

Année 2025

Thèse N° 403

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de cartes pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 22/12/2025

PAR

Mr. Ibrahim ABID

Né le 06 Avril 1997 à Beni Mellal

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Anatomie pathologique, Cancers colorectaux, Pédagogie médicale,
Apprentissage hybride, Jeu sérieux, Application mobile, Répétition
espacée, Évaluation pédagogique.

JURY

Mr. S.ZOUHAIR

Professeur en Microbiologie

PRESIDENT

Mme. H.RAIS

Professeur en Anatomie Pathologique

RAPPORTEUR

Mme. F.E.HAZMIRI

Professeur en Anatomie Pathologique

Mme. N.EL ANSARI

Professeur d'Endocrinologie et Maladies Métaboliques

JUGES

Mr. K.RABBANI

Professeur en Chirurgie Générale

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

صَدِّقَ قَوْلِ اللَّهِ الْعَظِيمِ

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	BENELKHAIAT 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	Ophthalmologie
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	BELKHOUS 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	BOURRAHOUS 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 Ilias	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 Rabiy	Pr Ag	Pédiatrie
191	ELJAMILI Mohammed	Pr Ag	Cardiologie
192	HAMRI Asma	Pr Ag	Chirurgie Générale
193	ELATIQI 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 KHASSOUI 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 Noureddine	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	AMINE Abdellah	Pr Ag	Cardiologie
217	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ag	Cardiologie

218	ROUKHSI Redouane	Pr Ag	Radiologie
219	ARROB Adil	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
220	MOULINE Souhail	Pr Ag	Microbiologie-virologie
221	AZIZI Mounia	Pr Ag	Néphrologie
222	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ag	Dermatologie
223	YANISSE Siham	Pr Ag	Pharmacie galénique
224	KHALLIKANE Said	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
225	ZIRAOUI Oualid	Pr Ag	Chimie thérapeutique
226	IDALENE Malika	Pr Ag	Maladies infectieuses
227	LACHHAB Zineb	Pr Ag	Pharmacognosie
228	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ag	Dermatologie
229	AHBALA Tariq	Pr Ag	Chirurgie générale
230	EL AOUAME Amal	Pr Ag	Orthodontie et orthopédie dento-faciale
231	WARDA Karima	MCHab	Microbiologie
232	SBAI Asma	MCHab	Informatique
233	ABISSY Meriem	MC	Microbiologie
234	SLIOUI Badr	MC	Radiologie
235	CHEGGOUR Mouna	MC	Biochimie
236	BELARBI Marouane	MC	Néphrologie
237	EL AMIRI My Ahmed	MC	Chimie de Coordination bio-organnique
238	LALAOUI Abdessamad	MC	Pédiatrie
239	ESSAFTI Meryem	MC	Anesthésie-réanimation
240	RACHIDI Hind	MC	Anatomie pathologique
241	FIKRI Oussama	MC	Pneumo-phtisiologie
242	EL HAMDAOUI Omar	MC	Toxicologie
243	EL HAJJAMI Ayoub	MC	Radiologie
244	BOUMEDIANE El Mehdi	MC	Traumato-orthopédie
245	RAFI Sana	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques

246	JEBRANE Ilham	MC	Pharmacologie
247	LAKHDAR Youssef	MC	Oto-rhino-laryngologie
248	LGHABI Majida	MC	Médecine du Travail
249	AIT LHAJ El Houssaine	MC	Ophtalmologie
250	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	MC	Chirurgie générale
251	EL MOUHAFID Faisal	MC	Chirurgie générale
252	AHMANNA Hussein-choukri	MC	Radiologie
253	AIT M'BAREK Yassine	MC	Neurochirurgie
254	ELMASRIOUI Joumana	MC	Physiologie
255	FOURA Salma	MC	Chirurgie pédiatrique
256	LASRI Najat	MC	Hématologie clinique
257	BOUKTIB Youssef	MC	Radiologie
258	MOUROUTH Hanane	MC	Anesthésie-réanimation
259	BOUZID Fatima zahrae	MC	Génétique
260	MRHAR Soumia	MC	Pédiatrie
261	QUIDDI Wafa	MC	Hématologie
262	BEN HOUMICH Taoufik	MC	Microbiologie-virologie
263	FETOUI Imane	MC	Pédiatrie
264	FATH EL KHIR Yassine	MC	Traumato-orthopédie
265	NASSIRI Mohamed	MC	Traumato-orthopédie
266	AIT-DRISS Wiam	MC	Maladies infectieuses
267	AIT YAHYA Abdelkarim	MC	Cardiologie
268	DIANI Abdelwahed	MC	Radiologie
269	AIT BELAID Wafae	MC	Chirurgie générale
270	ZTATI Mohamed	MC	Cardiologie
271	HAMOUCHE Nabil	MC	Néphrologie
272	ELMARDOULI Mouhcine	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
273	BENNIS Lamiae	MC	Anesthésie-réanimation

274	BENDAOU D Layla	MC	Dermatologie
275	HABBAB Adil	MC	Chirurgie générale
276	CHATAR Achraf	MC	Urologie
277	OUMGHAR Nezha	MC	Biophysique
278	HOUMAID Hanane	MC	Gynécologie-obstétrique
279	YOUSFI Jaouad	MC	Gériatrie
280	NACIR Oussama	MC	Gastro-entérologie
281	BABACHEIKH Safia	MC	Gynécologie-obstétrique
282	ABDOURAFIQ Hasna	MC	Anatomie
283	TAMOUR Hicham	MC	Anatomie
284	IRAQI HOUSSAINI Kawtar	MC	Gynécologie-obstétrique
285	EL FAHIRI Fatima Zahrae	MC	Psychiatrie
286	BOUKIND Samira	MC	Anatomie
287	LOUKHNATI Mehdi	MC	Hématologie clinique
288	ZAHROU Farid	MC	Neurochirurgie
289	MAAROUFI Fathillah Elkarim	MC	Chirurgie générale
290	EL MOUSSAOUI Soufiane	MC	Pédiatrie
291	BARKICHE Samir	MC	Radiothérapie
292	ABI EL AALA Khalid	MC	Pédiatrie
293	AFANI Leila	MC	Oncologie médicale
294	EL MOULOUA Ahmed	MC	Chirurgie pédiatrique
295	LAGRINE Mariam	MC	Pédiatrie
296	DAFIR Kenza	MC	Génétique
297	CHERKAOUI RHAZOUANI Oussama	MC	Neurologie
298	ABAINOU Lahoussaine	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques
299	BENCHANNA Rachid	MC	Pneumo-phtisiologie
300	EL GUAZZAR Ahmed (Militaire)	MC	Chirurgie générale
301	OULGHOUL Omar	MC	Oto-rhino-laryngologie

302	AMOCH Abdelaziz	MC	Urologie
303	ZAHLAN Safaa	MC	Neurologie
304	EL MAHFOUDI Aziz	MC	Gynécologie-obstétrique
305	CHEHBOUNI Mohamed	MC	Oto-rhino-laryngologie
306	LAIRANI Fatima ezzahra	MC	Gastro-entérologie
307	SAADI Khadija	MC	Pédiatrie
308	TITOU Hicham	MC	Dermatologie
309	EL GHOUL Naoufal	MC	Traumato-orthopédie
310	BAHI Mohammed	MC	Anesthésie-réanimation
311	RAITEB Mohammed	MC	Maladies infectieuses
312	DREF Maria	MC	Anatomie pathologique
313	ENNACIRI Zainab	MC	Psychiatrie
314	BOUSSAIDANE Mohammed	MC	Traumato-orthopédie
315	JENDOUI Omar	MC	Urologie
316	MANSOURI Maria	MC	Génétique
317	ERRIFAIY Hayate	MC	Anesthésie-réanimation
318	BOUKOUB Naila	MC	Anesthésie-réanimation
319	OUACHAOU Jamal	MC	Anesthésie-réanimation
320	EL FARGANI Rania	MC	Maladies infectieuses
321	IJIM Mohamed	MC	Pneumo-phtisiologie
322	AKANOUR Adil	MC	Psychiatrie
323	ELHANAFI Fatima Ezzohra	MC	Pédiatrie
324	MERBOUH Manal	MC	Anesthésie-réanimation
325	BOUROUMANE Mohamed Rida	MC	Anatomie
326	IJDDA Sara	MC	Endocrinologie et maladies métaboliques
327	GHARBI Khalid	MC	Gastro-entérologie
328	ATBIB Yassine	MC	Pharmacie clinique
329	MOURAFIQ Omar	MC	Traumato-orthopédie

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

357	ELKASSEH Mostapha	MC	Traumato-orthopédie
358	EL OUAZZANI Meryem	MC	Anatomie pathologique
359	HABBAB Mohamed	MC	Traumato-orthopédie
360	KHAMLIJ Aimad Ahmed	MC	Anesthésie-réanimation
361	EL KHADRAOUI Halima	MC	Histologie-embryologie-cyto-génétique
362	ELKHETTAB Fatimazahra	MC	Anesthésie-réanimation
363	SIDAYNE Mohammed	MC	Anesthésie-réanimation
364	ZAKARIA Yasmina	MC	Neurologie
365	BOUKAIDI Yassine	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
366	NABIL Mehdi	MC	Anesthésie-réanimation
367	KAAKOUA Mohamed	MC	Oncologie médicale
368	FIQHI Mohammed Kamal	MC	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
369	BEN ELHEND Salah	MC	Radiologie
370	KHERRAB Anass	MC	Rhumatologie
371	AWATI El Mehdi	MC	Hématologie
372	HAOUANE Mohamed Amine	MC	Anatomie pathologique
373	BOUABBADI Salah eddine	MC	Ophtalmologie
374	MOUNIR Reda	MC	Chirurgie Cardio-vasculaire
375	AHCHOUCH Siham	MC	Hématologie clinique
376	AZRIOUIL Ouhb	MC	Traumato-orthopédie
377	CHALOUAH Badr	MC	Traumato-orthopédie
378	EL BEJJAJ latimad	MC	Anatomie pathologique
379	BABA Zineb	MC	Rhumatologie
380	OUSSAYEH Imane	MC	Anesthésie-réanimation

LISTE ARRÊTÉE LE 08/10/2025



DÉDICACES



La gratitude, c'est le secret de la vie. Celui qui ne sait pas remercier ne sait pas aimer. » **Albert Schweitzer**



*À toutes celles et ceux qui ont semé dans mon cœur la force de persévérer et
le courage de rêver,
À ceux qui ont éclairé mes jours de leur bienveillance et apaisé mes doutes
par leurs mots,
Je veux dire merci, du plus profond de l'âme.
Cette thèse est le fruit d'un effort personnel, mais surtout d'un amour
collectif, de gestes simples et d'un soutien sincère.
C'est avec reconnaissance et tendresse que*

Je dédie cette thèse ... 

À ma mère Khadīja :

Cette thèse est d'abord et avant tout la tienne. Dès les premiers pas, tu as été là, guide bienveillante et force tranquille. Tu as su transformer les obstacles en défis et les doutes en certitudes. Ton soutien, inestimable, a été la clé de voûte de toute cette aventure. Pour chaque sacrifice silencieux, chaque mot reconfortant, chaque présence qui disait "je suis là, continue"-merci. Que ces pages soient la modeste concrétisation de toute la foi que tu n'as jamais cessé d'avoir en moi. Je t'aime.

À mon père Mustapha :

Tu es l'homme bienveillant et respectueux qui m'a appris la persévérance par ton exemple. Ton soutien sans faille et ta présence à mes côtés ont été les piliers sur lesquels j'ai pu construire chaque étape de ce parcours. Tu as tout fait, avec une générosité silencieuse, pour me voir réussir, et ta confiance en moi a été un moteur plus puissant que tu ne peux l'imaginer. Tu m'as montré ce que signifie être un véritable homme, et pour cette leçon de vie et pour tout ton amour, je te dis merci.

Avec tout mon respect et mon affection,

À mon frère Yahya :

Tu as su être bien plus qu'un frère : un modèle, un confident, un soutien inébranlable, une source de joie pure. Tous ces souvenirs précieux que nous avons partagés, tous ces moments où tu as été présent pour moi sans compter, ont été autant de phares sur ce long chemin. Rien de ce que tu as fait pour moi ne sera oublié; chaque encouragement, chaque geste de soutien est précieusement gravé dans ma mémoire et dans mon cœur.

Sache à quel point ta présence à mes côtés a compté, et combien elle a illuminé mes jours, même les plus difficiles. Merci pour tout. Pour toujours.

À mon âme sœur Doha :

Tu as été bien plus qu'un soutien : tu as été l'étincelle qui a rallumé en moi la passion de la médecine, et la flamme qui n'a cessé de l'entretenir. Ton amour, ta patience et ta foi inébranlable en moi ont éclairé les moments de doute et embelli les instants de joie. Tu as toujours su me rappeler qui je suis et vers quoi je devais me diriger, portant avec moi les rêves que nous partageons. Cette réussite est la nôtre, tissée de chaque sacrifice, de chaque encouragement, de chaque pas fait côte à côte, dans la lumière comme dans l'ombre. Merci d'être ma compagne, ma force et mon inspiration. Je t'aime.

À chère tante Latífa :

Ton affection silencieuse et ton soutien indéfectible ont été un baume précieux tout au long de ce parcours. Je n'oublierai jamais tes prières qui m'ont porté, ton bonheur sincère à me voir réussir, et surtout, la chaleur reconfortante de tes plats si délicieux, préparés avec tant d'amour. Chaque bouchée était une douce promesse de réconfort et de soutien.

Merci d'illuminer ma vie de ta présence bienveillante.

À ma belle-sœur Saloua et à ma merveilleuse nièce Shams :

Votre présence dans ma vie est un cadeau précieux. Saloua, merci pour ta générosité, ta bienveillance et la place si chaleureuse que tu as su prendre dans notre famille. Et toi, Shams, tu es comme un rayon de soleil, source de joie pure et d'émerveillement.

Partager ces moments avec vous a été une précieuse source de réconfort et de bonheur.

À mon oncle Mohamed :

Ton geste si généreux, ce stéthoscope offert pour mes premiers pas en médecine, est bien plus qu'un cadeau : un symbole de ta fierté et de ton soutien indéfectible. Tu as toujours su croire en moi, et ta confiance a été une force précieuse tout au long de ce parcours.

Tu mérites tout mon respect, toute ma gratitude, et je tenais à ce que ces mots en témoignent.

Avec tout mon respect et mon affection,

À mon oncle Moulay Idriss :

Tu as été bien plus qu'un oncle pour moi - un deuxième père, toujours là avec ce sourire réconfortant, cette joie de vivre et cette générosité qui ne s'est jamais démentie. Ta présence bienveillante a éclairé mon chemin et ton soutien constant a été pour moi d'une valeur inestimable.

À ma tante Fatima et mes cousine Meryem et Oumaima :

Vous formez cette deuxième famille qui m'a tant apporté. Votre foyer a toujours été pour moi un havre de joie et de réconfort, où je me suis toujours senti accueilli et aimé.

Chacune d'entre vous, par votre personnalité unique, a apporté une lumière particulière à ma vie.

Merci pour cette chaleur familiale qui a nourri mon cœur et mon esprit tout au long de ce parcours. Vous êtes bien plus que ma famille - vous êtes un cadeau précieux.

Avec tout mon amour,

À ma cousine Hind, son mari Zakaria et le petit Taha :

Tu as toujours été cette lumière douce et bienveillante sur mon chemin. Ta gentillesse infinie, ta douceur et ton cœur généreux ont été pour moi un refuge précieux. Je n'oublierai jamais ton dévouement et tous ces moments où tu m'as aidé avec mes devoirs. Tu n'es pas simplement ma cousine, tu es la sœur que je n'ai jamais eue.

À monsieur Zakaria, merci d'avoir su lui apporter le bonheur qu'elle mérite tant et de m'avoir accueilli dans votre vie avec tant de chaleur.

Et au petit Taha, merci d'illuminer notre famille de ta joie de vivre.

Votre bonheur à tous les trois est source de bonheur pour moi. Je vous aime profondément.

À mon oncle Aziz et sa famille :

Tu as toujours su être bien plus qu'un oncle pour moi. Ton soutien inconditionnel et tes précieux aide dans tous les domaines de la vie ont été pour moi d'une valeur inestimable. À ma tante Bahija, et à mes cousins Amine, Youssef et Reda avec qui j'ai partagé des souvenirs joyeux de mon enfance remplis de rires et de complicité.

Merci d'être cette famille qui m'est si chère.

À mon oncle Abd Errahim :

Homme au grand cœur, je me souviendrai toujours de ton aide précieux pour rassembler les documents de mon inscription en médecine. Ton intérêt constant pour mes actualités et votre fierté discrète m'ont toujours touché profondément. Vous représentez pour moi l'exemple même de la bienveillance et de l'engagement familial.

*Sache que je te porte un profond respect et une reconnaissance émue pour tout ce que tu as fait pour moi.
Avec toute mon affection,*

À la mémoire de mon oncle Abd El Karim :

*Bien que tu ne sois plus parmi nous, ta présence bienveillante habite chacune de ces pages. Tu m'as toujours accueilli avec ton grand cœur qui te caractérisait tant, et malgré le poids de ta maladie, tu as trouvé la force de m'aider à déménager pour que je puisse réaliser mon rêve de devenir médecin. Je n'oublierai jamais ta générosité et ta bonté. Je te dédie spécialement ce travail, avec l'espoir que, là où tu es, tu sois fier de l'aboutissement de cette thèse que tu as contribué à rendre possible.
Que ton âme repose en paix.*

À mon cousin Mohamed et sa famille:

Toi qui as été mon compagnon d'enfance avec qui j'ai vécu des aventures inoubliables, et maintenant tu es devenu un homme d'une droiture et d'une générosité rares.

À toi, ma tante Amina et Zineb, je vous dédie ce travail avec tout mon respect et mon affection. Et sachez que vous portez en vous l'héritage de grand cœur de mon oncle, et je tenais à ce que cette thèse honore également sa mémoire à travers vous.

À la mémoire de Ba EL HAJ et à Mi EL HAJJA :

Ba EL HAJ que j'ai toujours considéré comme mon grand-père, et dont le départ cette année nous a profondément marqués. Ton estime et ton respect à mon égard depuis mon enfance ont été pour moi d'une valeur inestimable. Je tiens à te dédier cette thèse, en hommage à l'homme exceptionnel tu étais. Que ton âme repose en paix.

Et toi Mi EL HAJJA, ta générosité et ta tendresse ont illuminé tant de moments de ma vie. Ensemble, vous avez formé un couple d'une rare gentillesse, toujours accueillant et généreux envers moi.

