contraintes de temps importantes.
- **Ateliers pratiques hands-on** : Au-delà de la théorie, les radiologues doivent acquérir une expérience pratique de manipulation des outils d'IA. Des ateliers en petits groupes, avec accès à des plateformes d'IA en conditions réelles, permettent de se familiariser avec les interfaces logicielles, d'apprendre à

interpréter et valider les résultats algorithmiques, et de développer une intuition sur les forces et limites de chaque outil (49).

Une étude européenne a démontré que les programmes de formation combinant théorie, pratique et retours d'expérience améliorent significativement la confiance des radiologues envers les systèmes d'IA et leur capacité à en exploiter le potentiel (63).

b) Formation des manipulateurs en radiologie

L'inclusion des manipulateurs dans les programmes de formation est particulièrement pertinente dans le contexte marocain où ces professionnels jouent un rôle crucial dans l'acquisition des images et la gestion des flux de patients. Leur compréhension des exigences techniques de l'IA (qualité d'image, standardisation des protocoles, métadonnées) est essentielle pour garantir la fiabilité des analyses automatisées (64).

Compétences spécifiques à développer :

- Protocoles d'acquisition optimisés pour l'analyse par IA
- Contrôle qualité des images avant traitement automatisé
- Gestion des cas limites nécessitant une intervention humaine
- Communication avec les radiologues sur les alertes générées par l'IA

7.2 Sensibilisation et gestion du changement

Au-delà de la formation technique, les radiologues marocains soulignent l'importance d'une sensibilisation ciblée auprès de trois publics clés : les collaborateurs hospitaliers, les responsables institutionnels et la population générale.

a) Sensibilisation des collaborateurs et responsables

La réussite de l'intégration de l'IA dépend de l'adhésion de l'ensemble de l'écosystème hospitalier. Cette approche basée sur l'évidence est cruciale pour surmonter les résistances naturelles au changement et les inquiétudes liées à l'automatisation (49,53).

Stratégies de sensibilisation recommandées :

- **Projets pilotes documentés** : Déploiement de l'IA dans des services volontaires avec mesure rigoureuse des impacts (temps de lecture, taux de détection, satisfaction des praticiens). Ces données objectives sont plus convaincantes

que les arguments théoriques pour obtenir le soutien des décideurs et le financement nécessaire au déploiement à grande échelle

- **Communication des résultats** : Diffusion transparente des performances, limites et bénéfices observés
- **Implication des leaders d'opinion** : L'engagement des radiologues seniors et des chefs de service comme ambassadeurs du changement facilite l'acceptation de l'IA par leurs pairs.
- **Démonstrations en conditions réelles** : Les sessions où les décideurs observent l'IA en action sur des cas cliniques réels permettent de concrétiser les bénéfices abstraits.

Dans l'ensemble, l'adoption de ces technologies médicales dépend fortement de la perception de leur valeur ajoutée par les utilisateurs finaux et du soutien institutionnel visible (65).

b) Sensibilisation de la population

L'acceptabilité sociale de l'IA en santé constitue un enjeu souvent sous-estimé. Au Maroc, où la relation médecin-patient repose sur la confiance interpersonnelle et le contact humain, l'introduction d'algorithmes dans le processus diagnostique peut susciter des inquiétudes chez les patients (66).

Les stratégies de communication publique doivent insister sur :

- **Transparence sur le rôle de l'IA** : Expliquer que l'IA assiste le radiologue sans le remplacer, que la décision finale reste humaine et que le médecin conserve l'entière responsabilité de l'interprétation et des recommandations
- **Mise en avant des bénéfices patients** : La communication doit souligner les avantages concrets de l'IA pour les patients : réduction des délais d'attente pour les comptes rendus, détection précoce de pathologies, standardisation de la qualité diagnostique
- **Campagnes d'information** : Utilisation des médias traditionnels et réseaux sociaux pour démystifier l'IA médicale

- **Consentement éclairé** : Développement de processus permettant aux patients de comprendre et accepter l'utilisation de l'IA dans leur parcours de soins

Globalement, la compréhension du rôle réel de l'IA et la transparence quant à ses modalités d'utilisation conditionnent largement la confiance des patients (55).

7.3 Mise à jour du cadre réglementaire et éthique

Les radiologues marocains identifient l'absence d'un cadre juridique adapté comme un frein majeur à l'adoption de l'IA en radiologie. Plusieurs domaines nécessitent une clarification législative urgente pour sécuriser juridiquement les pratiques et protéger à la fois les professionnels et les patients (52).

a) Responsabilité médico-légale

L'Union européenne a mis en place un cadre réglementaire structuré encadrant l'utilisation des technologies médicales intégrant de l'IA, notamment à travers le Règlement relatif aux dispositifs médicaux (MDR 2017/745) et la proposition de règlement sur l'intelligence artificielle (AI Act). Ces textes introduisent des exigences renforcées en matière de sécurité, de performance clinique, de traçabilité, de gestion des risques et de surveillance post-commercialisation des dispositifs d'IA médicale destinés au marché. Ils prévoient également des obligations relatives à la transparence, à l'évaluation continue des algorithmes et à la responsabilité des fabricants et des utilisateurs (67,68).

Dans cette perspective, l'élaboration d'un cadre national pourrait s'appuyer sur ces référentiels, en les adaptant aux spécificités juridiques, organisationnelles et sanitaires du contexte marocain. Une telle approche permettrait d'encadrer le déploiement de l'IA médicale selon des standards de qualité et de sécurité définis, tout en tenant compte des réalités locales en matière d'infrastructures, de ressources humaines et de gouvernance des données.

b) Protection des données et confidentialité

L'utilisation de l'IA en radiologie nécessite l'accès à de grandes quantités de données d'imagerie ; cette dépendance aux données soulève des enjeux majeurs en matière de protection de la vie privée, de sécurité de l'information et de gouvernance des données médicales (52).

Dans le contexte marocain, la loi n°09-08 relative à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel constitue une base juridique importante, mais elle nécessite des décrets d'application spécifiques à l'IA en santé, afin de définir précisément son implémentation en radiologie. Ces textes devraient clarifier les modalités d'anonymisation, de stockage sécurisé, de partage contrôlé et de traçabilité des données d'imagerie, ainsi que les responsabilités juridiques des acteurs impliqués.

7.4 Maîtrise des coûts et accessibilité économique

Les radiologues marocains identifient le coût élevé des solutions d'IA comme une barrière majeure à leur adoption, particulièrement pour les établissements publics aux budgets contraints et les cabinets privés de taille modeste. Cette contrainte financière conduit à envisager l'intégration de l'IA dans une perspective d'évaluation économique structurée, fondée sur des indicateurs tels que la rentabilité, la création de valeur en santé et le retour sur investissement.