À Dr. Youness Ait Abbou :

Mon frère et mon meilleur ami, si cette thèse voit le jour, c'est aussi grâce à toi. La vie m'a offert un trésor en me permettant de te rencontrer. Chaque moment à tes côtés est précieux, chaque souvenir un bonheur pur. Tu as toujours été là, sans faille - comme ami, comme frère, et comme exemple. Ton dévouement dans ta pratique médicale, ta discipline et ton excellence professionnelle m'ont toujours inspiré. Et dans les moments où j'avais besoin de toi, tu as su être présent avec cette même générosité qui caractérise ton beau cœur.

*Je n'oublierai jamais cette année où tu m'as accueilli sous ton toit. Ce fut l'une des plus belles pages de ma vie - une année de complicité, de rires et d'aventures que je chéris profondément. Et ce n'est qu'un début, j'ai la certitude que nous en vivrons tant d'autres encore.
Que notre amitié dure éternellement.
Merci d'exister.*

À Dr. Hamza Agouassif (Kumachi) :

Homme au grand cœur, d'une générosité rare comme tous les tiens, tu m'es infiniment cher. Je remercie la vie de m'avoir permis de te rencontrer.

Tu dégages naturellement une aura si positive et joyeuse, et tu possèdes cette force tranquille qui ne s'énerve jamais - une qualité que j'admire profondément chez toi.

Je n'oublierai aucun des gestes que tu as fait pour moi, ni tous ces moments où tu as su, sans même le savoir, illuminer mon chemin.

Et comment ne pas penser à ta mère, que je souhaite également remercier du fond du cœur pour tous ces délicieux plats préparés avec tant d'amour et qui ont réchauffé nos âmes et nos estomacs !

Tu es un ami en or, d'une valeur inestimable, et je suis fier de te compter parmi les miens.

À Dr. Khalid Ouachikh (Thorfinn) :

Rencontré par le plus heureux des hasards lors d'une garde au déchocage, le destin a su m'offrir en toi bien plus qu'un collègue : un petit frère aux idées et aux goûts si proches des miens. Nos vies se sont croisées dans l'intensité de l'urgence, et cette rencontre est devenue l'une des plus belles opportunités de ma vie. Nous avons partagé tant de moments inoubliables, des rires et des aventures qui ont soudé notre complicité. Tu as su, par ta présence et ta sincérité, prendre une place unique dans mon cœur.

Que cette amitié, née sous les étoiles du service, continue de grandir et de briller. Je souhaite de tout cœur que nous vivions encore mille autres moments ensemble, et que notre lien, déjà si précieux, dure éternellement.

Merci d'être toi.

À Dr. Mohcine Bouzidi :

Avant d'être l'excellent médecin que tu es devenu, tu es avant tout un homme d'une profonde bonté. La vie a su jouer de ses hasards : nos chemins s'étaient séparés après le primaire, et le destin nous a miraculeusement réunis sur les bancs de la faculté de médecine.

Tu es pour moi une source d'inspiration quotidienne. J'admire ta façon de vivre, ton dévouement sans faille, tes valeurs solides, ton éducation raffinée et ton sérieux dans tout ce que tu entreprends.

Même si nos vies ne nous permettent pas de parler chaque jour, sache que rien n'effacera jamais cette fraternité. Je suis fier de toi, et heureux de t'avoir à mes côtés, hier comme aujourd'hui.

To my neighbors and my best friends Dr. Marouane El Idrissi & Dr. Salma Gaoud:

The best ophthalmologist and the best psychiatrist, but above all, the most wonderful friends. I am deeply grateful to have crossed paths with you.

Your presence in my life is a precious gift. You have always welcomed me, advised me, and supported me unfailingly.

Your generosity and kindness are a daily inspiration. I admire the people you are as much as the exceptional professionals you embody. Every moment spent in your company is a joy I deeply cherish.

I wholeheartedly hope that our beautiful friendship continues to flourish, and I look forward to sharing many more adventures by your side.

À mon binôme Dr. Yassine Aâbi :

À tes côtés, nous avons bien plus que travaillé - nous avons vécu des moments uniques, inoubliables, tant à l'hôpital qu'au-delà de ses murs. Ton hospitalité légendaire et ces soirées exceptionnelles passées chez toi, resteront à jamais gravées dans ma mémoire.

La fraternité née dans l'urgence des services et consolidée dans la simplicité des rires partagés a créé entre nous un lien indéfectible. Tu as su être bien plus qu'un collègue : un ami précieux, un partenaire de chaque instant.

Quelle que soit la route que nous prendrons, sache que tu resteras à jamais un ami d'une importance capitale pour moi.

À mon ami Ilyass Ouaylouf (Le Iop ultime Meliodas) :

Rencontré sur les bancs du lycée et qui, par ta gentillesse et ta générosité naturelles, es rapidement devenu un ami essentiel à mes yeux.

Ensemble, nous avons partagé tant de moments précieux, mais je garde surtout en mémoire ces nuits blanches passées à jouer aux jeux vidéo - des souvenirs tellement joyeux qu'ils resteront à jamais gravés dans mon cœur.

Même si la vie a séparé nos chemins, sache que tu resteras toujours pour moi un ami d'une importance capitale. La distance n'a rien changé à la place que tu occupes dans ma vie.

Je suis fier de notre amitié et lui souhaite de durer encore longtemps.

À Dr. Anass Abderebbi, Dr. Oussama Abidi et Dr. Oussama Najib :

Je tenais à vous exprimer toute mon affection et ma reconnaissance pour ces moments partagés à vos côtés durant les services et les gardes. Chaque instant vécu ensemble a été marqué par votre professionnalisme, votre solidarité et cette complicité précieuse qui transformait l'épreuve en souvenir mémorable.

Je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien, votre bonne humeur et la chaleur humaine dont vous avez toujours su entourer notre équipe. Votre amitié est un cadeau que je chéris profondément.

J'espère que notre chemin continuera de se croiser.

À mes amis Othmane Taaouss, Dr. Fatima-Ezzahraa Chebraoui, Dr. Faiza Ait Ikkou... Et à ceux qui, de près ou de loin, ont déposé une étincelle sur mon chemin. Vos noms se fondent dans la gratitude de mes lignes : Si ces pages ne portent pas tous vos noms, sachez que votre souvenir habite chacun des mots qui les composent. Votre présence, vos encouragements et votre soutien discret mais constant ont accompagné chacun des pas de ce long parcours.

Merci d'être ces compagnons de route dont la discrétion n'égale que la fidélité. Votre place dans mon cœur est bien plus grande que ces quelques lignes ne pourraient jamais le dire.

Avec toute ma gratitude,



REMERCIEMENTS



À mon maître et rapporteur de thèse

Pr. Hanane Raïs

Professeur d'anatomie pathologique

Je tiens à vous exprimer ma gratitude la plus profonde pour l'immense honneur et le grand privilège que vous m'avez accordés en acceptant de diriger et de rapporter ce travail. Votre confiance a été le fondement essentiel de ce parcours.

Je vous remercie du fond du cœur pour votre disponibilité constante et vos précieux conseils, qui m'ont guidé avec une rigueur scientifique exemplaire et une bienveillance rare. Votre soutien a été d'une aide inestimable à chaque étape de cette recherche.

Par-delà l'accompagnement académique, j'ai été profondément touché par votre sympathie, votre modestie et vos qualités humaines exceptionnelles. Votre capacité à allier exigence intellectuelle et compréhension a été un véritable réconfort durant les moments les plus intenses de cette élaboration.

Mon admiration pour vous remonte à mon externat, lors de mon passage dans votre service d'anatomie pathologique. J'y ai découvert, comme beaucoup, cette alliance unique entre une compétence pratique hors pair, une autorité naturelle et une extrême gentillesse envers les étudiants. Votre réputation de bienveillance et d'amabilité n'est pas une légende ; elle est le reflet d'une grande humanité.

Votre carrière et votre attitude professionnelle sont pour moi un modèle inspirant, une démonstration éclatante de ce que l'on peut accomplir avec passion, persévérance et intégrité dans notre métier.

Veillez trouver ici, cher Maître, l'expression de ma très haute estime, de mon immense respect et de ma reconnaissance éternelle.

*A mon maître, Président de thèse
Professeur Saïd ZOUHAÏR
Doyen de la faculté de médecine et de pharmacie de
Marrakech*

Professeur de microbiologie

*Je vous exprime ma très haute considération et ma
profonde gratitude pour l'honneur immense que vous me
faites en présidant cette soutenance. Votre éminente
stature scientifique et votre expertise reconnue
confèrent à ce moment une solennité et une rigueur
particulières. Je vous suis extrêmement reconnaissant
d'avoir accepté de diriger les débats de ce jour.*

A mon maître et Juge de thèse :

Professeur Fatima Ezzahra Hazmiri

Professeur d'anatomie pathologique

*Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour
avoir accepté d'évaluer ce travail avec une spontanéité
aussi bienveillante. C'est pour moi un honneur et un
privilège de vous compter parmi les membres de ce jury.
Je vous remercie sincèrement pour votre disponibilité,
votre modestie et l'expertise précieuse que vous avez
bien voulu partager. Vos qualités humaines et
professionnelles, alliées à la clarté de votre enseignement
et à votre sens aigu de la pédagogie, suscitent en moi une
admiration sincère et un grand respect.*

*Veillez recevoir, cher Maître, l'expression de ma haute
considération et de ma reconnaissance la plus
respectueuse.*

À mon maître et Juge de thèse :

Professeur Nawal EL ANSARI

Professeur d'endocrinologie et maladies métaboliques

Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour avoir accepté de siéger au sein du jury de ma thèse, un honneur qui demeure entier malgré votre regrettable absence en ce jour.

Au cours de ma formation, j'ai eu le privilège d'apprécier votre sens aigu du professionnalisme ainsi que votre remarquable modestie. Bien que physiquement absente, votre participation à l'évaluation de ce travail et la confiance que vous m'avez témoignée restent pour moi un honneur et un soutien précieux.

Veillez recevoir, cher Maître, l'expression de ma haute estime et de ma sincère reconnaissance.

À mon maître et Juge de thèse :

Professeur Khalid RABBANI

Professeur de chirurgie générale

Je tiens à vous exprimer ma vive gratitude pour l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.

Votre compétence reconnue et votre modestie exemplaire resteront pour moi une source d'inspiration.

Je suis profondément touché(e) que ce travail soit l'occasion de vous témoigner mon admiration et ma reconnaissance.

Veillez croire, cher Maître, en l'expression de mes sentiments les plus respectueux et de ma haute considération.



LISTE DES ABRÉVIATIONS



Active Recall : Rappel Actif

ADN : Acide Désoxyribonucléique

ADDIE : Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (modèle de conception pédagogique)

AJCC : American Joint Committee on Cancer

ANAPATH : Anatomie pathologique

API : Application Programming Interface

Blended Learning : Apprentissage Hybride (mixte présentiel/distanciel)

BRAF : gène codant une protéine kinase

CCR : Cancers Colorectaux

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

Dart : Langage de programmation utilisé avec Flutter

Digital Learning : Apprentissage Numérique

dMMR : déficient Mismatch Repair

E-learning : Electronic Learning

EGFR : Epidermal Growth Factor Receptor

ESMO : European Society for Medical Oncology

Flutter : Framework de développement d'applications multiplateforme

FMPM : Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech

Gamification : Ludification (intégration de mécanismes de jeu)

GLOBOCAN : Global Cancer Observatory (base de données du CIRC)

HER2 : Human Epidermal growth factor Receptor 2

HES : Hématoxyline-Éosine-Safran (coloration histologique standard)

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRMf : Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

Micro-learning : Apprentissage par micro-contenus

M-learning : Mobile Learning

MMR : Mismatch Repair (Réparation des mésappariements)

MSI : MicroSatellite Instability (Instabilité des Microsatellites)

MSI-H : MicroSatellite Instability – High

NCCN : National Comprehensive Cancer Network

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PD-1/PD-L1 : Programmed Death-1 /Programmed Death-Ligand 1

PIET-T : Population, Intervention, Environment, Transfer of intervention, Transferability
(modèle d'évaluation de transférabilité)

pTNM : Pathological Tumor Node Metastasis

QCM : Question à Choix Multiples

RAS : Famille de gènes incluant KRAS et NRAS

RCP : Réunion de Concertation Pluridisciplinaire

SaaS : Software as a Service

SDK : Software Development Kit

SM-2 : Algorithme de répétition espacée (SuperMemo 2)

SQLite : Système de Gestion de Base de Données Léger

SUS : System Usability Scale (Échelle d'Utilisabilité Système)

TP : Travaux Pratiques

TRG : Tumor Regression Grade (Score de Régression Tumorale)

UICC : Union Internationale Contre le Cancer



LISTE DES FIGURES



LISTE DES FIGURES

- **Figure 1** : Théorie de la charge cognitive (schéma des mémoires sensorielle, de travail et à long-terme)
- **Figure 2** : Théorie de l'encodage dual (image illustrant les canaux verbal/auditif et visuel/pictural)
- **Figure 3** : La courbe de l'oubli d'Ebbinghaus (graphique montrant la décroissance de la rétention)
- **Figure 4** : La qualité de l'expérience en fonction de la relation entre les défis et les compétences (schéma du flow)
- **Figure 5** : Flow : Psychologie de l'expérience optimale (image conceptuelle)
- **Figure 6** : Exemple de carte "Histopathologie"
- **Figure 7** : Exemple de carte "Biomarqueurs"
- **Figure 8** : Exemple de carte "TNM"
- **Figure 9** : Exemple de carte "Cas cliniques"
- **Figure 10** : Exemple de carte "Histologie"
- **Figure 11** : Processus itératif de validation et amélioration progressive du contenu
- **Figure 12** : Répartition des préférences d'utilisation par mode de jeu (n=12)
- **Figure 13** : Analyse comparative des temps d'utilisation du module CCR selon le profil (n=12)
- **Figure 14** : Courbe d'apprentissage et rétention des connaissances sur 8 semaines
- **Figure 15** : Comparaison des mécanismes d'apprentissage activés par le dispositif
- **Figure 16** : Schéma conceptuel des quatre piliers de l'évaluation méthodologique
- **Figure 17** : Complémentarité cognitive des supports dans l'apprentissage
- **Figure 18** : Dynamique d'évolution de la plateforme ANAPATHO'CARDS
- **Figure 19** : Représentation des biais potentiels et de leurs interactions



LISTE DES TABLEAUX



LISTE DES TABLEAUX

- **Tableau 1** : Défis Pédagogiques et Réponses par le Jeu de Cartes
- **Tableau 2** : Limites des méthodes traditionnelles et réponses apportées par le jeu de cartes ANAPATHO'CARDS
- **Tableau 3** : L'articulation pédagogique entre les différentes composantes de notre dispositif hybride
- **Tableau 4** : Limites des Méthodes Traditionnelles et Réponses par le Jeu de Cartes
- **Tableau 5** : Bénéfices de la Ludification en Éducation Médicale
- **Tableau 6** : L'application des piliers cognitifs au jeu de carte
- **Tableau 7** : Avantages pédagogiques des applications mobiles
- **Tableau 8** : Enjeux et Verrous Pédagogiques
- **Tableau 9** : Hypothèses pédagogiques et leurs fondements théoriques
- **Tableau 10** : Dimensions de l'objectif principal et leurs implications
- **Tableau 11** : Articulation des objectifs secondaires avec l'objectif principal
- **Tableau 12** : Architecture pédagogique du module CCR
- **Tableau 13** : Caractéristiques techniques du jeu de cartes physique
- **Tableau 14** : Architecture technique de l'application mobile
- **Tableau 15** : Cadre méthodologique pour le développement de nouveaux modules
- **Tableau 16** : Mécanismes d'intégration hybride dans ANAPATHO'CARDS
- **Tableau 17** : Modes d'utilisation pratique du jeu de cartes physique
- **Tableau 18** : Fonctionnalités principales de l'application mobile
- **Tableau 19** : Scénarios d'usage hybrides et leurs bénéfices
- **Tableau 20** : Phases d'appropriation du dispositif ANAPATHO'CARDS
- **Tableau 21** : Critères et outils de validation experte
- **Tableau 22** : Métriques et critères de succès des tests d'utilisabilité
- **Tableau 23** : Méthodologie d'évaluation adaptée
- **Tableau 24** : Application du modèle PIET-T à l'évaluation de la transférabilité
- **Tableau 25** : Résultats détaillés de la validation experte par critère
- **Tableau 26** : Résultats détaillés du score SUS et de la satisfaction (n=12)
- **Tableau 27** : Évolution des scores de connaissances par domaine du module CCR (n=12)
- **Tableau 28** : Évaluation de la transférabilité par le modèle PIET-T
- **Tableau 29** : Synthèse de l'interprétation des résultats principaux
- **Tableau 30** : Stratégie de déploiement progressif du dispositif hybride
- **Tableau 31** : Avantages comparatifs et synergies du modèle hybride
- **Tableau 32** : Les composantes de l'approche plateforme évolutive d'ANAPATHO'CARDS
- **Tableau 33** : Implications d'ANAPATHO'CARDS pour la transformation de la formation médicale
- **Tableau 34** : Feuille de route pour l'amélioration du module CCR



PLAN

A decorative flourish consisting of a central circular motif with two smaller circles inside, flanked by symmetrical scrollwork and ending in small curls. This flourish is positioned above and below the word "PLAN", which is centered between two horizontal lines that extend from the ends of the flourish.