Stratégies de réduction des coûts (69):

- ✓ **Négociations groupées et achats centralisés :** Le Ministère de la Santé pourrait coordonner des achats groupés de licences d'IA pour l'ensemble des établissements publics, permettant d'obtenir des tarifs préférentiels grâce aux économies d'échelle.
- ✓ **Modèles de tarification adaptés :** Les modèles de tarification traditionnels (licence perpétuelle avec coût initial élevé) peuvent être prohibitifs pour de nombreux établissements marocains. Des modèles alternatifs plus accessibles incluent : licences en mode Software-as-a-Service (SaaS) avec paiement mensuel ou annuel, tarification basée sur l'utilisation (pay-per-scan).

Adoption des modèles open-source : L'encouragement du développement et de l'adaptation de logiciels d'IA open-source validés cliniquement pourrait réduire significativement les coûts. En s'appuyant sur des architectures publiques (ex. U-Net, ResNet), il devient possible de contourner les licences logicielles coûteuses et de profiter d'une communauté de développeurs pour la maintenance. Le Maroc pourrait investir dans

l'adaptation de ces outils à son contexte spécifique et dans la formation de développeurs nationaux capables de les maintenir et de les améliorer.

- ✓ Partenariats public-privé : Des collaborations avec des entreprises technologiques (startups marocaines ou multinationales) pour des déploiements pilotes subventionnés ou gratuits peuvent permettre de tester les technologies avant un investissement à grande échelle. Ces partenariats peuvent être structurés selon un modèle gagnant-gagnant : l'entreprise obtient des données de validation et des références cliniques, l'établissement bénéficie de la technologie à coût réduit.
- ✓ Financement innovant : La création de fonds dédiés à la transformation numérique de la santé, financés par des sources publiques (budget de l'État, coopération internationale) ou privées (fondations, mécénat), pourrait soutenir l'acquisition d'IA par les établissements qui n'en ont pas les moyens propres.

7.5 Mise à disposition de logiciels adaptés au contexte marocain

L'adaptation des solutions d'IA au contexte spécifique marocain est essentielle pour leur adoption et leur efficacité et nécessite de tenir compte de trois axes : données locales, cadre institutionnel et pratiques cliniques (70).

a) Adaptation linguistique et culturelle

L'adaptation linguistique des logiciels d'IA constitue un préalable à leur intégration dans le système de santé marocain. Les interfaces devraient être disponibles en français et en arabe, principales langues d'usage clinique. Compte tenu de la rédaction fréquente des comptes rendus en français et de la communication avec certains patients en arabe ou en amazigh, des fonctionnalités de génération bilingue seraient utiles pour faciliter la transmission de l'information. Les systèmes de traitement du langage naturel (NLP) devraient également être entraînés sur la terminologie médicale francophone et arabophone locale, afin d'assurer une analyse et une production de comptes rendus adaptées au contexte national.

b) Adaptation épidémiologique

L'entraînement des systèmes d'IA devrait intégrer les spécificités épidémiologiques du contexte marocain. Le spectre des pathologies observées présente en effet des particularités locales, avec une fréquence plus élevée de certaines maladies tropicales ou endémiques, tandis que la prévalence d'autres affections peut différer de celle rapportée dans les pays occidentaux.

Dans cette perspective, la constitution de jeux de données nationaux apparaît nécessaire. La collecte de données cliniques et thérapeutiques locales, incluant notamment les prescriptions, les interactions médicamenteuses et, le cas échéant, des informations biologiques ou génétiques, permettrait d'entraîner des modèles mieux adaptés aux pratiques médicales et aux caractéristiques de la population marocaine.

c) Adaptation technique

Les solutions d'IA devraient être conçues pour s'intégrer de manière compatible aux systèmes PACS et RIS déjà en place au sein des établissements de santé marocains. Cette intégration nécessite des interfaces simples, interopérables et adaptées aux environnements existants.

Par ailleurs, la conception technique des outils devrait tenir compte des capacités parfois limitées des infrastructures informatiques locales, afin de garantir une utilisation stable, sans surcharge des systèmes ni contraintes supplémentaires sur les flux de travail cliniques.



CONCLUSION



L'intelligence artificielle connaît une évolution continue depuis plus d'un demi-siècle ; toutefois, c'est à partir des années 1990, grâce à des avancées technologiques majeures, qu'elle s'est imposée comme l'un des phénomènes structurants de notre époque. Désormais présente dans la plupart des secteurs, tant dans la vie quotidienne que dans les domaines scientifiques spécialisés, elle transforme en profondeur les pratiques professionnelles. En radiologie, l'intégration de technologies telles que le ML, le traitement du langage naturel et les algorithmes prédictifs constitue une mutation significative. L'IA facilite le travail quotidien des radiologues, tout en améliorant les performances diagnostiques et l'organisation des flux de travail. Elle n'est plus envisagée comme un simple outil d'assistance, mais comme un élément structurant qui redéfinit les compétences, les rôles et les processus internes de la profession.

À travers une démarche exploratoire reposant sur une revue de littérature étendue et l'analyse d'un questionnaire administré auprès de radiologues, ce travail a apporté un éclairage conceptuel sur les apports et les limites de l'IA appliquée à la radiologie. Les résultats suggèrent qu'une exploitation appropriée de ces technologies est susceptible d'améliorer de manière notable la précision diagnostique et l'efficacité organisationnelle.

L'étude met également en évidence que l'acceptation de l'IA par les radiologues marocains demeure conditionnée par la levée de plusieurs obstacles, notamment le manque de formation spécialisée, les préoccupations éthiques et juridiques, ainsi que le coût des infrastructures. Dans cette perspective, la mise en place d'une gouvernance transparente et de programmes de formation structurés apparaît essentielle pour favoriser une adoption éclairée. En définitive, l'avenir de la radiologie semble s'inscrire dans une collaboration complémentaire entre l'expertise humaine et les capacités analytiques de l'IA, visant à garantir une prise en charge des patients à la fois optimale et sécurisée.



RESUMÉS



Résumé

Introduction : À l'ère de la transformation numérique des systèmes de santé, l'intelligence artificielle (IA) s'impose comme un levier majeur d'innovation en radiologie. L'essor du ML et du DL permet aujourd'hui l'analyse automatisée de volumes massifs de données d'imagerie, ouvrant la voie à une amélioration potentielle de la précision diagnostique, de l'efficacité des flux de travail et de la qualité des soins.