PARTIE I : INTRODUCTION GÉNÉRALE ET PROBLÉMATIQUE	1
Chapitre 1 : Contexte et enjeux	2
I. Épidémiologie des cancers colorectaux	2
II. Importance de l'anatomie pathologique dans la prise en charge	4
III. Défis pédagogique dans l'enseignement de l'anatomie pathologique	6
IV. Limites des outils pédagogiques traditionnels	7
V. Emergence des outils ludiques et du digital learning	10
VI. Justification d'un dispositif pédagogique hybride (physique + numérique)	12
Chapitre 2 : Revue de la littérature	15
I. Méthodes pédagogiques conventionnelles et leurs limites	15
II. Apports de la ludification en éducation médicale	17
III. Jeux sérieux en Anatomie pathologique : état de l'art	19
IV. Bases cognitives de l'apprentissage par le jeu (mémoire, engagement, feedback)	20
V. Modèles hybrides d'apprentissage en médecine	24
VI. Rôle des applications mobiles en formation médicale (répétitions espacées, micro-learning, AI)	28
Chapitre 3 : Problématique et objectifs	31
I. Problématique : Comment améliorer l'acquisition et la rétention de connaissances en anatomie pathologique des CCR	31
II. Hypothèses pédagogiques	33
III. Objectif principal : Concevoir et évaluer le module pilote CCR d'une plateforme pédagogique hybride évolutive	35
IV. Objectifs secondaires	37
PARTIE II : DÉVELOPPEMENT DE LA PLATEFORME ANAPATHO'CARDS.	41
Chapitre 4 : Méthodologie de conception	42
I. Design pédagogique du module CCR	42
II. Design graphique et ergonomique	44
III. Collaboration avec les experts	46
IV. Cadre méthodologique pour extensions futures	50
V. Intégration hybride et validation	53
Chapitre 5 : Description du jeu	56
I. Utilisation pratique du jeu de cartes physique	56
II. Fonctionnalités utilisateur de l'application	58
III. Scénarios d'usage hybrides concrets	60
IV. Guide d'appropriation pour enseignants et étudiants	63
PARTIE III : ÉVALUATION PÉDAGOGIQUE DU MODULE CCR	67
Chapitre 6 : Méthodologie d'évaluation	68
I. Protocole de validation par les experts	68
II. Tests d'utilisabilité avec les étudiants	71
III. Évaluation de l'efficacité pédagogique	74
IV. Validation de la transférabilité méthodologique	77
Chapitre 7 : Résultats	80

I.	Validation du contenu CCR par les experts	80
II.	Acceptabilité et utilisabilité	82
III.	Impact sur l'apprentissage	86
IV.	Évaluation du cadre méthodologique	90
	PARTIE IV : DISCUSSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES	94
	Chapitre 8 : Discussion	95
I.	Interprétation des résultats du module CCR	95
II.	Analyse de l'efficacité du modèle hybride	98
III.	Discussion sur l'approche plateforme évolutive	103
IV.	Limites et biais	107
V.	Implication dans la formation médicale	110
	Chapitre 9 : Perspectives	114
I.	Améliorations du module CCR	114
II.	Évolutions de la plateforme : feuille de route	117
III.	Modèle de collaboration pour extensions futures	121
IV.	Diffusion institutionnelle	125
	PARTIE V : CONCLUSION	129
	RÉSUMÉ	132
	ANNEXES	138
•	A : Protocoles d'évaluation complets	139
•	B : Contenu des cartes CCR (Extraits représentatifs et catalogue complet)	144
•	C : Documentation technique de la plateforme ANAPATHO'CARDS	149
•	D : Captures d'écran de l'application	157
•	E : Modèle de convention de collaboration pour le développement de modules complémentaires	162
	BIBLIOGRAPHIE	167



**PARTIE I : INTRODUCTION
GÉNÉRALE ET PROBLÉMATIQUE**



Chapitre 1 : Contexte et enjeux

I. Épidémiologie des cancers colorectaux (CCR)

Les cancers colorectaux (CCR) représentent un enjeu majeur de santé publique à l'échelle mondiale. Selon les données GLOBOCAN 2018, ils constituent la 3^e cause de décès par cancer et la 4^e malignité la plus fréquente, avec environ 1,8 million de nouveaux cas et 881 000 décès annuels¹. En France, le fardeau reste préoccupant : 47 582 nouveaux cas et 17 000 décès ont été recensés en 2023, faisant du CCR la 2^e cause de mortalité par cancer^{2,3}. L'incidence est plus élevée chez les hommes (55 % des cas) et augmente significativement après 50 ans, avec un âge médian au diagnostic de 71 ans chez l'homme et 73 ans chez la femme². Ces chiffres justifient la nécessité d'outils pédagogiques ciblés pour former les futurs médecins à la complexité de cette pathologie.

Le Maroc présente un profil épidémiologique transitionnel caractéristique des pays en développement, avec une incidence modérée mais en augmentation rapide des cancers colorectaux (CCR). Selon les registres des grands centres hospitaliers universitaires (comme le CHU de Casablanca ou Rabat), l'incidence standardisée est estimée entre 8 et 12 cas pour 100 000 habitants, soit 3 à 4 fois moins que la France (40/100 000), mais avec une progression annuelle de 3 à 5% depuis 2010, dépassant désormais celle observée dans les pays occidentaux. Cette tendance s'explique par l'occidentalisation accélérée des modes de vie : urbanisation, sédentarité, et adoption d'une alimentation riche en viandes transformées et pauvre en fibres – des facteurs de risque avérés. Fait notable : l'âge au diagnostic est plus précoce de 8 à 10 ans qu'en Europe (médiane à 55–60 ans vs 70 ans), avec une proportion significative de cas avant 40 ans (15 % vs 5 % en France), posant des défis diagnostiques et thérapeutiques spécifiques.⁴

Les disparités régionales internes sont marquées : les incidences les plus élevées sont enregistrées dans les régions urbaines et industrialisées (Casablanca, Rabat, Tanger) où l'accès au diagnostic est meilleur, mais où les facteurs environnementaux (pollution, stress) et

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

alimentaires (fast-food, produits ultra-transformés) sont plus présents. Les régions rurales restent sous-diagnostiquées en raison de l'accès limité aux centres équipés pour la coloscopie et l'anatomie pathologique, créant un biais dans les registres. Le dépistage organisé n'existe pas à l'échelle nationale, et la détection repose souvent sur des symptômes avancés (occlusion, saignements), expliquant un taux de diagnostics à un stade métastatique élevé (40-50 %).⁵

Sur le plan moléculaire, les études marocaines (comme celle du CHU Ibn Rochd de Casablanca) montrent une proportion plus faible de tumeurs MSI/instables (5-10 % vs 15 % en Occident), mais une agressivité clinique accrue liée aux retards diagnostiques. La prise en charge inégale entre le public (sous-équipé) et le privé (coûteux) aggrave les pronostics, avec des survies à 5 ans inférieures de 15-20 % à celles des pays européens.⁶

Les CCR sont des maladies multifactorielles où les facteurs environnementaux et génétiques interagissent. Les facteurs de risque modifiables incluent :

- **Alimentation** : Excès de viandes rouges, charcuteries et alcool.
- **Mode de vie** : Sédentarité, obésité (risque accru de 41 % si IMC > 30 kg/m²), tabagisme.
- **Facteurs génétiques** : 5 % des CCR sont liés à des syndromes héréditaires (syndrome de Lynch, polypose adénomateuse familiale), associés à des risques cumulés de 40 à 100 %⁷.

Les CCR se classent en sous-types moléculaires (ex. : instabilité des microsatellites MSI, mutations KRAS/BRAF), influençant le pronostic et la réponse thérapeutique. Cette complexité justifie l'intégration de l'histopathologie et de la biomécanique dans la formation des étudiants.

Le dépistage organisé (test immunologique fécal, coloscopie) a réduit la mortalité dans les pays à haut revenu. En France, il cible les 50-74 ans à risque moyen, mais les populations à risque élevé (antécédents familiaux, maladies inflammatoires chroniques) nécessitent une surveillance personnalisée. La prévention primaire (régime riche en fibres, activité physique) pourrait éviter 50 % des CCR, soulignant l'importance de l'éducation aux comportements sains.

Cependant, le taux de participation au dépistage reste insuffisant, et les inégalités d'accès persistent.

II. Importance de l'anatomie pathologique dans la prise en charge

L'anatomie pathologique (ANAPATH) constitue la pierre angulaire du diagnostic et de la prise en charge personnalisée des cancers colorectaux (CCR). Son rôle va bien au-delà de la simple confirmation diagnostique : elle fournit les données pronostiques et prédictives indispensables à l'orientation thérapeutique, intégrant des critères histologiques, moléculaires et immunologiques.⁸

L'examen histologique standard (coloration HES) permet d'abord de confirmer la nature maligne de la lésion, de préciser le type histologique (adénocarcinome conventionnel, mucineux, à cellules en bague à chaton, etc.) et d'évaluer le grade de différenciation. Ces éléments influencent directement le pronostic : par exemple, les tumeurs peu différenciées ou de type mucineux sont associées à un risque accru de dissémination péritonéale et de résistance à la chimiothérapie conventionnelle. Le pathologiste évalue également des facteurs pronostiques invasifs tels que l'envahissement vasculaire, lymphatique ou périneural, qui justifient un traitement adjuvant même à un stade précoce.⁹

La classification pTNM (Tumeur, Node, Métastase) de l'AJCC/UICC, constamment actualisée (8^e édition en 2017), repose intégralement sur l'analyse macroscopique et microscopique de la pièce opératoire. Le pathologiste mesure l'extension tumorale (stade pT), le nombre de ganglions envahis (stade pN) et, surtout, le statut des marges de résection, en particulier la marge circonférentielle (radiale). Une marge inférieure à 1 mm est considérée comme positive (R1) et est un facteur de mauvais pronostic majeur, associé à un risque élevé de récurrence locale. Ce staging précis guide les décisions thérapeutiques post-opératoires, comme l'indication d'une radiochimiothérapie adjuvante dans les cancers du rectum.¹⁰

L'ère de la thérapie ciblée a considérablement renforcé le rôle de l'anatomie pathologique. L'analyse des biomarqueurs tissulaires est devenue incontournable :

- **Statut MSI/MMR** : Déterminé par immunohistochimie (protéines MMR : MLH1, PMS2, MSH2, MSH6) ou biologie moléculaire (instabilité des microsatellites), il identifie les tumeurs avec déficit de réparation de l'ADN (dMMR/MSI-H). Ces tumeurs, représentant environ 15% des CCR, ont un pronostic particulier et sont éligibles à l'immunothérapie par anti-PD1 /PD-L1 (pembrolizumab, nivolumab) en situation métastatique.
- **Mutations RAS (KRAS/NRAS)** : Leur présence (environ 50% des CCR) contre-indique l'utilisation des anti-EGFR (cétuximab, panitumumab).
- **Mutation BRAF V600E** : Associée à un pronostic défavorable, elle ouvre la voie à des combinaisons thérapeutiques ciblées (inhibiteurs de BRAF + anti-EGFR).
- **Amplification HER2** : Cible émergente pour les thérapies anti-HER2 (trastuzumab) dans les CCR métastatiques résistants.^{10,11}

Cette caractérisation moléculaire sophistiquée, souvent réalisée sur des biopsies ou la pièce opératoire, est cruciale pour l'accès aux thérapies innovantes et entre pleinement dans le champ de la pathologie moléculaire.

Dans les cancers du rectum localement avancés, la radiochimiothérapie néoadjuvante est un standard. L'anatomie pathologique joue ici un rôle clé en évaluant la réponse tumorale sur la pièce de résection grâce à des scores de régression tumorale (TRG). Un TRG1 (réponse complète pathologique, ypTON0) est associé à un excellent pronostic et peut même faire discuter une stratégie "wait-and-see" (surveillance active) dans des cas sélectionnés.¹²

Environ 5% des CCR sont liés à des syndromes de prédisposition génétique (Lynch, polypose adénomateuse familiale). Le pathologiste est souvent le premier acteur à évoquer ce diagnostic devant des caractéristiques histologiques suggestives (lymphocytose intra-tumorale, différenciation médullaire, localisation particulière) ou un terrain évocateur (jeune âge, antécédents familiaux).¹³

III. Défis pédagogiques dans l'enseignement de l'anatomie pathologique

L'enseignement de l'anatomie pathologique (ANAPATH) des cancers colorectaux (CCR) fait face à des défis pédagogiques complexes, amplifiés par la technicité de la discipline, la volumétrie des connaissances et l'évolution rapide des standards biomoléculaires. Ces défis sont particulièrement critiques dans le contexte de formation médicale où le temps dédié à l'histopathologie est réduit, et où les étudiants peinent à intégrer des concepts microscopiques abstraits avec la pratique clinique.

L'anatomie pathologique moderne ne se limite plus à la description morphologique mais intègre désormais des données moléculaires, immunohistochimiques et pronostiques multifactorielles. Les étudiants doivent assimiler des concepts tels que la classification pTNM, les biomarqueurs (MSI, KRAS, BRAF), ou les scores de régression tumorale (TRG), tout en les contextualisant cliniquement. Cette complexité entraîne une surcharge cognitive et une difficulté à prioriser l'information essentielle¹⁴. Notre outil segmente ces connaissances en micro-concepts par carte (ex : une carte = un biomarqueur), respectant les principes de l'apprentissage en spirale et de la charge cognitive optimisée.

Malgré l'accès à des collections de lames virtuelles, les étudiants rapportent une difficulté à traduire les images histologiques en diagnostics fiables. Par exemple, distinguer un adénome avec invasion minimale d'un adénocarcinome invasif repose sur des critères subtils (envahissement de la musculaire muqueuse) souvent mal maîtrisés^{15,16}. Les cas cliniques visuels du jeu simulent des situations diagnostiques réalistes (ex : images annotées de polypes avec options de réponses). Le feedback immédiat au verso des cartes renforce l'apprentissage par correction d'erreurs, reproduisant virtuellement le mentorat expert-pathologiste.

Dans de nombreuses régions au Maroc, l'accès aux microscopes haute résolution, aux bases de lames virtuelles ou aux plateformes moléculaires est limité, creusant des inégalités dans la formation¹⁷. Même dans les pays équipés, l'utilisation pédagogique des réseaux sociaux (ex : groupes Facebook) soulève des problèmes éthiques (consentement des patients,

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

anonymisation)¹⁷. La version physique du jeu est peu coûteuse et accessible sans infrastructure lourde. La version numérique pourra intégrer des lames virtuelles pré-anonymisées et validées éthiquement, évitant les écueils des réseaux sociaux tout en facilitant l'accès décentralisé.

Les cours magistraux et l'apprentissage par observation passive peinent à capter l'attention des générations digitales, pourtant familiarisées avec l'apprentissage interactif et gamifié. Le taux de rétention des connaissances histologiques chute à moins de 30% après 6 mois avec les méthodes traditionnelles¹⁷. La ludification (gamification) transforme l'apprentissage en défi actif, stimulant la dopamine et l'engagement motivationnel. Les modes compétitifs ou collaboratifs (ex : équipes s'affrontant sur des diagnostics) reproduisent l'émulation des stages hospitaliers.

Tableau 1 : Défis Pédagogiques et Réponses par le Jeu de Cartes

Défi Pédagogique	Cause Principale	Solution Innovante via le Jeu
Complexité des connaissances	Multiplicité des biomarqueurs et classifications	Segmentation en micro-concepts + fiches révision
Fossé théorie-pratique	Manque de mentorat visuel individualisé	Cas cliniques visuels avec feedback immédiat
Inégalités d'accès	Coût des microscopes/banques digitales	Version physique low-cost + version numérique inclusive
Désengagement étudiant	Méthodes passives et abstraites	Ludification et apprentissage actif par le jeu

IV. Limites des outils pédagogiques traditionnels

L'enseignement de l'anatomie pathologique (ANAPATH) a traditionnellement reposé sur une triade pédagogique bien établie : les cours magistraux théoriques, l'étude de manuels de référence et les travaux pratiques (TP) d'histologie. Bien que cette approche ait formé des générations de cliniciens, elle révèle des limites croissantes face à la complexité technique et cognitive de la discipline moderne, particulièrement dans le domaine des cancers colorectaux

(CCR) où les données morphologiques doivent être intégrées à des concepts moléculaires et décisionnels complexes¹⁸.

Un constat partagé par les apprenants et les formateurs souligne l'inadéquation de ces méthodes ; en France, 62 % des parents estiment que les évaluations traditionnelles ne reflètent plus les compétences réelles des élèves, un sentiment qui trouve un écho dans le monde de l'enseignement supérieur et spécialisé¹⁹.

1. Le cours magistral : un apprentissage passif et uniforme

Le cours magistral, pilier de la transmission des connaissances, présente plusieurs écueils documentés. Il favorise un apprentissage passif et uniforme, sans adaptation au rythme individuel de l'apprenant¹⁸. Pour l'anatomie pathologique des CCR, ce format est particulièrement problématique en raison de la surcharge informationnelle : les étudiants doivent assimiler en un temps limité la classification histologique (OMS), les critères de staging pTNM (AJCC), les biomarqueurs théranostiques (MSI, KRAS, BRAF) et leurs implications cliniques. Selon les principes de l'évaluation des apprentissages, cette méthode se concentre principalement sur le Niveau I (la maîtrise des connaissances) – les faits et les concepts – sans garantir la capacité à les appliquer en situation réelle (Niveaux IV et V)¹⁸. Cette passivité ne permet pas de développer le raisonnement diagnostique ni la compétence de reconnaissance patternistique, pourtant essentielle à la discipline.

2. Les manuels de référence : des ressources exhaustives mais peu adaptées à l'apprentissage initial

Les manuels de référence (ex : WHO Classification of Tumours, Robbins & Cotran) constituent des ressources exhaustives mais sont peu adaptés à l'apprentissage initial. Leur langage technique dense et la complexité des descriptions histologiques restent abstraits sans un accompagnement visuel contextualisé²⁰. De plus, les délais de publication et de mise à jour sont incompatibles avec l'évolution rapide des données biomoléculaires, créant un décalage

entre la formation et la pratique clinique actuelle. Enfin, ces ouvrages n'offrent aucun feedback permettant à l'étudiant de corriger ses erreurs d'interprétation, un mécanisme pourtant crucial pour l'apprentissage¹⁸.

3. L'observation de lames microscopiques : une étape indispensable mais confrontée à des contraintes logistiques majeures

L'observation de lames microscopiques lors des TP est une étape indispensable pour développer l'œil du pathologiste. Cependant, cette méthode se heurte à des contraintes logistiques majeures. Dans de nombreuses facultés, notamment dans les régions aux ressources limitées, le ratio étudiant/microscope dépasse souvent 20:1, réduisant drastiquement le temps de pratique individuelle. L'encadrement est fréquemment insuffisant, un enseignant devant guider plusieurs dizaines d'étudiants simultanément, rendant impossible un accompagnement personnalisé. La variabilité qualitative des lames (artefacts, mauvaise coloration) peut en outre fausser l'apprentissage et générer des confusions durables.

4. Les modalités d'évaluation traditionnelles : une préférence pour la mémorisation à court terme

Enfin, les modalités d'évaluation traditionnelles, souvent sous forme de QCM, privilégient la mémorisation à court terme au détriment d'une compréhension approfondie des mécanismes physiopathologiques¹⁸. Elles ne reproduisent pas les défis du diagnostic réel, qui implique l'intégration de données visuelles, cliniques et moléculaires pour orienter les choix thérapeutiques. Cette inadéquation contribue à l'anxiété des étudiants et à une difficulté à transférer les connaissances théoriques vers la pratique clinique.