Notre étude vise à analyser l'impact réel de l'IA sur l'exercice professionnel des radiologues, en explorant leur niveau de connaissance, leurs usages actuels, leurs perceptions, ainsi que les défis éthiques, organisationnels et médico-légaux associés à son intégration dans la pratique quotidienne.

Matériels et méthodes : L'étude est de type descriptif transversal basée sur un questionnaire dont la population cible est constituée de résidents et de spécialistes en radiologie. Notre échantillon comprend 35 radiologues.

Résultats : notre étude révèle que, bien que la connaissance théorique de l'IA soit présente, son intégration dans la pratique quotidienne demeure encore modérée. Les résultats montrent que l'aide au diagnostic constitue le principal champ d'application de l'IA (65,71 %), notamment en scanner (68,6 %) et en IRM (28,6 %), tandis que son utilisation régulière reste limitée, ne concernant que 11,43 % des répondants. Par ailleurs, plus de la moitié des radiologues (51,43 %) perçoivent l'IA comme un outil complémentaire, soulignant son rôle de soutien dans le renforcement de la précision diagnostique et l'optimisation du flux de travail.

Cependant, plusieurs défis persistent. Le manque de formation spécifique est identifié comme le principal obstacle (85,7 %), suivi des préoccupations liées aux risques d'erreurs diagnostiques (77,14 %), à la dépendance technologique (74,29 %) et aux enjeux de confidentialité des données (54,29 %). Ces résultats traduisent l'existence d'inquiétudes éthiques et médico-légales significatives, qui conditionnent l'acceptabilité et l'intégration de ces outils dans la pratique clinique.

Les perspectives dégagées par cette étude confirment que l'avenir de la radiologie ne réside pas dans le remplacement du radiologue, mais dans l'émergence d'un modèle collaboratif homme-machine, où l'IA agit comme un outil d'assistance avancé. Ainsi, la redéfinition des compétences radiologiques s'impose comme un enjeu central, orientant la profession vers un rôle accru de supervision, d'interprétation experte et de décision clinique intégrée.

Conclusion : L'avenir de l'IA en radiologie dépendra de sa mise en œuvre responsable, progressive et contextualisée, dans le respect des exigences éthiques et scientifiques de la pratique médicale. La consolidation de la formation initiale et continue, ainsi que l'adaptation du cadre réglementaire aux spécificités du contexte marocain, constitue des leviers essentiels pour garantir une intégration éthique, sécurisée et durable de ces technologies, tout en préservant la primauté de l'expertise humaine au cœur de la décision clinique.

Abstract

Introduction: In the era of digital transformation of healthcare systems, artificial intelligence (AI) has emerged as a major driver of innovation in radiology. The rapid advancement of machine learning (ML) and deep learning (DL) now enables the automated analysis of vast volumes of imaging data, paving the way for potential improvements in diagnostic accuracy, workflow efficiency, and overall quality of care.

This study aims to examine the actual impact of AI on the professional practice of radiologists by exploring their level of knowledge, current usage patterns, perceptions, and the ethical, organizational, and medicolegal challenges associated with its integration into daily clinical practice.

Materials and Methods: This is a cross-sectional descriptive study using a structured questionnaire targeting radiology residents and specialists. The study sample comprises 35 radiologists.

Results: The study reveals that although practitioners have theoretical knowledge of AI, its integration into daily clinical practice remains moderate. The findings indicate that diagnostic assistance represents the primary field of AI application (65.71%), particularly in computed tomography (CT) (68.6%) and magnetic resonance imaging (MRI) (28.6%), while regular utilization remains limited to only 11.43% of respondents. Furthermore, more than half of the radiologists surveyed (51.43%) perceive AI as a complementary tool, emphasizing its supportive role in enhancing diagnostic accuracy and optimizing clinical workflow.

Nevertheless, several challenges persist. The lack of specific training is identified as the primary barrier (85.7%), followed by concerns regarding the risk of diagnostic errors (77.14%), technological dependency (74.29%), and data privacy issues (54.29%). These findings reflect significant ethical and medicolegal concerns that condition the acceptability and integration of these tools within clinical practice.

The perspectives drawn from this study confirm that the future of radiology does not lie in replacing the radiologist, but rather in the emergence of a collaborative human-machine model in which AI functions as an advanced assistive tool. Accordingly, the redefinition of radiological competencies emerges as a central challenge, orienting the profession toward an enhanced role in supervision, expert interpretation, and integrated clinical decision-making.

Conclusion: The future of AI in radiology will depend on its responsible, progressive, and contextually appropriate implementation, in accordance with the ethical and scientific standards of medical practice. The consolidation of both undergraduate and continuing

medical education, together with the adaptation of the regulatory framework to the specificities of the Moroccan context, constitute essential levers for ensuring an ethical, secure, and sustainable integration of these technologies, while preserving the primacy of human expertise at the core of clinical decision-making.

ملخص

المقدمة: في ظل الثورة الرقمية التي تشهدها أنظمة الرعاية الصحية، بات الذكاء الاصطناعي يشكل ركيزة محورية للابتكار في مجال الأشعة التشخيصية. وقد أتاح التطور المتسارع لتقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق إجراء تحليل آلي لكميات هائلة من بيانات التصوير الطبي، مما يفتح آفاقاً واسعة لتحسين الدقة التشخيصية، وكفاءة سير العمل السريري، وجودة الرعاية المقدمة للمرضى.

تهدف هذه الدراسة الى تحليل الأثر الفعلي للذكاء الاصطناعي على الممارسة المهنية لأطباء الأشعة، من خلال استكشاف مستوى معارفهم، وأنماط استخداماتهم الراهنة، وتصوراتهم، فضلاً عن التحديات الأخلاقية والتنظيمية والقانونية الطبية المرتبطة بدمج هذه التقنيات في الممارسة اليومية.

المواد والطرق: تصنف هذه الدراسة ضمن الدراسات الوصفية المقطعية، وتستند الى استبيان موجه لفئة مستهدفة تضم مقيمين ومتخصصين في طب الأشعة. وقد اشتملت العينة على 35 طبيباً متخصصاً في طب الأشعة.