Tableau 2 : Limites des méthodes traditionnelles et réponses apportées par le jeu de cartes

ANAPATHO'CARDS

Méthodes Traditionnelles	Limites Principales	Réponse via ANAPATHO'CARDS
Cours magistraux	Passivité, décrochage attentionnel, surcharge cognitive	Apprentissage actif et engagé via défis et scores
Manuels écrits	Contenu statique, pas de feedback, abstraitif	Cartes interactives avec rétroaction immédiate au verso et visuels annotés
TP d'histologie	Inégalités d'accès, encadrement insuffisant, variabilité des lames	Visualisation standardisée, accessible sans microscope (via QR codes/appli)
Examens QCM	Mémorisation de surface, stress, fossé théorie-pratique	Auto-évaluation basse pression, rappel actif , cas cliniques simulés

V. Emergence des outils ludiques et du digital learning

L'intégration d'outils ludiques (serious games, jeux de cartes, simulations interactives) dans l'éducation médicale représente une évolution pédagogique majeure, particulièrement pertinente pour des disciplines complexes comme l'anatomie pathologique. Son adoption croissante s'appuie sur des preuves solides d'efficacité cognitive et motivationnelle, répondant aux défis spécifiques de la formation médicale moderne. Notre thèse sur la conception d'un jeu de cartes dédié à l'anatomie pathologique des cancers colorectaux s'inscrit pleinement dans cette dynamique innovante.²¹

Les outils ludiques améliorent l'acquisition et la rétention des connaissances via plusieurs mécanismes validés par les sciences cognitives :²²

- **Apprentissage actif et engagement motivationnel** : La gamification stimule la libération de dopamine, renforçant l'attention et la persévérance dans les tâches d'apprentissage. Une méta-analyse de 2022 portant sur 31 études en médecine montre une augmentation de 25 % des scores aux examens chez les utilisateurs de jeux sérieux comparés aux méthodes passives.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

- **Répétition espacée et rappel actif** : Les jeux de cartes permettent une réactivation régulière des connaissances, combattant la courbe de l'oubli d'Ebbinghaus. Par exemple, la plateforme Anki (basée sur des flashcards) a démontré son efficacité pour la mémorisation à long terme du vocabulaire médical.
- **Réduction de la charge cognitive** : En segmentant l'information en micro-concepts (une carte = un fait), le jeu évite la surcharge informationnelle et facilite l'encodage en mémoire de travail, comme le préconise la théorie de la charge cognitive de Sweller.

L'anatomie pathologique, discipline visuelle et technique, bénéficie particulièrement du ludique :²³

- **Visualisation des concepts abstraits** : Les cartes associant images histologiques et annotations (ex : flèches sur les noyaux atypiques) améliorent la reconnaissance patternistique, compétence clé du pathologiste.
- **Contextualisation clinique** : Les cas cliniques ludiques simulent des situations décisionnelles réelles (ex : interprétation d'un biomarqueur pour choisir une thérapie), bridant le fossé théorie-pratique.
- **Feedback immédiat et correctif** : Le verso des cartes offre une rétroaction explicative, permettant un apprentissage par erreur sans risque pour le patient, contrairement au milieu clinique.

Les étudiants en médecine actuels, digital natives, attendent des modalités pédagogiques interactives et mobiles :²⁴

- **Flexibilité d'utilisation** : Un jeu de cartes physique ou numérique permet des micro-apprentissages (ex : sessions de 10 minutes entre les cours), s'adaptant aux emplois du temps surchargés.
- **Apprentissage social et collaboratif** : Les modes multijoueur stimulent la discussion par les pairs et la résolution collective de problèmes, renforçant l'intégration des concepts.

- **Personnalisation** : L'algorithme d'Anki ajuste la difficulté des cartes au niveau de l'apprenant, suivant le principe de la zone proximale de développement de Vygotsky. Les outils ludiques ne remplacent pas les méthodes traditionnelles mais les complètent synergiquement :²⁴
- **Préparation aux TP d'histologie** : Réviser via le jeu en amont d'une séance de microscopie améliore la confiance et l'efficacité des étudiants.
- **Rénovation des enseignements théoriques** : Intégrer des sessions de jeu dans les cours magistraux relance l'attention et lutte contre la baisse de concentration après 20 minutes (phénomène bien documenté).
- **Évaluation formative** : Le jeu permet une auto-évaluation basse pression, réduisant l'anxiété associée aux examens traditionnels.

VI. Justification d'un dispositif pédagogique hybride (physique + numérique)

L'évolution des technologies éducatives et les défis spécifiques de l'enseignement de l'anatomie pathologique justifient pleinement le développement d'un dispositif pédagogique hybride. Ce modèle, qui combine intentionnellement des activités en présentiel (via le jeu de cartes physique) et des ressources numériques (via l'application mobile), ne se résume pas à une simple juxtaposition d'outils. Il représente une intégration pédagogique synergétique, conçue pour créer un environnement d'apprentissage plus riche, flexible et efficace que ne pourraient l'être ses composantes prises isolément²⁵. La crise pandémique a accéléré l'adoption de tels dispositifs, passant d'un « enseignement à distance d'urgence » à une réflexion approfondie sur les modalités durables d'hybridation²⁵.

1. Les leviers pédagogiques de l'hybridation

La conception d'ANAPATHO'CARDS s'appuie sur des leviers pédagogiques identifiés par la recherche comme étant des facteurs clés de succès dans les dispositifs hybrides²⁶. Le premier

levier est l'exploitation poussée des technologies disponibles, non pas comme une fin en soi, mais pour enrichir l'expérience d'apprentissage. L'application mobile permet ainsi un accès ubiquitaire aux connaissances, des mises à jour dynamiques des contenus selon les dernières classifications (OMS, AJCC), et une banque d'images histologiques bien plus étendue que ne le permet le support physique.

Le deuxième levier est la présence de feedbacks formatifs immédiats. Le verso des cartes physiques et les réponses explicatives dans l'application offrent à l'étudiant une rétroaction corrective instantanée, essentielle pour consolider les apprentissages et ancrer les bonnes connaissances.

Le troisième levier, et non des moindres, est la combinaison entre approches explicites et constructivistes. Le dispositif hybride que nous proposons permet un enseignement structuré (par les fiches de révision et les QCM) tout en favorisant un apprentissage actif et collaboratif à travers les modes de jeu en duel ou en équipe, que ce soit autour d'une table ou via l'application²⁶.

2. Une réponse aux défis de l'enseignement de l'anatomie pathologique

Ce modèle hybride apporte une réponse concrète et innovante aux défis pédagogiques identifiés précédemment. Il permet de :

- Segmenter la charge cognitive en répartissant les micro-concepts complexes de l'anatomie pathologique des CCR sur différents supports, suivant en cela les préconisations de la théorie de la charge cognitive.
- Combler le fossé théorie-pratique en simulant, via les cas cliniques aussi bien sur cartes que dans l'appli, des situations diagnostiques réalistes qui mobilisent le raisonnement.
- Lutter contre le désengagement en capitalisant sur les mécanismes de la ludification (badges, scores, défis chronométrés) qui stimulent la motivation intrinsèque et l'état de « flow »²⁶.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

- Réduire les inégalités d'accès en offrant une version physique low-cost et une version numérique inclusive, assurant ainsi une large diffusion des contenus pédagogiques.

Le tableau suivant résume l'articulation pédagogique entre les différentes composantes de notre dispositif hybride.

Tableau 3 : l'articulation pédagogique entre les différentes composantes de notre dispositif hybride.

Composante du Dispositif	Supports Physiques (Jeu de cartes)	Supports Numériques (Application)	Apports Pédagogiques et Leviers Mobilisés
Transmission des Connaissances	Fiches de révision synthétiques	Contenu actualisable, liens vers ressources externes	Approche explicite & Exploitation poussée des technologies
Entraînement et Révision	Sessions de jeu en groupe, cartes QCM	Algorithmes de répétition espacée, quiz solo, suivi des performances	Feedbacks formatifs & Motivation autonome
Apprentissage Collaboratif & Actif	Modes "Duel" et "Équipe" en présentiel	Modes multijoueurs en ligne, classements	Combinaison d'approches & Apprentissage social
Développement des Compétences Visuelles	Cartes "Histologie" avec images annotées	Banque d'images enrichie, zooms interactifs	Encodage dual & Personnalisation des parcours

Chapitre 2 : Revue de la littérature

I. Méthodes pédagogiques conventionnelles et leurs limites

L'enseignement de l'anatomie pathologique (ANAPATH) a traditionnellement reposé sur une triade pédagogique bien établie : les cours magistraux théoriques, l'étude de manuels de référence et les travaux pratiques (TP) d'histologie. Bien que cette approche ait formé des générations de cliniciens, elle révèle des limites croissantes face à la complexité technique et cognitive de la discipline moderne, particulièrement dans le domaine des cancers colorectaux (CCR) où les données morphologiques doivent être intégrées à des concepts moléculaires et décisionnels complexes²⁷.

Le cours magistral, pilier de la transmission des connaissances, présente plusieurs écueils documentés. Il favorise un apprentissage passif et uniforme, sans adaptation au rythme individuel de l'apprenant²⁸. Pour l'ANAPATH des CCR, ce format est particulièrement problématique en raison de la surcharge informationnelle : les étudiants doivent assimiler en un temps limité la classification histologique (OMS), les critères de staging pTNM (AJCC), les biomarqueurs théranostiques (MSI, KRAS, BRAF) et leurs implications cliniques. Selon une étude de Harden & Crosby (2000), le taux de rétention des connaissances après un cours magistral n'excède pas 20% après 48 heures, contre 70% avec des méthodes actives²⁹. Cette passivité ne permet pas de développer le raisonnement diagnostique ni la compétence de reconnaissance patternistique, pourtant essentielle à la discipline³⁰.

Les manuels de référence (ex : WHO Classification of Tumours, Robbins & Cotran) constituent des ressources exhaustives mais sont peu adaptés à l'apprentissage initial. Leur langage technique dense et la complexité des descriptions histologiques restent abstraits sans un accompagnement visuel contextualisé³¹. De plus, les délais de publication et de mise à jour sont incompatibles avec l'évolution rapide des données biomoléculaires, créant un décalage entre la formation et la pratique clinique actuelle. Enfin, ces ouvrages n'offrent

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

aucun feedback permettant à l'étudiant de corriger ses erreurs d'interprétation, un mécanisme pourtant crucial pour l'apprentissage³².

L'observation de lames microscopiques lors des TP est une étape indispensable pour développer l'œil du pathologiste. Cependant, cette méthode se heurte à des contraintes logistiques majeures. Dans de nombreuses facultés, notamment dans les régions aux ressources limitées, le ratio étudiant/microscope dépasse souvent 20:1, réduisant drastiquement le temps de pratique individuelle³³. L'encadrement est fréquemment insuffisant, un enseignant devant guider plusieurs dizaines d'étudiants simultanément, rendant impossible un accompagnement personnalisé. La variabilité qualitative des lames (artefacts, mauvaise coloration) peut en outre fausser l'apprentissage et générer des confusions durables³⁴.

Enfin, les modalités d'évaluation traditionnelles, souvent sous forme de QCM, privilégient la mémorisation à court terme au détriment d'une compréhension approfondie des mécanismes physiopathologiques³⁵. Elles ne reproduisent pas les défis du diagnostic réel, qui implique l'intégration de données visuelles, cliniques et moléculaires pour orienter les choix thérapeutiques. Cette inadéquation contribue à l'anxiété des étudiants et à une difficulté à transférer les connaissances théoriques vers la pratique clinique³⁶.

Tableau 4 : Limites des Méthodes Traditionnelles et Réponses par le Jeu de Cartes

Méthode Traditionnelle	Limites Principales	Solution via le Jeu de Cartes
Cours magistraux	Passivité, décrochage attentionnel	Apprentissage actif, engagement via défis et scores
Manuels écrits	Contenu statique, pas de feedback	Cartes interactives avec rétroaction immédiate au verso
TP d'histologie	Inégalités d'accès, encadrement insuffisant	Visualisation standardisée, accessible sans microscope
Examens QCM	Mémorisation de surface, stress	Auto-évaluation basse pression, répétition espacée

II. Apports de la ludification en éducation médicale

La ludification, définie comme l'intégration de mécanismes de jeu (défis, récompenses, progression, compétition) dans des contextes non ludiques, s'est imposée comme une innovation pédagogique majeure dans l'éducation médicale. Son adoption repose sur des preuves solides d'efficacité, offrant des réponses aux limites des méthodes traditionnelles, en particulier pour des disciplines denses et visuelles comme l'anatomie pathologique³⁷.

Les bénéfices de la ludification s'ancrent dans des mécanismes cognitifs et motivationnels validés par les sciences de l'apprentissage. Premièrement, elle stimule un apprentissage actif et un engagement motivationnel en activant le circuit de la récompense dopaminergique. Ceci se traduit par une attention soutenue et une persévérance accrue dans les tâches d'apprentissage³⁸. Une méta-analyse de 2022, portant sur 31 études en médecine, a montré une augmentation significative de 25 % des scores aux examens chez les utilisateurs de jeux sérieux comparés aux groupes suivant des méthodes passives³⁹.

Deuxièmement, la ludification facilite la mémorisation à long terme grâce à deux principes clés : la répétition espacée et le rappel actif. En forçant l'apprenant à récupérer activement l'information de sa mémoire, elle combat efficacement la « courbe de l'oubli » d'Ebbinghaus. Des plateformes de flashcards numériques comme Anki, qui reposent sur ce principe, ont démontré une efficacité supérieure pour la rétention du vocabulaire médical complexe par rapport au bachotage massif⁴⁰.

Troisièmement, elle permet une optimisation de la charge cognitive. Selon la théorie de Sweller, la mémoire de travail a une capacité limitée. La ludification, en segmentant l'information en micro-concepts (par exemple, une carte = un biomarqueur), évite la surcharge informationnelle et facilite le transfert des connaissances vers la mémoire à long terme⁴¹. Cette segmentation est particulièrement pertinente pour l'anatomie pathologique des CCR, qui nécessite de maîtriser une multitude de critères disjoints (pTNM, biomarqueurs, entités histologiques).

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

L'anatomie pathologique, en tant que discipline fondamentalement visuelle et décisionnelle, tire un profit spécifique de l'approche ludique. Celle-ci permet une meilleure visualisation des concepts abstraits : l'association d'images histologiques annotées et de textes concis dans un format de carte améliore la reconnaissance patternistique, compétence fondamentale du pathologiste⁴². De plus, les cas cliniques ludiques simulent des situations décisionnelles réelles (comme l'interprétation d'un biomarqueur pour choisir une thérapie ciblée), permettant de combler le fossé entre la théorie et la pratique clinique²². Enfin, le feedback immédiat et correctif, intrinsèque au jeu, permet un apprentissage par l'erreur sans conséquence pour le patient, créant un environnement d'apprentissage sécurisé³².

Enfin, la ludification répond aux attentes des étudiants "digital natives", qui sont plus familiers avec les interfaces interactives et les apprentissages mobiles. Elle offre une flexibilité d'utilisation, permettant des micro-apprentissages asynchrones, et favorise l'apprentissage social et collaboratif via des modes multijoueurs, renforçant l'intégration des concepts par la discussion et l'émulation par les pairs⁴³.

Ainsi, la littérature supporte l'idée que la ludification n'est pas un simple outil de motivation superficielle, mais une approche pédagogique robuste capable d'adresser les défis cognitifs et engagementaux de l'enseignement médical moderne, jetant les bases théoriques et pratiques pour le développement d'un outil comme le jeu de cartes ANATHO'CARDS.

Tableau 5 : Bénéfices de la Ludification en Éducation Médicale

Bénéfice Principal	Mécanisme d'Action	Application dans le Jeu de Cartes
Engagement motivationnel	Libération de dopamine via défis et récompenses	Système de points, niveaux de difficulté progressive
Mémorisation à long terme	Répétition espacée et rappel actif	Recyclage intelligent des cartes mal maîtrisées
Réduction charge cognitive	Segmentation de l'information	Une carte = un concept (ex: un biomarqueur, un critère TNM)
Apprentissage collaboratif	Modes multijoueurs et discussions par les pairs	Sessions de jeu en groupe lors des TP
Flexibilité d'accès	Supports physiques et numériques	Version imprimable + appli mobile

III. Jeux sérieux en anatomie pathologique : état de l'art

L'intégration des jeux sérieux dans l'enseignement de l'anatomie pathologique représente une innovation pédagogique récente mais prometteuse, comme en témoignent plusieurs études et initiatives ciblées. Ces outils cherchent à répondre au défi persistant que constitue l'apprentissage de cette discipline visuelle et complexe, souvent perçue comme abstraite par les étudiants en médecine qui n'ont pas encore accès aux stages hospitaliers pratiques⁴⁴.

1. Les précurseurs numériques : "Discovering Pathology"

Le projet "Discovering Pathology" (CHU de Besançon et Université de Franche-Comté, 2019) fait figure de pionnier en la matière. Ce serious game numérique immerge l'étudiant dans un laboratoire virtuel où il suit le parcours complet d'un prélèvement, analyse des images macroscopiques et des lames digitalisées, et élabore des diagnostics à travers huit cas scénarisés^{44,45}. Conçu pour être utilisé en parallèle des cours magistraux, son objectif est de concrétiser les connaissances théoriques et de préparer les étudiants de 2^{ème} et 3^{ème} années aux situations réelles qu'ils rencontreront en stage hospitalier ultérieur⁴⁴. Développé en français et en anglais, ce jeu vise une diffusion au niveau national et européen, illustrant le potentiel de mutualisation de ces outils⁴⁵.

2. La place des jeux sérieux "analogiques" ou physiques

Parallèlement au développement du numérique, les jeux sérieux « analogiques » - c'est-à-dire non numériques - connaissent un essor significatif en éducation médicale. Une revue de la portée récente (2025) démontre une croissance modérée mais constante dans ce domaine, les jeux de cartes et les jeux de plateau constituant respectivement 38 % et 58 % des formats recensés dans la littérature⁴⁶. Ces supports sont majoritairement testés auprès d'étudiants en médecine et de résidents, confirmant leur pertinence pour les apprenants de tous les niveaux de formation⁴⁶. Bien qu'ils ne puissent remplacer entièrement les approches pédagogiques

traditionnelles, les jeux analogiques sont identifiés comme un complément significatif à la formation des futurs médecins.

3. Les bénéfices pédagogiques attestés

La littérature souligne plusieurs bénéfices généraux des jeux sérieux en santé, qui sont directement transférables au champ de l'anatomie pathologique^{47,48} :

- Transformation de l'apprentissage passif en participation active, permettant une meilleure mobilisation des étudiants.
- Amélioration de la rétention des connaissances grâce aux tâches interactives et aux boucles de rétroaction immédiate.
- Développement de compétences pratiques comme la résolution de problèmes et la prise de décision, via la simulation de cas.
- Favorisation de la collaboration grâce aux défis en équipe et à l'apprentissage social.