النتائج: كشفت الدراسة أنه على الرغم من توفر المعرفة النظرية بالذكاء الاصطناعي لدى المشاركين، يبقى ادماجه في الممارسة اليومية في مستوى معتدل. وتبين النتائج أن الدعم التشخيصي يمثل الميدان الرئيسي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي بنسبة (65.71%)، ولا سيما في التصوير المقطعي المحوسب بنسبة (68.6%) والتصوير بالرنين المغناطيسي بنسبة (28.6%)، في حين يظل الاستخدام المنتظم محدوداً، إذ لا يتجاوز 11.43% من المستجيبين. ويلاحظ أن أكثر من نصف أطباء الأشعة (51.43%) يدركون الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تكميلية، مع التشديد على دوره الداعم في تعزيز الدقة التشخيصية وتحسين الكفاءة التشغيلية.

غير أن ثمة تحديات قائمة لا يمكن اغفالها إذ يمثل غياب التدريب التخصصي العائق الرئيسي (85.7%)، تليه المخاوف المتعلقة بمخاطر الأخطاء التشخيصية (77.14%)، والاعتماد المفرط على التكنولوجيا (75.29%)، وقضايا سرية البيانات الطبية (54.29%). وتعكس هذه النتائج وجود مخاوف أخلاقية وقانونية طبية جوهرية، تلقي بظلالها على مدى قبول هذه الأدوات ودرجة اندماجها في الممارسة السريرية.

تؤكد الأفاق المستخلصة من هذه الدراسة أن مستقبل طب الأشعة لا يكمن في استبدال الطبيب المتخصص، بل في بلورة نموذج تشاركي بين الإنسان والآلة، يضطلع فيه الذكاء الاصطناعي بدور أداة المساعدة المتقدمة. ومن ثَمَّ، يغدو تعريف الكفاءات الإشعاعية أولوية محورية، توجه المهنة نحو أكثر فاعلية في الإشراف، والتفسير الخبير، واتخاذ القرار السريري المتكامل.

الخاتمة: سيرتبط مستقبل الذكاء الاصطناعي في طب الأشعة بمدى تطبيقه المسؤول والتدريجي والسياقي، وفق ما تقتضيه متطلبات الممارسة الطبية من معايير أخلاقية وعلمية صارمة ويمثل تعزيز التكوين الطبي الأساسي والمستمر، الى جانب ملائمة الإطار التنظيمي للخصوصيات التي يزخر بها السياق المغربي، رافعتين أساسيتين لضمان ادماج أخلاقي وآمن ومستدام لهذه التقنيات، مع الحفاظ على مكانة الخبرة الإنسانية بوصفها الركيزة الأساسية في صميم القرار السريري.



Radiologie à l'ère de l'IA : Entre innovation et redéfinition des compétences

L'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA) dans le flux de travail radiologique transforme la médecine en vue d'améliorer les résultats cliniques, d'accroître l'efficacité des soins, de réduire les coûts, d'améliorer l'expérience globale des patients, d'accroître la satisfaction du personnel et de réduire l'épuisement professionnel.

Dans le cadre de ma thèse en médecine, j'ai mené cette enquête pour mieux comprendre l'impact de l'IA sur la pratique quotidienne et mesurer les craintes et les angoisses des radiologues face à l'émergence de l'IA, ainsi que voire à quel point cette technologie peut remplacer le radiologue.

vosre participation à cette enquête est entièrement volontaire et vous êtes libre de vous retirer à tout moment. vos réponses resteront anonyme et confidentielles. Les résultats de cette étude seront utilisés uniquement à des fins académiques.

Merci d'avance pour votre participation.

* Indique une question obligatoire

Section 1: données démographiques et professionnelles

1. **Q1- Sexe** *
- (Une seule réponse possible)*

Une seule réponse possible.

☐ Homme

☐ Femme

2. **Q2- Âge** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Moins de 30 ans
- ☐ 30-39 ans
- ☐ 40-49 ans
- ☐ 50-59 ans
- ☐ 60 ans et plus

3. **Q3- Structure de travail** *

(Plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Hôpital public
- ☐ Clinique privée
- ☐ Centre de recherche
- ☐ Autre : _____

4. **Q4- Lieu de l'établissement** *

(Plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Maroc
- ☐ Etranger

5. **Q5- Expérience en radiologie ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Moins de 5 ans
- ☐ Entre 5 et 10 ans
- ☐ Entre 10 et 20 ans
- ☐ Plus de 20 ans

6. **Q6- Niveau de familiarité avec l'IA ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Très familiarisé
- ☐ Moyennement familiariser
- ☐ Un peu familier
- ☐ Pas du tout familier

7. **Q7- Formation spécifique reçue sur l'IA en médecine ***

(Plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Oui, formation académique
- ☐ Oui, formation professionnelle/continue
- ☐ Non, pas de formation spécifique

8. **Q8- Si oui, précisez le type de formation**

Section 2: Utilisation de l'IA dans votre pratique

9. **Q9- À quelle fréquence utilisez-vous actuellement l'IA dans votre pratique quotidienne ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Régulièrement
- ☐ Occasionnellement
- ☐ Rarement
- ☐ Jamais

10. **Q10- Sur quels types d'examens utilisez-vous l'IA? ***

(Plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Radiographie
- ☐ Scanner (TDM)
- ☐ Imagerie par résonance magnétique (IRM)
- ☐ Échographie
- ☐ Mammographie
- ☐ Autre : _____

11. **Q11- Si vous utilisez l'IA, dans quels domaines est-elle appliquée ? ***

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Aide au diagnostic
- ☐ Analyse et interprétation des images
- ☐ Prédiction des pathologies
- ☐ Planification des traitements
- ☐ Autre : _____

12. **Q12- À quelle fréquence utilisez-vous l'IA pour les tâches suivantes ? ***
(Cochez une réponse pour chaque tâche)

Une seule réponse possible par ligne.