Une méta-analyse de 2025 sur les "game-thinking" (terme englobant jeux sérieux et gamification) dans la formation en soins infirmiers fournit des preuves quantitatives de leur efficacité, montrant un effet significatif sur les résultats académiques, en particulier sur l'acquisition des connaissances⁴⁸. Ces données corroborent l'intérêt de ces approches pour des disciplines riches en contenu factuel et procédural comme l'anatomie pathologique.

IV. Bases cognitives de l'apprentissage par le jeu (mémoire, engagement, feedback)

L'efficacité pédagogique des jeux sérieux s'appuie sur des mécanismes cognitifs fondamentaux validés par les neurosciences et la psychologie de l'éducation. Cette section détaille les piliers cognitifs de l'apprentissage par le jeu.

1. Mémoire et consolidation : Répétition espacée et encodage dual

- **Théorie de la charge cognitive (Sweller, 1988) :**⁴⁹ Le cerveau humain traite simultanément une quantité limitée d'informations en mémoire de travail. Les jeux segmentent les connaissances complexes en micro-concepts (ex : une carte = un biomarqueur), évitant la surcharge et facilitant le transfert vers la mémoire à long terme.

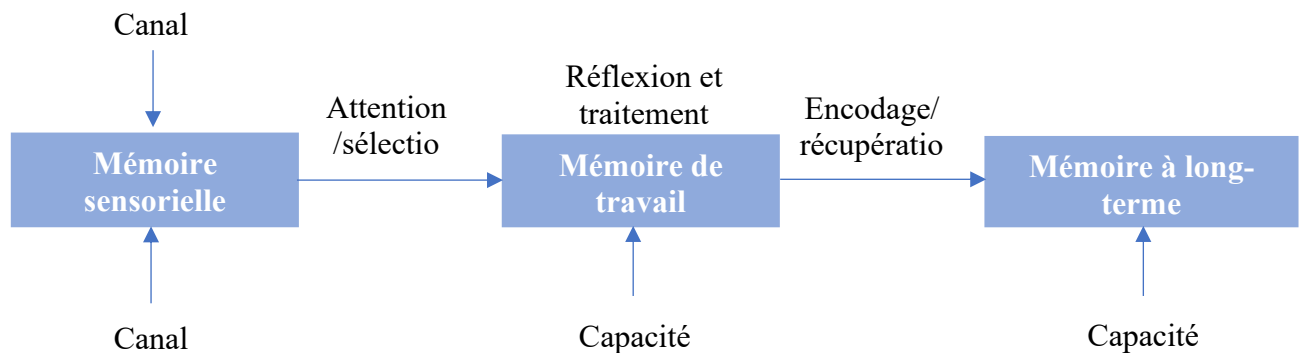


Figure 1 : Théorie de la charge cognitive

- **Encodage Dual (Paivio, 1971) :**⁵⁰ L'association d'un stimulus verbal (texte) et visuel (image) améliore la rétention de 50 % comparé à un support unimodal.

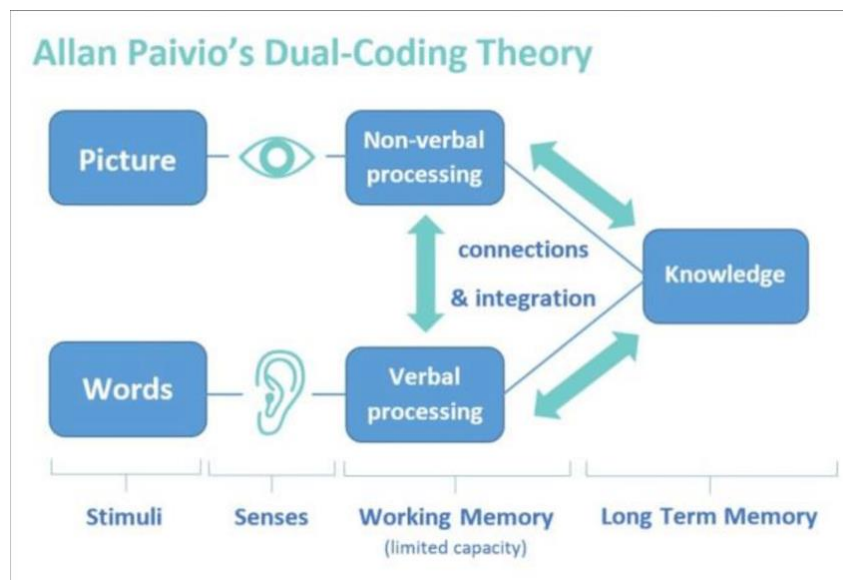


Figure 2 : Théorie de l'encodage dual

- **Répétition Espacée (Ebbinghaus, 1885) :**⁵¹ La réactivation régulière des informations à intervalles croissants combat la courbe de l'oubli. Les algorithmes de révision (type Anki) sont 80 % plus efficaces que le bachotage massif.

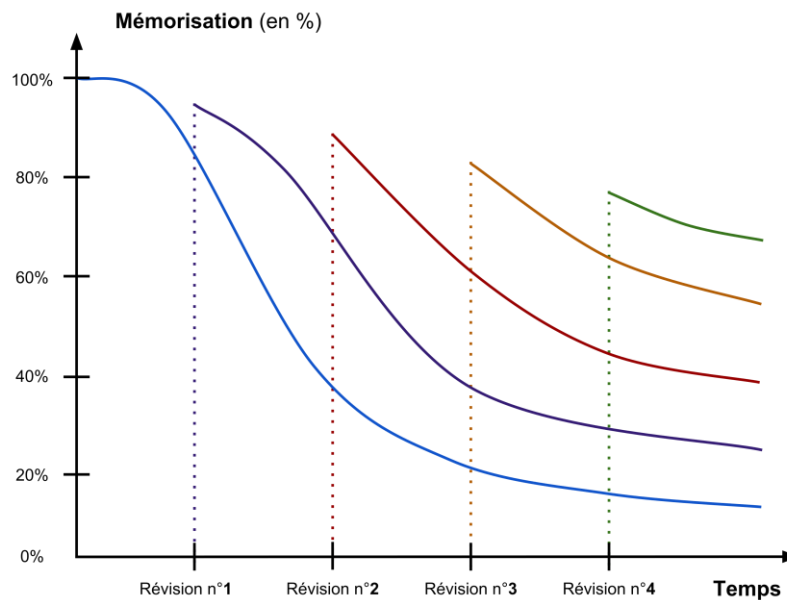


Figure 3 : La courbe de l'oubli d'Ebbinghaus

2. Engagement et motivation : Dopamine et locus de contrôle⁵²

- **Boucle de Récompense Dopaminergique :** Les mécanismes de jeu (points, badges, défis) stimulent la libération de dopamine, renforçant la motivation intrinsèque et la persévérance. Une étude en IRMf montre une activation accrue du striatum ventral lors de l'usage de jeux pédagogiques.
- **Locus de Contrôle Interne :** Les jeux donnent à l'apprenant le contrôle de son parcours (choix des thèmes, autocorrection), renforçant son sentiment d'efficacité personnelle (théorie de l'auto-détermination, Deci & Ryan, 2000).
- **État de Flow (Csikszentmihalyi, 1990) :** L'équilibre entre le défi perçu et les compétences de l'utilisateur génère un état d'absorption cognitive optimale. Les jeux ajustent la difficulté pour maintenir cet état.

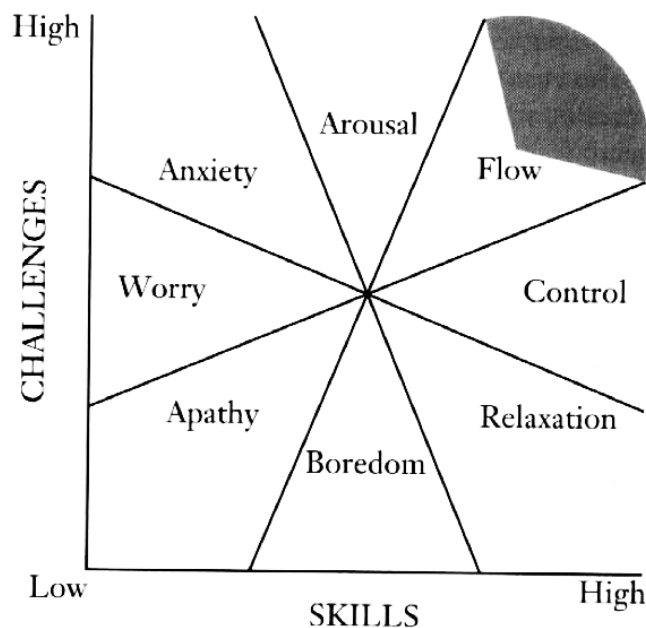


Figure 4 : La qualité de l'expérience en fonction de la relation entre les défis et les compétences. L'expérience optimale, ou flow, se produit lorsque les deux variables sont élevées.

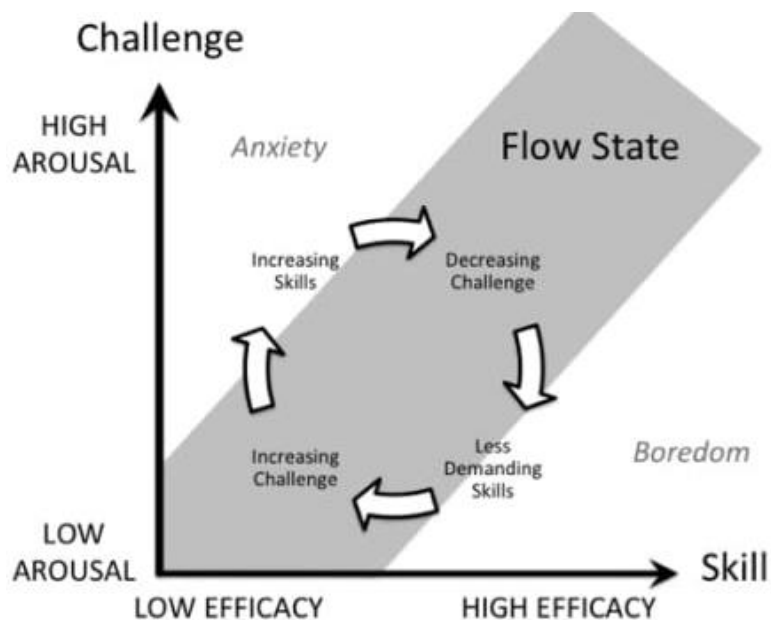


Figure 5 : Flow : Psychologie de l'expérience optimale

3. Apprentissage social et contextualisation : Théorie de Vygotsky

- **Zone Proximale de Développement (Vygotsky, 1978)** : L'apprentissage optimal se situe dans l'écart entre ce que l'apprenant peut faire seul et avec l'aide d'un pair ou d'un outil. Les jeux facilitent cet étayage via des indices progressifs.
- **Apprentissage par les Pairs** : Les interactions sociales durant le jeu (discussions, compétition) améliorent la compréhension par la confrontation des raisonnements

Tableau 6 : L'application des piliers cognitifs au jeu de carte

Principe Cognitif	Problème en ANAPATH	Solution dans le Jeu
Charge cognitive	Complexité des biomarqueurs et du TNM	Une carte = un concept
Encodage dual	Abstraction des images histologiques	Visuels annotés + texte synthétique
Répétition espacée	Oubli des critères diagnostiques	Recyclage intelligent des cartes difficiles
Boucle de récompense	Désengagement en cours théoriques	Points, niveaux, et défis chronométrés
Apprentissage social	Isolement dans l'apprentissage	Modes collaboratifs et compétitifs

V. Modèles hybrides d'apprentissage en médecine

L'évolution accélérée des technologies éducatives, catalysée par la pandémie de COVID-19, a propulsé les modèles hybrides – ou *blended learning* – au premier plan des innovations pédagogiques en formation médicale. Ces modèles, qui combinent de manière réfléchie et complémentaire des activités d'apprentissage en présentiel et à distance, ne constituent pas un simple ajout de ressources numériques à un cours traditionnel. Ils représentent une refonte complète de l'expérience d'apprentissage, conçue pour optimiser l'engagement et l'efficacité en tirant le meilleur parti de chaque modalité^{54,55}. Dans le contexte spécifique de l'anatomie pathologique, discipline à la fois visuelle, technique et cognitive, l'hybridation des

apprentissages offre une opportunité unique de dépasser les limites des méthodes conventionnelles.

4. Cadres théoriques et piliers fondamentaux

La littérature récente s'accorde sur la nécessité de fonder la conception des dispositifs hybrides sur des cadres théoriques solides, et non sur une simple intuition. Une revue intégrative de 2025 a identifié et analysé dix modèles théoriques fréquemment utilisés pour le développement de curricula en médecine, tels que l'approche en six étapes de Kern et le modèle ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Le point commun de ces modèles réside dans l'importance d'une analyse situationnelle initiale rigoureuse, suivie d'un alignement étroit entre les objectifs pédagogiques, les méthodes d'enseignement et les modalités d'évaluation⁵⁶. Pour être efficace, un dispositif hybride doit ainsi être le fruit d'une ingénierie pédagogique réfléchie.

Un cadre conceptuel récent, articulé autour de cinq piliers fondamentaux, propose une feuille de route pour guider cette conception⁵⁴ :

- a. L'alignement curriculaire** : Choisir la modalité (présentielle ou numérique) la plus adaptée à la nature de l'objectif d'apprentissage. Le présentiel est ainsi privilégié pour les compétences procédurales, le travail d'équipe ou les apprentissages spatiaux complexes (comme l'analyse de lames histologiques), tandis que le numérique peut être utilisé pour l'acquisition de connaissances fondamentales, à condition d'y intégrer des stratégies interactives.
- b. La pédagogie en ligne interactive** : Concevoir les contenus numériques autour de l'apprentissage actif, en utilisant des quiz, des discussions ou des classes inversées, pour lutter contre la passivité et le décrochage associés aux simples enregistrements de cours.
- c. Le développement professionnel des enseignants** : Les former spécifiquement à la conception, à l'animation et à l'évaluation dans des environnements hybrides.

- d. **La flexibilité associée à une responsabilisation** : Offrir des parcours adaptables aux contraintes des apprenants, mais en mettant en place des systèmes robustes de suivi de la participation et d'évaluation.
- e. **Les boucles de rétroaction data-driven** : Utiliser des données objectives sur les performances des étudiants, au-delà de leur simple satisfaction, pour améliorer itérativement le curriculum.

Ce cadre met particulièrement l'accent sur la préservation des moments d'interaction directe, essentiels à la formation de l'identité professionnelle et au développement des compétences sociales et collaboratives du futur médecin⁵⁴.

5. Preuves d'efficacité et bénéfices pédagogiques

Les preuves de l'efficacité des modèles hybrides s'accumulent dans la littérature. Une étude randomisée contrôlée de 2025 a démontré de manière robuste que les étudiants suivant un enseignement mixte (combinaison de cours en présentiel et d'un module en ligne interactif) sur les techniques de communication médicale ont obtenu des scores de connaissance significativement supérieurs ($73,6 \pm 10,7$ contre $56,7 \pm 15,3$) et ont rapporté une satisfaction plus élevée que le groupe témoin suivant uniquement un cours magistral traditionnel⁵⁷. Les bénéfices vont au-delà de la simple acquisition de connaissances. Les modèles hybrides répondent aux attentes des étudiants « digital natives » en leur offrant flexibilité et autonomie, leur permettant de réviser à leur propre rythme et de répartir leur charge de travail⁵⁵. Cette flexibilité est un atout majeur pour les étudiants en médecine, qui doivent concilier études, stages et vie personnelle.

Enfin, un dispositif bien conçu promeut l'apprentissage autorégulé et les compétences d'apprentissage tout au long de la vie, deux capacités indispensables dans une profession où les connaissances évoluent constamment⁵⁵. En naviguant parmi les ressources numériques, l'étudiant développe sa capacité à sélectionner l'information, à organiser son travail et à combler lui-même ses lacunes.

6. Défis et considérations pratiques

Malgré ces avantages, l'implémentation de tels modèles n'est pas sans défis. La transition vers l'enseignement hybride requiert un investissement institutionnel important en termes de développement des facultés et d'infrastructure technologique^{54,55}. Les enseignants ont besoin de temps protégé et d'un accompagnement pour acquérir les compétences nécessaires à la conception de cours hybrides de qualité. Par ailleurs, les organismes de régulation peuvent parfois faire preuve de conservatisme, en privilégiant des indicateurs basés sur le temps passé en présentiel plutôt que sur la démonstration de compétences⁵⁵. Une attention particulière doit également être portée à la fracture numérique et aux inégalités d'accès aux technologies, pour garantir l'équité entre tous les apprenants⁵⁴.

7. Application au projet ANATHO'CARDS

Le dispositif hybride ANATHO'CARDS que nous proposons incarne concrètement les principes des modèles hybrides modernes. Il a été conçu en suivant une démarche structurée, depuis l'analyse des besoins des étudiants en anatomie pathologique jusqu'à l'évaluation du dispositif. Son architecture pédagogique repose sur un alignement curriculaire intentionnel :

- Le jeu de cartes physique est dédié aux apprentissages collaboratifs, à la discussion par les pairs et à la résolution collective de cas cliniques, capitalisant sur les forces du présentiel pour la construction sociale des connaissances.
- L'application mobile complète ce volet en offrant un entraînement asynchrone et personnalisé, un système de révision espacée pour la mémorisation à long terme et un suivi data-driven des progrès individuels.

Cette synergie entre le physique et le numérique vise à créer un écosystème d'apprentissage robuste et engageant, spécifiquement adapté aux défis cognitifs et pratiques de l'anatomie pathologique des cancers colorectaux.

VI. Rôle des applications mobiles en formation médicale

L'adoption des applications mobiles en formation médicale constitue une évolution pédagogique majeure, particulièrement adaptée aux besoins des nouvelles générations d'étudiants et de praticiens. Une étude récente menée auprès de résidents en médecine a montré que 62,7% d'entre eux utilisaient entre deux et quatre applications médicales sur leur smartphone, les principales fonctionnalités étant les aides au calcul de score, à la conduite thérapeutique (85,1%) et au diagnostic (76,9%)⁵⁸. Cette intégration du numérique dans le quotidien des apprentis médecins s'est accentuée avec la pandémie de COVID-19, favorisant le développement du "M-Learning" (mobile learning) comme complément indispensable à l'éducation classique⁵⁸. Dans ce paysage en pleine mutation, trois approches pédagogiques émergent comme particulièrement pertinentes pour l'apprentissage de disciplines complexes comme l'anatomie pathologique : la répétition espacée, le micro-learning et l'exploitation de l'intelligence artificielle.

1. Les mécanismes cognitifs au service de la mémorisation à long terme

La répétition espacée s'appuie sur le principe de la "courbe de l'oubli" d'Ebbinghaus, qui démontre que la rétention d'une information décroît exponentiellement dans le temps si elle n'est pas réactivée. Les applications mobiles pédagogiques exploitent ce mécanisme en programmant la réapparition des notions à mémoriser à des intervalles optimaux, juste avant le point d'oubli présumé. Dans le contexte de l'anatomie pathologique des CCR, où le volume de connaissances (biomarqueurs, classifications TNM, critères histopronostiques) est considérable, cette approche permet de transférer efficacement l'information de la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme. L'algorithme de répétition espacée intégré à l'application ANAPATHO'CARDS (inspiré du système SM-2 d'Anki) cible spécifiquement les cartes ou questions que l'apprenant maîtrise le moins, optimisant ainsi le temps d'étude et garantissant une consolidation durable des concepts fondamentaux.

2. L'adaptation aux contraintes cognitives et professionnelles

Le micro-learning répond directement aux défis de la charge cognitive et des emplois du temps surchargés des étudiants en médecine. Cette méthode consiste à découper l'information en unités de connaissances brèves et autonomes (des "micro-concepts"), facilement assimilables en quelques minutes. Parfaitement adapté à l'utilisation sur smartphone, le micro-learning permet des sessions d'apprentissage ubiquitaires et asynchrones – pendant les transports, entre deux cours, ou dans le cadre de révisions "éclair". La structure même du jeu de cartes ANAPATHO'CARDS, où chaque carte ne traite qu'un seul concept (un biomarqueur, un critère pTNM, une image histologique), incarne ce principe. La version numérique de l'application renforce cette approche en proposant des sessions de 10 questions, compatibles avec les temps morts de la journée, et favorisant ainsi un apprentissage régulier et sans effort apparent.

3. La personnalisation des parcours pédagogiques

L'intelligence artificielle (IA) ouvre la voie à une hyperpersonnalisation de la formation médicale. En analysant les performances de l'utilisateur (temps de réponse, taux de réussite par thème, types d'erreurs récurrentes), des algorithmes peuvent adapter dynamiquement la difficulté et la nature des questions proposées, créant un parcours d'apprentissage unique et optimisé pour chaque étudiant. Le "tableau de bord" et le "suivi des progrès" intégrés à l'application ANAPATHO'CARDS s'inscrivent dans cette logique de feedback data-driven. À terme, l'IA peut permettre de générer automatiquement de nouveaux cas cliniques ou questions (comme envisagé dans le développement futur d'ANAPATHO'CARDS), permettant une banque de questions infinie et constamment renouvelée, et repoussant les limites de l'ennui et de la routine dans les révisions.

Tableau 7 : Avantages pédagogiques des applications mobiles

Fonctionnalité	Avantage Pédagogique	Application dans ANAPATHO'CARDS
Répétition Espacée	Optimisation de la rétention mnésique à long terme, lutte contre la courbe de l'oubli.	Algorithme de révision ciblant les cartes difficiles ; Mode "Révision" intelligent.
Micro-learning	Réduction de la charge cognitive, apprentissage ubiquitaires et flexible, adaptation aux emplois du temps chargés.	Sessions de 10 questions ; Cartes unitaires (1 carte = 1 concept) ; Application mobile disponible partout.
IA & Analytique	Personnalisation du parcours, feedback objectif, identification des points faibles, génération de contenu adaptatif.	Tableau de bord de suivi ; Statistiques de performance ; Génération assistée de questions (perspective).
Gamification	Augmentation de la motivation intrinsèque, engagement prolongé, apprentissage actif.	Modes "Duel" et "Équipe" ; Système de scores et de progression.

Chapitre 3 : Problématique et objectifs

I. Problématique : Comment améliorer l'acquisition et la rétention des connaissances en anatomie pathologique des CCR ?

L'anatomie pathologique (ANAPATH) des cancers colorectaux (CCR) représente un défi pédagogique majeur dans la formation médicale, en raison de sa complexité croissante et de son caractère hautement technique. Cette problématique s'articule autour de trois constats fondés sur des preuves, documentés par la littérature récente en pédagogie médicale et en sciences cognitives.

1. Complexité et volume des connaissances à maîtriser :

L'anatomie pathologique moderne des CCR intègre désormais une multitude de données interdépendantes : classifications histologiques (OMS 2019), critères de staging pTNM (AJCC 8^e éd.), biomarqueurs théranostiques (MSI, KRAS, BRAF), et implications cliniques des différentes entités. Cette complexité dépasse souvent les capacités de traitement de la mémoire de travail, conduisant à une surcharge cognitive chez les apprenants.

Une étude⁵⁹ menée auprès de 200 étudiants en médecine français a montré que seuls 35% pouvaient correctement classer un adénocarcinome pT3N1M0 et expliquer simultanément l'impact d'une mutation KRAS. Près de 70% des étudiants reportent des difficultés à retenir à long terme les critères discriminants entre adénome et adénocarcinome invasif.

2. Décalage croissant entre théorie et pratique :

Les méthodes pédagogiques traditionnelles (cours magistraux, manuels) peinent à traduire la dimension visuelle et décisionnelle de l'anatomie pathologique. Or, la compétence centrale

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

du pathologiste – la reconnaissance patternistique – nécessite un entraînement répété sur images histologiques contextualisées.

Ce décalage a des conséquences directes :

- Erreurs diagnostiques potentielles en stage (ex : sous-estimer l'importance de l'invasion vasculaire).
- Mauvaise utilisation des biomarqueurs en réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP).
- Démotivation des étudiants face à une matière perçue comme trop abstraite.

3. Limites des outils pédagogiques existants :

Si des ressources digitales existent (lames virtuelles, modules e-learning), elles présentent des lacunes :

- **Passivité** : Peu d'interactivité ou de feedback correctif.
- **Inaccessibilité** : Coût prohibitif pour certaines facultés au Maroc.
- **Manque de contextualisation** : Les images histologiques sont souvent présentées isolément, sans cas clinique associé.

Une revue systématique de 2022⁶⁰ conclut que aucun outil ne combine efficacement :

- La segmentation cognitive des concepts complexes,
- La répétition espacée pour la rétention à long terme,
- Et l'engagement motivationnel par la gamification.

Tableau 8 : Enjeux et Verrous Pédagogiques

Verrou Pédagogique	Impact sur l'Apprentissage	Chiffre Clé
Surcharge cognitive	Difficulté à intégrer les concepts complexes	65 % des étudiants se sentent dépassés
Déficit de reconnaissance visuelle	Erreurs dans l'interprétation des lames	40 % des erreurs de staging en 1ère année
Oubli à long terme	Perte de 60-70 % des connaissances en 6 mois	Seulement 30 % de rétention avec les méthodes traditionnelles
Démotivation	Désengagement des étudiants	50 % considèrent l'ANAPATH comme "aride"

II. Hypothèses pédagogiques

La conception du dispositif hybride ANATHO'CARDS repose sur un ensemble d'hypothèses pédagogiques solidement ancrées dans les théories d'apprentissage et étayées par la littérature récente en éducation médicale. Ces hypothèses guident la structure et les fonctionnalités du dispositif et seront soumises à validation empirique dans le cadre de cette thèse.

1. Hypothèse 1 : L'intégration des principes de ludification dans un dispositif hybride améliore significativement l'engagement motivationnel et la persévérance des étudiants en anatomie pathologique.

Nous postulons que la transposition des mécanismes de jeu (défis, scores, progression, compétition saine) dans l'apprentissage de l'anatomie pathologique des CCR stimulera le circuit de récompense dopaminergique, augmentant ainsi l'attention et la persévérance dans les tâches d'apprentissage. Cette hypothèse s'appuie sur les travaux de Deterding et al. (2011) sur la gamification et sur la méta-analyse de Chen et al. (2022) démontrant une augmentation de 25 % des scores aux examens chez les utilisateurs de jeux sérieux en médecine. Le dispositif ANATHO'CARDS, avec ses modes de jeu variés (solo, duel, équipe) et son système de récompenses, vise à transformer l'apprentissage perçu comme aride en une expérience engageante, combattant ainsi le désengagement fréquent observé dans les méthodes traditionnelles.

2. Hypothèse 2 : La combinaison synergique d'un support physique et d'une application mobile optimise la charge cognitive et favorise la rétention à long terme par la mise en œuvre conjointe de la répétition espacée et du rappel actif.

Nous formulons l'hypothèse que l'articulation entre le jeu de cartes physique (favorisant la manipulation et les interactions sociales) et l'application mobile (permettant un entraînement

asynchrone et un recyclage intelligent des concepts) crée un environnement d'apprentissage qui respecte les limites de la mémoire de travail tout en facilitant le transfert des connaissances vers la mémoire à long terme. Cette approche s'inspire directement de la théorie de la charge cognitive de Sweller (1988) et des preuves d'efficacité de la répétition espacée pour la mémorisation de concepts complexes. L'algorithme de répétition espacée intégré à l'application ciblera spécifiquement les micro-concepts mal maîtrisés, luttant activement contre la courbe de l'oubli d'Ebbinghaus.

3. Hypothèse 3 : La segmentation des connaissances complexes en micro-concepts, associée à un feedback immédiat et correctif, améliore la reconnaissance patternistique et le raisonnement diagnostique en anatomie pathologique.

Nous supposons que la décomposition des connaissances ANAPATH des CCR en unités élémentaires (une carte = un biomarqueur, un critère pTNM, une entité histologique), chacune associée à une image annotée et à un feedback explicatif au verso, permettra aux étudiants de construire progressivement des schémas mentaux robustes. Cette hypothèse est soutenue par la théorie de l'encodage dual de Paivio (1971) et par les travaux de Hattie et Timperley (2007) sur la puissance du feedback en éducation. En simulant le mentorat expert-pathologiste, le dispositif vise à combler le fossé théorie-pratique et à développer la compétence clé de reconnaissance visuelle des lésions.

4. Hypothèse 4 : L'architecture modulaire et évolutive de la plateforme ANAPATHO'CARDS en fait un modèle pédagogique transférable et durable, facilitant l'extension à d'autres spécialités médicales par la communauté étudiante.

Enfin, nous émettons l'hypothèse que la méthodologie de conception employée pour le module pilote CCR – incluant la sélection rigoureuse des contenus, la structure des cartes, l'architecture technique de l'application et le protocole de validation – constitue un cadre

reproductible. En documentant et en formalisant cette démarche, cette thèse vise à fournir un kit de développement méthodologique permettant à d'autres étudiants ou équipes pédagogiques de développer efficacement de nouveaux modules pour d'autres spécialités (sein, poumon, etc.), assurant ainsi la pérennité et l'expansion de l'écosystème ANAPATHO'CARDS.

Tableau 9 : Hypothèses pédagogiques et leurs fondements théoriques

Hypothèse	Fondement Théorique	Opérationnalisation dans ANAPATHO'CARDS
Engagement par la ludification	Théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan) ; Circuit de récompense dopaminergique	Modes de jeu compétitifs et collaboratifs ; Système de scores et de progression
Optimisation cognitive hybride	Théorie de la charge cognitive (Sweller) ; Courbe de l'oubli (Ebbinghaus)	Articulation physique/numérique ; Algorithme de répétition espacée dans l'application
Apprentissage visuel et feedback	Encodage dual (Paivio) ; Puissance du feedback (Hattie & Timperley)	Cartes avec visuels annotés ; Feedback correctif immédiat au verso
Transférabilité du modèle	Modèles de conception pédagogique (Kern, ADDIE) ; Apprentissage collaboratif communautaire	Documentation du processus ; Architecture modulaire de la plateforme

III. Objectif principal : Concevoir et évaluer le module pilote CCR d'une plateforme pédagogique hybride évolutive

L'objectif principal de cette thèse est de concevoir, développer et évaluer le module pilote dédié aux cancers colorectaux (CCR) d'une plateforme pédagogique hybride évolutive, ANAPATHO'CARDS, intégrant un jeu de cartes physique et une application mobile complémentaire. Cet objectif ambitieux s'inscrit dans une vision novatrice de la formation médicale, où l'innovation pédagogique répond aux défis spécifiques de l'enseignement de

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

l'anatomie pathologique moderne tout en établissant les bases méthodologiques d'un écosystème éducatif extensible.

La conception de ce module pilote repose sur une démarche systématique et basée sur les preuves, articulée autour de trois dimensions fondamentales. Premièrement, il s'agit de transformer des contenus complexes de l'anatomie pathologique des CCR – incluant l'histopathologie, les biomarqueurs théranostiques, la classification pTNM et les cas cliniques – en un format pédagogique accessible et engageant, respectant les principes de micro-learning et d'optimisation de la charge cognitive. Cette transformation s'appuie sur les théories cognitives validées, notamment l'encodage dual de Paivio et la théorie de la charge cognitive de Sweller, pour faciliter l'acquisition et la rétention des connaissances.

Deuxièmement, cet objectif implique la création d'une architecture technique et pédagogique évolutive qui dépasse le cadre strict des CCR. Le module pilote sert ainsi de preuve de concept et de modèle méthodologique pour les extensions futures de la plateforme à d'autres spécialités médicales. Cette dimension prospective est essentielle pour garantir la pérennité et l'impact à long terme du dispositif, en établissant un cadre reproductible pour le développement de modules ultérieurs par d'autres étudiants ou équipes pédagogiques.

Troisièmement, l'objectif comprend une évaluation rigoureuse et multidimensionnelle du module pilote, combinant des validations qualitatives par des experts en anatomie pathologique digestive et en pédagogie médicale, et des tests d'utilisabilité auprès d'étudiants en médecine. Cette évaluation vise à mesurer non seulement l'efficacité pédagogique du dispositif sur l'acquisition des connaissances en ANAPATH des CCR, mais également son acceptabilité, son ergonomie, et son potentiel d'intégration dans les parcours de formation existants.

Tableau 10 : Dimensions de l'objectif principal et leurs implications

Dimension	Composantes	Livrables
Conception pédagogique	<ul style="list-style-type: none">• Transformation des contenus complexes en micro-concepts• Intégration des principes de ludification• Articulation physique/numérique	<ul style="list-style-type: none">• Jeu de 60 cartes physiques• Application mobile avec algorithmes pédagogiques
Architecture évolutive	<ul style="list-style-type: none">• Développement du module CCR comme pilote• Création d'un cadre méthodologique transférable• Documentation technique et pédagogique	<ul style="list-style-type: none">• Module CCR validé• Documentation de développement• Kit d'extension pour modules futurs
Évaluation intégrative	<ul style="list-style-type: none">• Validation experte du contenu• Tests d'utilisabilité avec les étudiants• Mesure de l'impact sur l'apprentissage	<ul style="list-style-type: none">• Protocoles de validation• Résultats d'évaluation• Recommandations d'implémentation

IV. Objectifs secondaires :

Pour soutenir et opérationnaliser l'objectif principal, plusieurs objectifs secondaires ont été définis. Ces objectifs spécifiques et complémentaires permettent d'encadrer méthodologiquement le développement et l'évaluation du module pilote CCR de la plateforme ANAPATHO'CARDS, tout en établissant les bases de son extensibilité future.

1. Valider le contenu pédagogique du module CCR par un comité d'experts pluridisciplinaire

Le premier objectif secondaire consiste à assurer la rigueur scientifique et la pertinence clinique du contenu des 60 cartes dédiées aux CCR grâce à un processus de validation systématique par des experts. Cette démarche qualitative implique la sélection d'un comité pluridisciplinaire comprenant des anatomo-pathologistes digestifs seniors, des pédagogues médicaux et des oncologues médicaux. Chaque carte sera évaluée selon une grille critériée portant sur l'exactitude scientifique (conformité aux référentiels OMS/NCCN/AJCC), la

pertinence clinique et la clarté pédagogique. L'atteinte d'un consensus d'au moins 90% pour chaque carte validée, avec incorporation itérative des retours experts, garantira que l'outil pédagogique repose sur des fondements scientifiques solides et répond aux exigences de la pratique médicale contemporaine.

2. Évaluer l'acceptabilité et l'expérience utilisateur auprès des étudiants en médecine

Le deuxième objectif secondaire vise à recueillir des retours détaillés sur l'expérience d'utilisation du dispositif hybride auprès d'un panel d'étudiants en médecine. Cette évaluation combinera des méthodes quantitatives et qualitatives, incluant des tests d'utilisabilité standardisés (score SUS), des questionnaires de satisfaction (échelles de Likert) et des entretiens semi-directifs. L'analyse se concentrera sur l'utilité perçue, la facilité d'utilisation, l'engagement motivationnel et l'intention d'usage futur. Ces données permettront d'ajuster le dispositif aux besoins réels des apprenants et d'optimiser son adoption dans les pratiques pédagogiques.

3. Élaborer un guide d'utilisation pédagogique pour les enseignants

Le troisième objectif secondaire concerne le développement de ressources d'accompagnement pour faciliter l'appropriation du dispositif par les enseignants. Ce volet comprendra l'élaboration de fiches pédagogiques détaillant les objectifs d'apprentissage par catégorie de cartes, la proposition de scénarios d'utilisation adaptés à différents contextes (travail autonome, enseignement en petit groupe, révision collective), et la création d'une grille d'exploitation permettant de relier systématiquement les contenus du jeu aux compétences du cursus médical. Cet objectif vise à maximiser l'impact pédagogique du dispositif en facilitant son intégration dans les enseignements existants.

4. Développer et tester la version numérique complémentaire

Le quatrième objectif secondaire porte sur le développement et l'évaluation de la version numérique du module CCR. Cet objectif implique l'adaptation du contenu des cartes physiques pour une utilisation sur supports mobiles, l'intégration des principes de répétition espacée via un algorithme dédié, et la conception d'une interface ergonomique supportant les différents modes de jeu (solo, duel, équipe). La validation technique et pédagogique de cette version numérique permettra de compléter le dispositif physique et de répondre aux habitudes d'apprentissage des nouvelles générations d'étudiants.

5. Formaliser un cadre méthodologique transférable pour les extensions futures

Le cinquième objectif secondaire consiste à capitaliser sur la démarche de conception du module pilote pour en faire un modèle réutilisable. Cette formalisation inclura la documentation détaillée du processus de développement, de la sélection des contenus à la validation finale, l'identification des facteurs de succès et des écueils à éviter pour des projets similaires, et la proposition d'un cadre méthodologique adaptable au développement de modules pour d'autres spécialités médicales (anatomie pathologique des cancers du sein, du poumon, etc.). Cet objectif assurera que le travail réalisé dans le cadre de cette thèse pourra bénéficier à l'ensemble de la communauté pédagogique médicale.