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
Aide au diagnostic	☐	☐	☐	☐	☐
Analyse des images	☐	☐	☐	☐	☐
Détection précoce de pathologies	☐	☐	☐	☐	☐
Suivi de l'évolution d'une pathologie	☐	☐	☐	☐	☐
Automatisation des tâches répétitives	☐	☐	☐	☐	☐
Gestion des dossiers et organisation	☐	☐	☐	☐	☐

Section 3: Perceptions et impacts de l'IA

13. **Q13- Selon vous, l'IA améliore-t-elle la précision de vos diagnostics ? ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, significativement
- ☐ Oui, légèrement
- ☐ Non, aucun impact
- ☐ Non, réduit la précision

14. **Q14- L'IA a-t-elle modifié votre processus de décision ? ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, de manière significative
- ☐ Oui, légèrement
- ☐ Non, pas d'impact

15. **Q15- Si oui, expliquez comment?**

16. **Q16-Pensez-vous que l'IA réduit votre charge de travail ? ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, significativement
- ☐ Oui, légèrement
- ☐ Non, aucun impact
- ☐ Non, augmente la charge de travail

17. **Q17- L'IA a-t-elle un impact sur la relation que vous entretenez avec vos patients ? ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, elle améliore la relation
- ☐ Oui, elle complique la relation
- ☐ Non, aucun impact

18. **Q18- Avez-vous le sentiment que l'IA remet en question votre rôle de radiologue ? ***

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, l'IA remplace certaines de mes fonctions
- ☐ Oui, l'IA complémente mon travail
- ☐ Non, l'IA n'a pas d'impact significatif

19. **Q19- Pensez-vous que l'IA aura un impact sur le nombre de radiologues à l'avenir ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Oui, il y aura moins de radiologues nécessaires
☐ Non, le nombre restera le même
☐ Oui, il y aura besoin de plus de radiologues spécialisés dans l'IA

20. **Q20- Dans quelle mesure l'IA a-t-elle changé vos interactions avec les autres professionnels de la santé ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Amélioration de la collaboration interdisciplinaire
☐ Réduction des interactions avec d'autres spécialistes
☐ Aucun impact sur mes interactions professionnelles

21. **Q21- L'IA a-t-elle un impact sur la satisfaction que vous ressentez dans votre travail de radiologue ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, cela a augmenté ma satisfaction
☐ Oui, cela a réduit ma satisfaction
☐ Non, aucun impact

22. **Q22- Selon vous, quel est l'impact de l'IA sur votre développement professionnel et la formation continue ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Elle m'incite à apprendre de nouvelles compétences
- ☐ Elle rend certaines de mes compétences moins nécessaires
- ☐ Aucun impact sur mon développement professionnel

23. **Q23- Pensez-vous que l'IA pourrait nuire à la qualité de votre expertise professionnelle ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, en diminuant certaines compétences cliniques
- ☐ Oui, en créant une dépendance aux outils technologiques
- ☐ Non, l'IA soutient et renforce mon expertise

Section 4: Défis et préoccupations

24. **Q24- Quelles sont vos principales préoccupations quant à l'utilisation de l'IA en radiologie ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Erreurs et risques diagnostiques
- ☐ Problèmes de sécurité des données
- ☐ Perte de contrôle sur certaines décisions
- ☐ Risque de dépendance à la technologie
- ☐ Remplacement par l'IA
- ☐ Autre : _____

25. **Q25- Quelles difficultés rencontrez vous dans l'intégration de l'IA dans votre pratique quotidienne ?** *(plusieurs réponses possibles)* *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Manque de formation spécifique
- ☐ Difficultés techniques
- ☐ Temps nécessaire pour vérifier les résultats de l'IA
- ☐ Complexité d'interprétation des résultats fournis par l'IA
- ☐ Incompatibilité avec les systèmes existants
- ☐ Autre : _____

26. **Q26- Avez-vous des préoccupations quant à l'autonomie de l'IA dans les décisions médicales ?** *(Une seule réponse possible)* *

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, je suis très préoccupé(e)
- ☐ Oui, légèrement préoccupé(e)
- ☐ Non, pas de préoccupation

27. **Q27- Si oui, précisez lesquelles?**

28. **Q28- Dans quelle mesure êtes-vous préoccupé par la protection et la confidentialité des données des patients avec l'utilisation de l'IA ?** *
- (Une seule réponse possible)*

Une seule réponse possible.

- ☐ Très préoccupé
- ☐ Modérément préoccupé
- ☐ Peu préoccupé
- ☐ Pas du tout préoccupé

29. **Q29- À quel point êtes-vous préoccupé par l'impact de l'IA sur la sécurité des patients (erreurs diagnostiques, dépendance excessive, etc.) ?** *
- (Une seule réponse possible)*

Une seule réponse possible.

- ☐ Très préoccupé
- ☐ Plutôt préoccupé
- ☐ Peu préoccupé
- ☐ Pas du tout préoccupé

30. **Q30- Précisez vos préoccupations**

31. **Q31- Quels sont, selon vous, les principaux obstacles à l'acceptation de l'IA par les radiologues ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Manque de transparence dans le fonctionnement de l'IA
- ☐ Risque de perte d'emploi ou de compétences
- ☐ Insuffisance de formation et d'éducation
- ☐ Préoccupations éthiques ou juridiques
- ☐ Autre : _____

Section 5: Perspectives et suggestions

32. **Q32- Comment imaginez-vous l'évolution de l'IA en radiologie au cours des 5 à 10 prochaines années ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ L'IA deviendra un acteur majeur dans le diagnostic radiologique
- ☐ L'IA sera principalement utilisée comme outil complémentaire
- ☐ L'IA jouera un rôle mineur ou limité
- ☐ Je ne sais pas

33. **Q33- Quels domaines de la radiologie pourraient, selon vous, bénéficier le plus des améliorations de l'IA ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Dépistage précoce des maladies
- ☐ Diagnostic des pathologies complexes
- ☐ Optimisation des flux de travail et gestion des dossiers
- ☐ Formation des radiologues
- ☐ Autre : _____

34. **Q34- Pensez-vous que les radiologues auront besoin de nouvelles compétences pour travailler avec l'IA ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Oui, des compétences en informatique/programmation
- ☐ Oui, des compétences en analyse de données
- ☐ Oui, des compétences en gestion des technologies de santé
- ☐ Non, aucune compétence supplémentaire nécessaire

35. **Q35- Quelles compétences spécifiques aimeriez-vous développer pour mieux intégrer l'IA dans votre pratique ?** *

(plusieurs réponses possibles)

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Compétences techniques sur le fonctionnement de l'IA
- ☐ Compétences en interprétation de données et d'algorithmes
- ☐ Compétences en éthique et en droit liés à l'IA
- ☐ Autre : _____

36. **Q36- Que suggéreriez vous pour améliorer l'acceptation de l'IA auprès des radiologues ?**

37. **Q37- Selon vous, quel rôle devrait jouer les radiologues dans le développement et l'amélioration des technologies d'IA ?** *
- (plusieurs réponses possibles)*

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Collaborer étroitement avec les développeurs d'IA
- ☐ Fournir des retours d'expérience pour améliorer les algorithmes
- ☐ Contribuer aux tests et validations des systèmes d'IA
- ☐ Aucun rôle spécifique, cela devrait être réservé aux spécialistes en IA
- ☐ Autre : _____

38. **Q38- Comment voyez-vous l'équilibre entre les compétences humaines et l'automatisation par l'IA dans la pratique radiologique ?** *
- (Une seule réponse possible)*

Une seule réponse possible.