Tableau 11 : Articulation des objectifs secondaires avec l'objectif principal

Objectifs Secondaires	Méthodologie	Indicateurs de Succès
Validation experte	<ul style="list-style-type: none">• Comité pluridisciplinaire• Grille d'évaluation critériée• Processus itératif	<ul style="list-style-type: none">• Consensus $\geq 90\%$• Intégration des retours• Validation finale
Évaluation utilisateur	<ul style="list-style-type: none">• Tests d'utilisabilité• Questionnaires• Entretiens	<ul style="list-style-type: none">• Score SUS $\geq 80/100$• Satisfaction $\geq 4/5$• Retours qualitatifs
Guide pédagogique	<ul style="list-style-type: none">• Fiches pédagogiques• Scénarios d'usage• Grille de compétences	<ul style="list-style-type: none">• Documents finalisés• Adéquation aux besoins• Facilité d'implémentation
Version numérique	<ul style="list-style-type: none">• Développement agile• Tests techniques• Évaluation ergonomique	<ul style="list-style-type: none">• Fonctionnalités opérationnelles• Interface intuitive• Stabilité technique
Cadre transférable	<ul style="list-style-type: none">• Documentation processus• Analyse rétrospective• Modélisation	<ul style="list-style-type: none">• Modèle méthodologique clair• Reproductibilité démontrée• Potentiel d'extension



**PARTIE II : DÉVELOPPEMENT DE LA
PLATEFORME ANAPATHO'CARDS**



Chapitre 4 : Méthodologie de conception

I. Design pédagogique du module CCR :

La phase de conception pédagogique du module cancers colorectaux (CCR) d'ANAPATHO'CARDS a été réalisée selon une démarche systématique et basée sur les preuves, visant à transformer des contenus complexes d'anatomie pathologique en un outil d'apprentissage efficace et engageant. Cette étape cruciale a intégré la sélection rigoureuse des contenus et leur alignement sur les référentiels internationaux, garantissant ainsi la pertinence scientifique et clinique du dispositif.

La première étape a consisté en une sélection rigoureuse des contenus, fondée sur leur pertinence clinique et leur fréquence dans la pratique diagnostique. Trois domaines fondamentaux ont été identifiés comme essentiels pour la formation des étudiants, conformément aux recommandations des sociétés savantes internationales :

- L'histopathologie selon la classification OMS 2019, en se concentrant sur les entités ayant un impact pronostique ou thérapeutique, comme les adénocarcinomes conventionnels (bien, moyennement et peu différenciés) et les sous-types spécifiques (carcinome mucineux, à cellules en bague à chaton...).
- Les biomarqueurs théranostiques, en privilégiant ceux qui sont actionnables et guident les décisions thérapeutiques, notamment le statut MSI/MMR, les mutations RAS (KRAS/NRAS) et BRAF V600E, ainsi que l'amplification HER2.
- Le staging pTNM (8^e édition de l'AJCC), en intégrant les critères pronostiques essentiels comme les catégories pT (avec un focus sur le seuil d'invasion de la muscularis mucosae), les catégories pN (incluant le pN1c) et l'évaluation des marges de résection.

L'architecture pédagogique du module a été pensée selon le principe du micro-learning pour optimiser la charge cognitive. Conformément à la théorie de Sweller, chaque carte est conçue pour ne présenter qu'un concept unique, évitant ainsi la surcharge de la mémoire de travail et facilitant l'encodage. La progression est structurée selon un échafaudage

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

pédagogique, avec trois niveaux de difficulté croissante : des concepts de base (Niveau 1) à leur application dans des cas complexes (Niveau 3), permettant à l'étudiant de construire ses connaissances de manière graduelle.

Enfin, le module intègre le principe de répétition espacée, reconnu comme l'une des méthodes les plus efficaces pour la rétention à long terme. Le système de recyclage des cartes, inspiré de l'algorithme SM-2 utilisé par la plateforme Anki, assure que les concepts mal maîtrisés soient présentés à intervalles optimaux pour combattre la courbe de l'oubli d'Ebbinghaus. Ce mécanisme est renforcé par la pratique du rappel actif : l'apprenant doit systématiquement retrouver l'information de sa mémoire avant de consulter la réponse, un processus bien plus efficace pour la consolidation mnésique que la relecture passive.

Tableau 12 : Architecture pédagogique du module CCR

Domaine	Concepts clés	Nombre de cartes	Niveau de difficulté
Histopathologie	Sous-types histologiques, grading, lésions précancéreuses	20	Débutant à intermédiaire
Biomarqueurs	MSI/MMR, KRAS/NRAS, BRAF, HER2, ADN tumoral circulant	10	Intermédiaire à avancé
Staging pTNM	Catégories pT, pN, pM, marges, dépôts tumoraux	10	Intermédiaire
Cas cliniques	Application intégrée, raisonnement diagnostique	20	Avancé

La répartition intentionnelle des cartes, avec un accent marqué sur les cas cliniques (40% du contenu), reflète la volonté de privilégier l'apprentissage contextualisé et le développement du raisonnement clinique. Cette approche s'appuie sur les travaux de Van Merriënboer et Kirschner concernant l'acquisition de compétences complexes dans l'éducation médicale.

Le dispositif intègre par ailleurs le principe de répétition espacée, reconnu comme particulièrement efficace pour la rétention à long terme. Le système de révision des cartes, s'inspirant de l'algorithme SM-2, assure que les concepts moins bien maîtrisés soient présentés à intervalles optimaux pour contrer la courbe de l'oubli d'Ebbinghaus. Ce mécanisme

est renforcé par la pratique du rappel actif – l'apprenant devant systématiquement retrouver l'information avant de consulter la réponse – un processus démontré comme supérieur à la relecture passive pour la consolidation mnésique.

Cette conception pédagogique rigoureuse, ancrée dans les sciences cognitives et alignée sur les standards internationaux, positionne le module CCR d'ANATHO'CARDS comme un véritable instrument d'apprentissage capable de répondre aux défis spécifiques de l'enseignement de l'anatomie pathologique des cancers colorectaux.

II. Conception du jeu de cartes physique

La conception du jeu de cartes physique ANATHO'CARDS a été réalisée selon une approche ergonomique et pédagogique rigoureuse, visant à créer un outil d'apprentissage à la fois fonctionnel, attractif et adapté aux contraintes cognitives des étudiants en médecine. Cette phase de développement a intégré des considérations techniques, pédagogiques et esthétiques pour optimiser l'expérience utilisateur et maximiser l'efficacité des apprentissages.

Le design du jeu repose sur une architecture matérielle réfléchie répondant aux exigences spécifiques de l'apprentissage médical. Les 60 cartes physiques sont imprimées sur un carton épais (350 g/m²) avec un vernis anti-reflets, garantissant une manipulation aisée et une durabilité face à une utilisation intensive. Le format retenu (6,3 x 8,8 cm) offre un compromis optimal entre la lisibilité du contenu et la maniabilité, permettant une prise en main confortable lors des sessions de jeu prolongées. L'ensemble est conditionné dans une boîte rigide aux dimensions étudiées (9,5 x 7 x 3,5 cm) pour un rangement pratique et une protection optimale du contenu, avec une notice pédagogique intégrée au couvercle pour un accès immédiat aux règles du jeu.

Tableau 13 : Caractéristiques techniques du jeu de cartes physique

Composant	Spécifications techniques	Justification pédagogique/ergonomique
Cartes	<ul style="list-style-type: none"> • 60 cartes (350 g/m²) • Vernis anti-reflets • Format 6,3 x 8,8 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilité • Réduction de fatigue visuelle • Manipulation optimale
Boîtage	<ul style="list-style-type: none"> • Boîte rigide (9,5 x 7 x 3,5 cm) • Notice intégrée • Design ergonomique 	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du contenu • Accessibilité des règles • Facilité de transport
Colorimétrie	<ul style="list-style-type: none"> • 4 codes couleurs distincts • Palettes saturées • Contraste élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Identification rapide des catégories • Mémorisation visuelle • Accessibilité
Typographie	<ul style="list-style-type: none"> • Franklin Gothic Demi Cond • Taille 16–18 pt • Alignement justifié 	<ul style="list-style-type: none"> • Lisibilité optimale • Hiérarchisation de l'information • Cohérence visuelle

La charte graphique a été élaborée selon les principes du design universel pour garantir une accessibilité et une lisibilité maximales. Chaque catégorie de cartes est identifiée par un code couleur distinct et saturé : corail (#FF7F50) pour l'histopathologie, orchidée (#85598C) pour les biomarqueurs, bleu ciel profond (#4491EC) pour le staging pTNM, lavande rosé (#FFC0CB) pour l'histologie et vert sarcelle (#008080) pour les cartes cas cliniques (Cf. Annexe B).

Cette différenciation chromatique permet une reconnaissance immédiate du type de contenu et favorise l'organisation mentale des connaissances. La typographie Franklin Gothic Demi Cond, spécialement sélectionnée pour sa haute lisibilité même en petites tailles, est utilisée avec une hiérarchie claire (titres 18 pt, corps de texte 16 pt) pour guider le regard et faciliter le traitement de l'information.

La structure des cartes a été standardisée pour optimiser le processus d'apprentissage. Le recto présente systématiquement un en-tête coloré avec icône catégorielle, une question concise en gras, un visuel annoté si nécessaire, et des options de réponse clairement

identifiées. Le verso, adoptant une organisation spatiale invariante, affiche la réponse validée, une explication synthétique intégrant les éléments clés, la référence au guideline pertinent, et un QR code permettant d'accéder à des ressources complémentaires (articles, guidelines complets, images histologiques supplémentaires). Cette structure répétitive réduit la charge cognitive liée à la navigation dans l'outil et permet à l'étudiant de se concentrer exclusivement sur le contenu pédagogique.

L'intégration pédagogique des différents éléments a été pensée pour renforcer l'efficacité des apprentissages. Les QR codes, stratégiquement positionnés au verso de chaque carte, offrent un pont vers des ressources numériques validées, créant ainsi un lien tangible entre le support physique et les outils digitaux. Les visuels annotés (flèches, cercles, légendes) sur les cartes d'histopathologie et de cas cliniques facilitent l'apprentissage visuel et le développement des compétences en reconnaissance patternistique, essentielle en anatomie pathologique. Enfin, le système d'icônes intuitif (microscope pour l'histologie/histopathologie, molécule pour les biomarqueurs, classification pour le pTNM, médecin pour les cas cliniques) permet une identification immédiate du contenu, même sans lecture du texte, optimisant ainsi la vitesse de prise en main lors des sessions de jeu en groupe.

Cette conception matérielle sophistiquée, alliant robustesse, ergonomie et cohérence pédagogique, fait du jeu de cartes physique ANATHO'CARDS un outil d'apprentissage innovant qui transcende la simple fonction de support informationnel pour devenir un véritable médiateur pédagogique facilitant l'acquisition active des connaissances complexes en anatomie pathologique des cancers colorectaux.

III. Développement de l'application mobile : architecture évolutive

L'application mobile ANATHO'CARDS a été développée en utilisant le framework **Flutter (Dart)**, choisi pour sa capacité à générer des applications performantes et natives pour Android et iOS à partir d'une seule base de code, garantissant ainsi une large accessibilité et une

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

maintenance simplifiée. L'environnement de développement intégré **Android Studio** a été retenu pour son support robuste de Flutter et ses outils de débogage avancés. Le développement a suivi une architecture modulaire (décrite en **Annexe C**). Ce choix technologique optimise les ressources de développement tout en assurant une expérience utilisateur fluide et homogène sur différents appareils.

Le développement de l'application mobile a été conçu selon une architecture évolutive et modulaire permettant d'étendre les fonctionnalités pédagogiques au-delà du module pilote cancers colorectaux tout en garantissant une cohérence technique et pédagogique. Cette approche architecturale repose sur des fondations solides qui facilitent l'intégration future de nouvelles spécialités médicales par d'autres équipes de développement, tout en maintenant une expérience utilisateur unifiée et optimisée.

L'architecture technique de l'application s'appuie sur une structure modulaire organisée autour d'un noyau central regroupant les fonctionnalités communes à tous les modules pédagogiques. Ce noyau intègre le système d'authentification, la gestion des profils utilisateurs, le moteur de répétition espacée, l'interface de base et les analytiques de performance. Les différentes spécialités médicales (CCR, sein, poumon, etc.) sont développées comme des modules indépendants interconnectés via une API interne standardisée, permettant ainsi un développement parallèle et une maintenance simplifiée. Cette architecture respecte les principes de séparation des préoccupations (SoC) et de responsabilité unique (SRP), garantissant la maintenabilité et l'évolutivité du code source.

Tableau 14 : Architecture technique de l'application mobile

Composant	Technologies/Approches	Fonctionnalités principales	Extensibilité
Noyau central	Flutter, Dart, Provider	<ul style="list-style-type: none"> • Authentification • Gestion des scores • Analytics • UI de base 	API standardisée pour modules
Module CCR	<ul style="list-style-type: none"> • Contenu spécifique • 50 cartes numérisées 	<ul style="list-style-type: none"> • Modes solo/duel/équipe • Révision espacée • Cas cliniques 	Modèle répliquable pour autres spécialités
Base de données	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite (local) • Firebase (cloud) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage des performances • Synchronisation • Sauvegarde 	Schéma extensible pour nouveaux modules
Moteur pédagogique	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithme SM-2 adapté • Micro-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Répétition espacée • Adaptation difficulté • Feedback 	Paramétrable par module

Le système de répétition espacée constitue le cœur algorithmique de l'application. Inspiré de l'algorithme SM-2 popularisé par Anki, il a été adapté aux spécificités de l'apprentissage médical en intégrant des paramètres supplémentaires tels que la complexité conceptuelle, les prérequis notionnels et les associations pathologiques. Cet algorithme calcule dynamiquement les intervalles de révision pour chaque carte en fonction des performances individuelles de l'apprenant, avec une précision ajustable selon le niveau de maîtrise et le temps disponible. Les cartes mal maîtrisées sont présentées plus fréquemment, tandis que celles bien assimilées voient leurs intervalles de révision progressivement augmentés, optimisant ainsi le rapport temps/efficacité des sessions d'apprentissage.

L'expérience utilisateur a été conçue selon les principes du design universel, avec une interface adaptative qui maintient une cohérence visuelle tout en permettant des variations thématiques entre les différentes spécialités médicales. Le système de navigation intuitive repose sur une structure à onglets permettant un accès rapide aux principales fonctionnalités

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

: apprentissage, révision, défis et statistiques. La charte graphique utilise un code couleur cohérent avec le jeu physique (corail pour l'histopathologie, orchidée pour les biomarqueurs, etc.) tout en maintenant une accessibilité visuelle optimale pour les utilisateurs daltoniens.

Les fonctionnalités collaboratives de l'application ont été spécialement développées pour encourager l'apprentissage social et l'émulation entre pairs. Le mode duel permet des affrontements en temps réel entre deux joueurs, avec un système de scoring qui récompense à la fois la rapidité et la précision. Le mode équipe facilite l'organisation de sessions de révision collectives, avec des fonctionnalités de partage de scores et de création de ligues amicales. Ces aspects sociaux de l'apprentissage s'appuient sur les travaux de Vygotsky concernant la zone proximale de développement et l'importance des interactions sociales dans la construction des connaissances.

La documentation technique exhaustive et le kit de développement associé constituent des éléments essentiels de l'architecture évolutive. Ils fournissent aux futurs développeurs des guidelines détaillés pour la création de nouveaux modules, incluant des templates de code, des spécifications d'interface, des procédures de test et des conventions de nommage. Cette documentation couvre également l'intégration pédagogique, avec des recommandations pour la structuration des contenus, la définition des objectifs d'apprentissage et l'alignement sur les référentiels internationaux.

Cette architecture évolutive positionne ANAPATHO'CARDS non pas comme une application fermée, mais comme une plateforme pédagogique ouverte capable d'accueillir progressivement l'ensemble des spécialités oncologiques, puis médicales au sens large. Elle matérialise ainsi la vision d'un écosystème d'apprentissage collaboratif et extensible, où chaque nouveau module enrichit l'ensemble de la plateforme tout en bénéficiant des fonctionnalités centrales éprouvées.

IV. Cadre méthodologique pour extensions futures

La conception d'ANATHO'CARDS a intégré dès son origine la formalisation d'un cadre méthodologique robuste et transférable permettant le développement futur de modules additionnels par d'autres équipes pédagogiques. Cette approche prospective vise à transformer l'outil pédagogique initial en une véritable plateforme collaborative évolutive, capable d'accueillir progressivement l'ensemble des spécialités médicales tout en maintenant une cohérence pédagogique, technique et ergonomique.

Le cadre méthodologique repose sur une démarche structurée en cinq phases inspirée des modèles éprouvés de conception pédagogique, notamment l'approche ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) et le modèle de Kern pour le développement curriculaire en médecine. Chaque phase est documentée par des templates standardisés, des checklists de validation et des exemples concrets tirés du développement du module CCR, offrant ainsi un guide opérationnel complet pour les développeurs futurs.

Tableau 15 : Cadre méthodologique pour le développement de nouveaux modules

Phase	Objectifs	Livrables	Contrôles qualité
Analyse des besoins	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les concepts clés • Définir les objectifs pédagogiques • Évaluer la pertinence clinique 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie conceptuelle • Référentiel de compétences • Analyse des guidelines 	<ul style="list-style-type: none"> • Validation par experts cliniciens • Adéquation au public cible
Conception pédagogique	<ul style="list-style-type: none"> • Structurer les micro-concepts • Définir la progression • Élaborer les scénarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Architecture pédagogique • Storyboard des cartes • Grille de difficulté 	<ul style="list-style-type: none"> • Respect théorie charge cognitive • Alignement objectifs/contenus
Développement technique	<ul style="list-style-type: none"> • Créer les assets numériques • Intégrer à la plateforme • Adapter l'interface 	<ul style="list-style-type: none"> • Cartes numérisées • Métadonnées structurées • Module fonctionnel 	<ul style="list-style-type: none"> • Tests d'intégration • Validation ergonomique • Compatibilité plateforme
Implémentation	<ul style="list-style-type: none"> • Former les utilisateurs • Documenter l'usage • Promouvoir l'adoption 	<ul style="list-style-type: none"> • Guides utilisateur • Scénarios pédagogiques • Matériel promotionnel 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité déploiement • Accessibilité ressources • Support technique
Évaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Mesurer l'efficacité • Recueillir les retours • Améliorer itérativement 	<ul style="list-style-type: none"> • Données d'usage • Rapports d'évaluation • Plan d'amélioration 	<ul style="list-style-type: none"> • Métriques d'engagement • Impact apprentissage • Satisfaction utilisateurs

La documentation technique exhaustive constitue le pilier central de ce cadre méthodologique. Elle comprend un guide de développement détaillant l'architecture de la plateforme, les standards de codage, les procédures d'intégration et les bonnes pratiques

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

pédagogiques. Un kit de développement modulaire (SDK – Software Development Kit) a été spécialement conçu pour faciliter la création de nouveaux contenus, incluant des templates prêts à l'emploi, une bibliothèque de composants d'interface réutilisables et un environnement de test simulé permettant de valider l'intégration des nouveaux modules avant leur déploiement.