- ☐ Les compétences humaines doivent rester au cœur du diagnostic, avec l'IA en support
- ☐ Un équilibre égal entre les compétences humaines et les outils d'IA
- ☐ L'IA pourrait prendre en charge la majorité des analyses, avec des validations humaines

39. **Q39- Quelles initiatives suggèreriez vous pour garantir un usage éthique de l'IA en radiologie ?** *
- (plusieurs réponses possibles)*

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Création de lignes directrices éthiques et juridiques
- ☐ Développement de formations en éthique et en réglementation
- ☐ Mise en place d'un comité de suivi de l'utilisation de l'IA
- ☐ Autre : _____

40. **Q40- Pensez-vous que les patients devraient être informés de l'utilisation de l'IA dans leurs diagnostics ?** *

(Une seule réponse possible)

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, cela devrait être obligatoire
- ☐ Oui, cela devrait être facultatif
- ☐ Non, cela n'est pas nécessaire

41. **Q41- Quels conseils ou suggestions donneriez-vous pour améliorer l'intégration de l'IA dans votre domaine ?**

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Vos réponses sont précieuses pour mieux comprendre l'impact de l'IA sur le rôle des radiologues.

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms



BIBLIOGRAPHIES



1. European Commission. Joint Research Centre. AI watch: defining Artificial Intelligence : towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence. [En ligne]. LU: Publications Office; 2020 [cité le 1 déc 2025]. Disponible: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/382730>
2. **McCarthy J.**
WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?
3. **Stonier T.**
The Evolution of Machine Intelligence. Dans: Stonier T. Beyond Information. London: Springer London; 1992. DOI: 10.1007/978-1-4471-1835-0_6
4. **Kumar V, Pandey A, Singh R.**
Can Artificial Intelligence be a Critical Success Factor of Construction Projects?: Project practitioners' perspectives. Technol Innov Manag Rev. 2021;11(11).
5. **Russell SJ, Norvig P.**
Artificial intelligence: a modern approach. Fourth edition, global edition. Boston: Pearson; 2022. (Prentice Hall series in artificial intelligence).
6. **Sharma P.**
Advances in Computational Intelligence and Robotics. 14 juin 2024. DOI: 10.4018/979-8-3693-6824-4
7. **Dhar V.**
The Paradigm Shifts in Artificial Intelligence. Commun ACM. 2024;67(11):50-9. DOI: 10.1145/3664804
8. **Brock DC, Grad B.**
Expert Systems: Commercializing Artificial Intelligence. IEEE Ann Hist Comput. 2022;44(1):5-7. DOI: 10.1109/MAHC.2022.3149612
9. **London AJ.**
Groundhog Day for Medical Artificial Intelligence. Hastings Cent Rep. 2018;48(3). DOI: 10.1002/hast.842
10. **Zhou C.**
The Application of Artificial Intelligence in the Training Process of Chess Players. Appl Comput Eng. 2025;163(1):100-5. DOI: 10.54254/2755-2721/2025.25188
11. **Zouinar M.**
Évolutions de l'Intelligence Artificielle : quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail ? Activites. 2020;17-1. DOI: 10.4000/activites.4941
12. **Xavier de S.**
L'Intelligence Artificielle en radiologie : État des lieux et perspectives en Belgique.
13. **HAIDAR AHMAD H, HAMID SALIH MA, LUANGRATH A, SEDE T, ZUGAJ L.**
Evaluation des Applications d'intelligence artificielle au service de l'imagerie médicale. Université de Technologie de Compiègne; 2022 [cité le 5 déc 2025]. Disponible: <https://travaux.master.utc.fr/formations-master/ingenierie-de-la-sante/ids122>

14. **Boudry Z.**
L'utilisation de l'intelligence artificielle à l'hôpital de Valenciennes dans le secteur de l'imagerie.
15. **Al Dahdah M, Duclos V.**
Santé numérique: Transformations sociotechniques du soin et des pratiques de santé dans un monde connecté. *Anthropol Santé*. 2024;28. DOI: 10.4000/11r33
16. **Badr J.**
Département de gestion, d'évaluation et de politique de santé.
17. **Graves MJ.**
Shadows and signals: a brief history of medical imaging. *J Phys Conf Ser*. 2024;2877(1):012113. DOI: 10.1088/1742-6596/2877/1/012113
18. **Fondeur B, Gigneux R.**
L'IA dans le workflow d'interprétation des examens d'imagerie. *IRBM News*. 2023;44(3):100468. DOI: 10.1016/j.irbmnw.2023.100468
19. **Larobina M.**
Thirty Years of the DICOM Standard. *Tomography*. 2023;9(5):1829-38. DOI: 10.3390/tomography9050145
20. **USA, Aluwala A.**
AI-Driven Anomaly Detection in Network Monitoring Techniques and Tools. *J Artif Intell Cloud Comput*. 2024;1-6. DOI: 10.47363/JAICC/2024(3)310
21. **Jing AB, Garg N, Zhang J, Brown JJ.**
AI solutions to the radiology workforce shortage. *Npj Health Syst*. 2025;2(1):20. DOI: 10.1038/s44401-025-00023-6
22. **Gabelloni M, Di Nasso M, Morganti R, Faggioni L, Masi G, Falcone A, et al.**
Application of the ESR iGuide clinical decision support system to the imaging pathway of patients with hepatocellular carcinoma and cholangiocarcinoma: preliminary findings. *Radiol Med (Torino)*. 2020;125(6):531-7. DOI: 10.1007/s11547-020-01142-w
23. **HAIDAR AHMAD H, HAMID SALIH MA, LUANGRATH A, SEDE T, ZUGAJ L.**
Evaluation des Applications d'intelligence artificielle au service de l'imagerie médicale. Université de Technologie de Compiègne; 2022 [cité le 12 déc 2025]. Disponible: <https://travaux.master.utc.fr/formations-master/ingenierie-de-la-sante/ids122>
24. **Lebel RM, Healthcare G.**
Performance characterization of a novel deep learning-based MR image reconstruction pipeline.
25. **Dang L-A, Chazard E, Poncelet E, Serb T, Rusu A, Pauwels X, et al.**
Impact of artificial intelligence in breast cancer screening with mammography. *Breast Cancer*. 2022;29(6):967-77. DOI: 10.1007/s12282-022-01375-9
26. [En ligne]. Liver Assist VP for Interventional Radiology and Oncology [cité le 14 déc 2025]. Disponible: <https://www.gehealthcare.com/products/image-guiding-solutions/liver-assist-vp?srsId=AfmBOopbXGCah0ByilYH8eEtjublY9qEpbOGbLOxpoJN3Pk8G5BXz657>

27. [En ligne]. PET VCAR [cité le 14 déc 2025]. Disponible:
<https://www.gehealthcare.com/products/advanced-visualization/all-applications/pet-vcar>
28. **Arena L, Gaglio G, Vayre J-S.**
Comment les radiologues ont-ils fait face à l'annonce programmée de leur remplacement par l'IA?
29. **Alarifi M.**
Radiologists' views on artificial intelligence and the future of radiology: insights from a US National survey. *Br J Radiol.* 2025;tqaf222. DOI: 10.1093/bjr/tqaf222
30. **Boregowdanapalya A.**
Role of radiologist with the advent of artificial intelligence in medical imaging. *Int J Res Med Sci.* 2024;13(1):576-80. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20244173
31. **Dodelzon K, Katzen JT.**
Emerging From Behind the Workstation. *J Am Coll Radiol.* Elsevier; 2022;19(2):321-3. DOI: 10.1016/j.jacr.2021.08.030
32. these66-22.pdf. [En ligne]. [cité le 23 janv 2026].
33. **Meuli R, Coendoz MS.**
Département de radiologie médicale.
34. **Achour N, Zapata T, Saleh Y, Pierscionek B, Azzopardi-Muscat N, Novillo-Ortiz D, et al.**
The role of AI in mitigating the impact of radiologist shortages: a systematised review. *Health Technol.* 2025;15(3):489-501. DOI: 10.1007/s12553-025-00970-y
35. **Alarifi M.**
Radiologists' views on artificial intelligence and the future of radiology: insights from a US National survey. *Br J Radiol.* 2025;tqaf222. DOI: 10.1093/bjr/tqaf222
36. **Bernstein MH, Atalay MK, Dibble EH, Maxwell AWP, Karam AR, Agarwal S, et al.**
Can incorrect artificial intelligence (AI) results impact radiologists, and if so, what can we do about it? A multi-reader pilot study of lung cancer detection with chest radiography. *Eur Radiol.* 2023;33(11):8263-9. DOI: 10.1007/s00330-023-09747-1
37. **Najjar R.**
Redefining Radiology: A Review of Artificial Intelligence Integration in Medical Imaging. *Diagnostics.* 2023;13(17):2760. DOI: 10.3390/diagnostics13172760
38. **Lawrence R, Dodsworth E, Massou E, Sherlaw-Johnson C, Ramsay A, Walton H, et al.**
Artificial Intelligence for diagnostics in radiology practice: A rapid systematic scoping review. *R Coll Radiol Open.* 2025;3:100218. DOI: 10.1016/j.rcro.2024.100218
39. **Hong G-S, Jang M, Kyung S, Cho K, Jeong J, Lee GY, et al.**
Overcoming the Challenges in the Development and Implementation of Artificial Intelligence in Radiology: A Comprehensive Review of Solutions Beyond Supervised Learning. *Korean J Radiol.* 2023;24(11):1061. DOI: 10.3348/kjr.2023.0393
40. **Agarwal A, Murray T.**
Future Developments and Assimilation of AI in Radiology. *Dans:* 2023. DOI: 10.1002/9781119790686.ch35

41. Boregowdanapalya A.

Role of radiologist with the advent of artificial intelligence in medical imaging. *Int J Res Med Sci.* 2024;13(1):576-80. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20244173

42. The Role of Artificial Intelligence in Early Disease Detection: Current Applications and Future Prospects. *Glob J Emerg AI Comput.* 2025;1(1):1-14. DOI: 10.70445/gjeac.1.1.2025.1-14

43. Zanardo M, Visser JJ, Colarieti A,

Cuocolo R, Klontzas ME, Pinto Dos Santos D, et al. Impact of AI on radiology: a EuroAIM/EuSoMII 2024 survey among members of the European Society of Radiology. *Insights Imaging.* 2024;15(1):240. DOI: 10.1186/s13244-024-01801-w

44. Machado L, Vilgrain V, Aubé C, Grégory J.

La radiologie entre deux vagues : Adoption de l'intelligence artificielle dans les hôpitaux universitaires français en 2025. *J Imag Diagn Interv.* 2025;8(6):348-55. DOI: 10.1016/j.jidi.2025.07.003

45. Huisman M, Ranschaert E, Parker W, Mastrodicasa D, Koci M, Pinto De Santos D, et al.

An international survey on AI in radiology in 1,041 radiologists and radiology residents part 1: fear of replacement, knowledge, and attitude. *Eur Radiol.* 2021;31(9):7058-66. DOI: 10.1007/s00330-021-07781-5

46. Achour N, Zapata T, Saleh Y, Pierscionek B, Azzopardi-Muscat N, Novillo-Ortiz D, et al.

The role of AI in mitigating the impact of radiologist shortages: a systematised review. *Health Technol.* 2025;15(3):489-501. DOI: 10.1007/s12553-025-00970-y

47. Langlotz CP, Allen B, Erickson BJ, Kalpathy-Cramer J, Bigelow K, Cook TS, et al.

A Roadmap for Foundational Research on Artificial Intelligence in Medical Imaging: From the 2018 NIH/RSNA/ACR/The Academy Workshop. *Radiology.* 2019;291(3):781-91. DOI: 10.1148/radiol.2019190613

48. Linguraru MG, Bakas S, Aboian M, Chang PD, Flanders AE, Kalpathy-Cramer J, et al.

Clinical, Cultural, Computational, and Regulatory Considerations to Deploy AI in Radiology: Perspectives of RSNA and MICCAI Experts. *Radiol Artif Intell.* 2024;6(4):e240225. DOI: 10.1148/ryai.240225

49. Zanardo M, Visser JJ, Colarieti A, Cuocolo R, Klontzas ME, Pinto Dos Santos D, et al.

Impact of AI on radiology: a EuroAIM/EuSoMII 2024 survey among members of the European Society of Radiology. *Insights Imaging.* 2024;15(1):240. DOI: 10.1186/s13244-024-01801-w

50. Goh S, Goh RSJ, Chong B, Ng QX, Koh GCH, Ngiam KY, et al.

Challenges in Implementing Artificial Intelligence in Breast Cancer Screening Programs: Systematic Review and Framework for Safe Adoption (Preprint). *Journal of Medical Internet Research;* 2024.

51. Baird GL, Bernstein MH, Atalay MK.

What Happens When AI Is Wrong? *Radiology.* 2023;309(1):e231190. DOI: 10.1148/radiol.231190

52. Kim B, Romeijn S, Van Buchem M, Mehrizi MHR, Grootjans W
A holistic approach to implementing artificial intelligence in radiology. *Insights Imaging*. 2024;15(1):22. DOI: 10.1186/s13244-023-01586-4
53. Eltawil FA, Atalla M, Boulos E, Amirabadi A, Tyrrell PN.
Analyzing Barriers and Enablers for the Acceptance of Artificial Intelligence Innovations into Radiology Practice: A Scoping Review. *Tomography*. 2023;9(4):1443-55. DOI: 10.3390/tomography9040115
54. Brady AP, Neri E.
Artificial Intelligence in Radiology—Ethical Considerations. *Diagnostics*. 2020;10(4):231. DOI: 10.3390/diagnostics10040231
55. Geis JR, Brady AP, Wu CC, Spencer J, Ranschaert E, Jaremko JL, et al.
Ethics of Artificial Intelligence in Radiology: Summary of the Joint European and North American Multisociety Statement. *Radiology*. 2019;293(2):436-40. DOI: 10.1148/radiol.2019191586
56. Lawrence R, Dodsworth E, Massou E, Sherlaw-Johnson C, Ramsay A, Walton H, et al.
Artificial Intelligence for diagnostics in radiology practice: A rapid systematic scoping review. *R Coll Radiol Open*. 2025;3:100218. DOI: 10.1016/j.rcro.2024.100218
57. Brady AP, Allen B, Chong J, Kotter E, Kottler N, Mongan J, et al.
Developing, purchasing, implementing and monitoring AI tools in radiology: Practical considerations. A multi-society statement from the ACR, CAR, ESR, RANZCR & RSNA. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2024;68(1):7-26. DOI: 10.1111/1754-9485.13612
58. Langlotz CP.
The Future of AI and Informatics in Radiology: 10 Predictions. *Radiology*. 2023;309(1):e231114. DOI: 10.1148/radiol.231114
59. Kocak B, Cuocolo R.
Human-AI interaction and collaboration in radiology: from conceptual frameworks to responsible implementation. *Diagn Interv Radiol*. 2026; DOI: 10.4274/dir.2026.263780
60. Singh Y, Unal O, Ali F, Salehi S, Kuanar S, Elhanashi A, et al.
Large-Scale Foundation Models for Radiological Image Analysis: Clinical Applications, Technical Challenges, and Future Directions. *J Imaging Inform Med*. 2026; DOI: 10.1007/s10278-025-01823-w
61. Shelmerdine SC, Martin H, Shirodkar K, Shamshuddin S, Weir-McCall JR.
Can artificial intelligence pass the Fellowship of the Royal College of Radiologists examination? Multi-reader diagnostic accuracy study. *BMJ*. 2022;379:e072826. DOI: 10.1136/bmj-2022-072826
62. AVAS78VFP1.indd. [En ligne]. [cité le 10 févr 2026].
63. Van Leeuwen KG, Schalekamp S, Rutten MJCM, Van Ginneken B, De Rooij M.
Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence. *Eur Radiol*. 2021;31(6):3797-804. DOI: 10.1007/s00330-021-07892-z

- 64. Rainey C, O'Regan T, Matthew J, Skelton E, Woznitza N, Chu K-Y, et al.**
Beauty Is in the AI of the Beholder: Are We Ready for the Clinical Integration of Artificial Intelligence in Radiography? An Exploratory Analysis of Perceived AI Knowledge, Skills, Confidence, and Education Perspectives of UK Radiographers. *Front Digit Health*. 2021;3:739327. DOI: 10.3389/fdgth.2021.739327
- 65. Liberati EG, Ruggiero F, Galuppo L, Gorli M, González-Lorenzo M, Maraldi M, et al.**
What hinders the uptake of computerized decision support systems in hospitals? A qualitative study and framework for implementation. *Implement Sci*. 2017;12(1):113. DOI: 10.1186/s13012-017-0644-2
- 66. Gille F, Jobin A, Ienca M.**
What we talk about when we talk about trust: Theory of trust for AI in healthcare. *Intell-Based Med*. 2020;1-2:100001. DOI: 10.1016/j.ibmed.2020.100001
- 67. Niemiec E.**
Will the EU Medical Device Regulation help to improve the safety and performance of medical AI devices? *Digit Health*. 2022;8:205520762210890. DOI: 10.1177/20552076221089079
- 68. Zapata KAC, Ward T, Loughran R, McCaffery F.**
A Review of the Artificial Intelligence Act Proposal and the Medical Device Regulation. Dans: 2023 31st Irish Conference on Artificial Intelligence and Cognitive Science (AICS). Letterkenny, Ireland: IEEE; 2023. p. 1-6.
- 69. Benjamens S, Dhunoo P, Meskó B.**
The state of artificial intelligence-based FDA-approved medical devices and algorithms: an online database. *Npj Digit Med*. 2020;3(1):118. DOI: 10.1038/s41746-020-00324-0
- 70. Lyell D, Magrabi F, Raban MZ, Pont LG, Baysari MT, Day RO, et al.**
Automation bias in electronic prescribing. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2017;17(1):28. DOI: 10.1186/s12911-017-0425-5



قسم الطبيب :

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض
والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم
سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب والبعيد، للصالح
والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنى، وأكون أخا لكل زميل في المهنة الطبية متعاونين
على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلايتي، نقيّة مما يشينها تجاه
الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد



أطروحة رقم 169

سنة 2026

طبيب الأشعة في عصر الذكاء الاصطناعي: بين الابتكار وإعادة تعريف الكفاءات الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2026/05/18

من طرف

السيدة خديجة لعسيري

المزادة في 1998/01/25

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

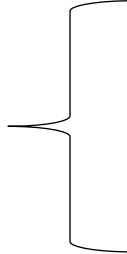
الذكاء الاصطناعي – طبيب الأشعة – علم الأشعة – التصوير الطبي

اللجنة

الرئيسة

المشرف

الحكام



س. علج

أستاذة في طب الأشعة

ه. جلال

أستاذ في طب الأشعة

ب. بوتكيوط

أستاذ في طب الأشعة

د. بصراوي

أستاذة في طب الأشعة

أ. محسن

أستاذ في طب الأشعة

السيدة

السيد

السيد

السيدة

السيد