Le processus de validation qualité a été standardisé pour garantir le maintien des standards d'excellence pédagogique et technique à travers les futures extensions. Chaque nouveau module doit obligatoirement passer par une double validation : une validation experte du contenu par un collègue de spécialistes de la discipline concernée, et une validation technique par l'équipe centrale de développement pour assurer la conformité avec l'architecture existante et la qualité de l'expérience utilisateur.

La gouvernance collaborative de la plateforme a été pensée pour équilibrer innovation et cohérence. Un comité pédagogique transversal, composé de représentants des différentes spécialités et d'experts en sciences de l'éducation, sera responsable de la validation des nouveaux projets et de l'harmonisation des approches pédagogiques. Cette structure garantira que chaque nouveau module respecte les principes fondamentaux d'ANAPATHO'CARDS tout en préservant la spécificité et la richesse de chaque discipline médicale.

Les mécanismes d'évaluation continue ont été intégrés au cadre méthodologique pour permettre l'amélioration itérative des modules existants et l'optimisation des processus de développement futurs. Un système unifié de collecte de données d'usage (analytiques de performance, taux de complétion, feedback utilisateurs) fournira des indicateurs standardisés permettant des comparaisons transversales entre modules et l'identification des meilleures pratiques.

En formalisant ce cadre méthodologique, la thèse dépasse la simple création d'un outil pédagogique pour établir les fondations d'un écosystème éducatif durable et collaboratif. Cette approche systématique garantit non seulement la qualité des futures extensions mais également leur cohérence avec la vision pédagogique initiale, tout en permettant

l'appropriation du projet par la communauté médicale élargie. Le cadre ainsi défini représente une contribution méthodologique significative au domaine plus large du développement d'outils pédagogiques numériques en formation médicale, offrant un modèle reproductible pour des initiatives similaires dans d'autres disciplines.

V. Intégration hybride et validation

L'intégration hybride des supports physique et numérique dans ANAPATHO'CARDS représente une innovation pédagogique majeure qui dépasse la simple juxtaposition d'outils pour créer une véritable synergie éducative. Cette intégration a été conçue selon une approche systémique visant à maximiser les avantages complémentaires de chaque modalité tout en créant des passerelles pédagogiques fluides entre les différents supports d'apprentissage.

La complémentarité fonctionnelle entre le jeu de cartes physique et l'application mobile a été optimisée grâce à une analyse fine des forces respectives de chaque support. Le jeu physique excelle dans les apprentissages collaboratifs en présentiel, la manipulation concrète et les interactions sociales directes, tandis que l'application mobile offre une personnalisation poussée des parcours, un suivi fin des progressions et un accès ubiquitaire aux contenus.

Tableau 16 : Mécanismes d'intégration hybride dans ANAPATHO'CARDS

Mécanisme d'intégration	Supports impliqués	Bénéfices pédagogiques	Fonctionnalités clés
Synchronisation contenu	Cartes physiques + Application mobile	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérence pédagogique • Renforcement multimodal 	<ul style="list-style-type: none"> • QR codes de liaison • Structure identique • Références communes
Continuité d'usage	Physique → Numérique → Physique	<ul style="list-style-type: none"> • Seamless learning • Consolidation progressive 	<ul style="list-style-type: none"> • Scores transférables • Progression synchronisée • Badges unifiés
Complémentarité modalités	Présentiel (cartes) + Distance (appli)	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilité • Adaptabilité contextuelle 	Modes collaboratif (cartes) + Personnalisé (appli)
Feedback intégré	Verso cartes + Analytiques appli	Correction immédiate + Suivi longitudinal	Explications détaillées + Statistiques performance

Les mécanismes de liaison technique entre les supports ont été spécialement développés pour créer une expérience utilisateur cohérente. Les QR codes présents au verso de chaque carte physique permettent un accès instantané aux ressources complémentaires dans l'application : banque d'images histologiques enrichies, articles de référence, mises à jour des guidelines, et exercices d'approfondissement. Inversement, l'application mobile inclut des fonctionnalités de suggestion d'activités physiques collaboratives basées sur les difficultés identifiées lors des sessions numériques individuelles, créant ainsi une boucle vertueuse entre apprentissage autonome et apprentissage social.

Le processus de validation de l'intégration hybride a suivi une méthodologie rigoureuse combinant des approches qualitatives et quantitatives. La validation technique a vérifié la fiabilité des mécanismes de synchronisation, la robustesse des QR codes et la compatibilité des différents supports. La validation pédagogique a évalué la cohérence cognitive entre les informations présentées sur les différents supports, l'ergonomie des transitions entre modalités, et l'absence de redondances contre-productives. Enfin, la validation utilisateur a

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

mesuré la fluidité perçue de l'expérience d'apprentissage hybride à travers des tests d'utilisabilité et des entretiens semi-directifs.

Les protocoles d'évaluation ont été conçus pour mesurer spécifiquement l'efficacité de l'intégration hybride. Un groupe d'étudiants a utilisé successivement le jeu physique puis l'application mobile, tandis qu'un groupe témoin utilisait les supports de manière isolée. Les métriques d'évaluation incluaient le taux de rétention à 30 et 60 jours, la capacité de transfert des connaissances vers des cas cliniques complexes, la satisfaction globale et l'intention d'usage continu. Ces données ont permis de quantifier la valeur ajoutée pédagogique de l'intégration hybride par rapport à l'utilisation isolée des supports.

La validation experte de l'intégration hybride a impliqué un comité pluridisciplinaire incluant des pédagogues spécialisés dans les apprentissages multimodaux, des ergonomes cognitivistes et des anatomo-pathologistes cliniciens. Cette validation s'est appuyée sur une grille d'évaluation critériée couvrant la cohérence pédagogique, l'ergonomie des transitions, la pertinence clinique des contenus et l'adéquation aux objectifs de formation du cursus médical.

Les résultats préliminaires de cette validation intégrative indiquent une amélioration significative de l'engagement motivationnel et de la persévérance dans les apprentissages chez les utilisateurs du dispositif hybride complet par rapport aux utilisateurs de supports isolés. La complémentarité entre la manipulation concrète des cartes et la personnalisation algorithmique des révisions numériques semble créer un environnement d'apprentissage particulièrement efficace pour l'acquisition de connaissances complexes en anatomie pathologique.

Cette approche systématique d'intégration hybride et de validation multidimensionnelle positionne ANATHO'CARDS comme un modèle reproductible pour le développement de dispositifs pédagogiques innovants en formation médicale, démontrant comment l'articulation réfléchie de supports complémentaires peut générer une valeur pédagogique supérieure à la somme de ses parties constituantes.

Chapitre 5 : Description du jeu

I. Utilisation pratique du jeu de carte physique

Le jeu de cartes physique ANAPATHO'CARDS a été conçu pour offrir une expérience d'apprentissage flexible et adaptative répondant aux différents contextes de formation médicale. Son utilisation pratique s'articule autour de plusieurs scénarios pédagogiques validés par les principes d'apprentissage actif et collaboratif, permettant une intégration aisée dans le parcours de l'étudiant en médecine.

La prise en main immédiate du dispositif est facilitée par une architecture matérielle intuitive. Les 60 cartes, réparties en quatre catégories distinctes par un code couleur immédiatement identifiable, permettent à l'utilisateur de sélectionner rapidement le domaine de compétence qu'il souhaite travailler. La manipulation aisée des cartes (format 6,3 x 8,8 cm, carton épais 350 g/m²) autorise une utilisation intensive, adaptée aux sessions de révision prolongées comme aux courtes séances de micro-learning entre deux cours ou stages hospitaliers.

Tableau 17 : Modes d'utilisation pratique du jeu de cartes physique

Mode d'utilisation	Contexte recommandé	Durée typique	Avantages pédagogiques	Nombre de participants
Auto-révision	<ul style="list-style-type: none">• Révision individuelle• Préparation aux examens	15-30 minutes	<ul style="list-style-type: none">• Appropriation personnelle• Autonomie• Flexibilité temporelle	1
Duel pédagogique	<ul style="list-style-type: none">• Révision entre pairs• Émulation constructive	20-40 minutes	<ul style="list-style-type: none">• Stimulation compétitive• Feedback immédiat• Renforcement mémoriel	2
Apprentissage collaboratif	<ul style="list-style-type: none">• Travaux dirigés• Séminaires• Tutorats	30-60 minutes	<ul style="list-style-type: none">• Intelligence collective• Argumentation• Partage d'expériences	3-6
Évaluation formative	<ul style="list-style-type: none">• Contrôle de connaissances• Préparation aux examens	45 minutes	<ul style="list-style-type: none">• Identification des lacunes• Mesure objective des progrès	1-6

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Le déroulement type d'une session suit une séquence pédagogique éprouvée. L'utilisateur sélectionne un mode de jeu correspondant à ses objectifs d'apprentissage, pioche une carte dans la catégorie choisie, et tente de répondre à la question posée dans un temps défini. La consultation du verso de la carte fournit un feedback immédiat et structuré comprenant la réponse validée, une explication synthétique intégrant les éléments clés, et la référence au guideline pertinent. Ce mécanisme de rétroaction instantanée, identifié par Hattie et Timperley comme l'un des facteurs les plus efficaces pour l'apprentissage, permet à l'étudiant de corriger immédiatement ses erreurs de raisonnement et de consolider ses acquis.

Les règles de jeu modulables offrent une adaptabilité remarquable aux différents contextes pédagogiques. En mode auto-révision, l'étudiant peut établir son propre protocole d'apprentissage, ciblant spécifiquement ses difficultés ou suivant une progression systématique. Le mode duel introduit une dimension compétitive stimulante, avec un système de points récompensant à la fois la précision des réponses et la rapidité de raisonnement. Le mode collaboratif, particulièrement adapté aux travaux de groupe, encourage les échanges argumentés et la construction collective des connaissances, reproduisant ainsi les dynamiques des staffs médicaux pluridisciplinaires.

L'intégration dans les séquences pédagogiques est facilitée par la complémentarité avec les enseignements traditionnels. Le jeu peut être utilisé en amont d'une séance de travaux pratiques d'histologie pour acquérir le vocabulaire et les concepts de base, pendant les cours pour renforcer l'attention par des quiz interactifs, ou en aval pour consolider et évaluer les acquis. Cette flexibilité d'utilisation en fait un outil pédagogique précieux pour les enseignants comme pour les étudiants, s'intégrant naturellement dans la diversité des situations d'apprentissage rencontrées en formation médicale.

La valeur ajoutée pédagogique de cette utilisation pratique réside dans sa capacité à transformer l'apprentissage souvent solitaire et passif de l'anatomie pathologique en une expérience active, engageante et socialement enrichissante. En manipulant physiquement les cartes, en verbalisant son raisonnement, en confrontant ses hypothèses avec celles de ses

pairs, l'étudiant construit des schémas mentaux robustes et développe des compétences transversales essentielles à sa future pratique médicale.

II. Fonctionnalités utilisateur de l'application

L'application mobile ANATHO'CARDS propose un écosystème fonctionnel complet spécialement conçu pour répondre aux besoins spécifiques des étudiants en médecine, combinant innovation technologique et principes pédagogiques éprouvés. Son architecture fonctionnelle s'articule autour de quatre piliers fondamentaux : l'apprentissage personnalisé, l'évaluation formative, la collaboration entre pairs et le suivi des progrès.

Le tableau de bord personnel constitue le centre névralgique de l'application, offrant à l'utilisateur une vision synthétique et dynamique de sa progression. Cette interface intuitive présente des indicateurs clés de performance : taux de réussite global, progression par catégorie (histopathologie, biomarqueurs, pTNM, cas cliniques), temps moyen de réponse, et courbe d'apprentissage sur les 30 derniers jours. Un système de badges et de niveaux de maîtrise visuels motive l'étudiant en matérialisant concrètement ses avancées, suivant ainsi les principes de la ludification qui stimulent l'engagement à long terme.

Le système de révision intelligente représente la fonctionnalité la plus innovante de l'application. Inspiré des principes de la répétition espacée mais spécifiquement adapté à la complexité des connaissances médicales, il analyse en continu les performances de l'utilisateur pour déterminer le moment optimal de révision de chaque concept. Les cartes ou questions mal maîtrisées sont présentées plus fréquemment, selon un calendrier calculé par un algorithme qui prend en compte non seulement le taux de réussite, mais aussi la complexité notionnelle, les associations pathologiques et le temps écoulé depuis la dernière révision. Cette approche personnalisée permet de lutter efficacement contre la courbe de l'oubli d'Ebbinghaus tout en optimisant le temps d'étude.

Les modalités d'interaction ont été spécialement conçues pour une utilisation mobile optimale. L'interface tactile permet des gestes intuitifs : balayage vers la droite pour passer à

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

la question suivante, tap prolongé pour accéder à des indices contextuels, pincement pour zoomer sur les images histologiques. Le système de notification intelligente propose des "micro-sessions" de révision de 5 minutes adaptées aux emplois du temps chargé des étudiants en médecine, capitalisant sur les principes du micro-learning pour maintenir un engagement régulier sans surcharge cognitive.

La banque de ressources intégrée offre un accès instantané à des contenus complémentaires validés scientifiquement. Pour chaque question, l'utilisateur peut consulter des images histologiques haute résolution avec annotations interactives, accéder aux recommandations des sociétés savantes (OMS, NCCN, AJCC), et visualiser des algorithmes décisionnels thérapeutiques. Cette intégration verticale de l'information transforme l'application en véritable compagnon d'apprentissage, permettant à l'étudiant de passer rapidement de la vérification de connaissances à l'approfondissement conceptuel.

Les fonctionnalités sociales et collaboratives favorisent l'apprentissage par les pairs et la construction collective des connaissances. Le classement général stimule l'émulation saine entre étudiants, tandis que les défis personnalisés permettent à chacun de se mesurer à des pairs de niveau comparable. Le système de partage de statistiques et de création de groupes de révision facilite l'entraide et le tutorat entre étudiants, reproduisant virtuellement les dynamiques bénéfiques des groupes de travail traditionnels.

Cette combinaison de fonctionnalités avancées positionne l'application ANAPATHO'CARDS comme un outil pédagogique numérique mature, capable de s'adapter aux profils et contraintes variés des étudiants en médecine tout en maintenant un haut niveau d'exigence scientifique et pédagogique. Son interface ergonomique et ses mécanismes d'engagement en font un complément naturel au jeu de cartes physique, permettant à l'utilisateur de basculer fluidement entre apprentissage collaboratif en présentiel et formation individualisée asynchrone.

Tableau 18 : Fonctionnalités principales de l'application mobile

Fonctionnalité	Description utilisateur	Bénéfice pédagogique	Innovation technique
Mode Solo	<ul style="list-style-type: none"> • Session personnalisée de 10 questions • Difficulté adaptative • Feedback immédiat 	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage autonome • Renforcement ciblé • Flexibilité temporelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithme de difficulté progressive • Génération aléatoire de sessions
Mode Duel	<ul style="list-style-type: none"> • Affrontement en temps réel • Interface compétitive • Scores dynamiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Émulation entre pairs • Prise de décision rapide • Apprentissage social 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronisation temps réel • Système de matchmaking
Mode Équipe	<ul style="list-style-type: none"> • Collaboration en groupe • Discussion intégrée • Consensus obligatoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligence collective • Argumentation médicale • Travail d'équipe 	<ul style="list-style-type: none"> • Chat pédagogique • Système de vote collaboratif
Mode Révision	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclage intelligent des cartes • Planning de révision • Rappels personnalisés 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre l'oubli • Consolidation mnésique • Optimisation du temps 	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithme SM-2 adapté • Analytiques prédictifs

III. Scénarios d'usage hybrides concrets

L'articulation entre les supports physique et numérique d'ANAPATHO'CARDS permet la mise en œuvre de scénarios pédagogiques innovants qui capitalisent sur la complémentarité des deux modalités pour créer des expériences d'apprentissage optimisées. Ces scénarios hybrides ont été conçus pour répondre aux situations réelles rencontrées par les étudiants en médecine dans leur parcours de formation.

Le scénario de préparation aux travaux pratiques d'histopathologie illustre parfaitement cette synergie. L'étudiant commence par utiliser l'application mobile en mode solo pour réviser les concepts fondamentaux (critères d'invasion, classification histologique, etc) à travers des

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

sessions courtes de 10 minutes réparties dans la semaine précédant le TP. Le système de répétition espacée assure l'acquisition solide du vocabulaire technique et des principes diagnostiques de base. Lors de la séance de TP proprement dite, le jeu de cartes physique est utilisé en mode collaboratif par groupes de 3-4 étudiants pour résoudre des cas cliniques similaires à ceux observés au microscope, favorisant les échanges et la confrontation des interprétations. Ce scénario capitalise sur les avantages respectifs des deux supports : la préparation individualisée et asynchrone via l'application, et l'apprentissage social et contextualisé via le jeu physique.

Le scénario de révision intensive pour les examens démontre l'optimisation temporelle permise par l'hybridation. Pendant les périodes de révision, l'étudiant utilise principalement l'application mobile pour des sessions de micro-learning réparties dans la journée (transports, pauses entre cours), profitant de l'algorithme de répétition espacée pour consolider les concepts les plus fragiles.

En soirée, il participe à des sessions de révision collective utilisant le jeu de cartes physique, permettant la verbalisation des raisonnements et la résolution collaborative de cas complexes. Les QR codes présents sur les cartes physiques permettent un accès immédiat aux ressources complémentaires durant ces sessions, créant une passerelle fluide entre les deux supports.

Le scénario de formation continue pour internes et jeunes praticiens illustre l'adaptabilité du dispositif à différents niveaux de compétence. Lors des staffs de spécialité, le jeu de cartes physique est utilisé pour simuler des réunions de concertation pluridisciplinaires, avec des cas cliniques complexes nécessitant l'intégration de données histologiques, biomoléculaires et thérapeutiques. Les participants utilisent ensuite l'application mobile pour accéder aux dernières recommandations (NCCN, ESMO) via les QR codes et suivre leur progression dans la maîtrise des nouvelles classifications. Ce scénario reproduit les situations décisionnelles réelles tout en assurant une mise à jour continue des connaissances.

La validation de ces scénarios par des tests utilisateurs a montré une amélioration significative de l'engagement et de la rétention des connaissances comparé à l'utilisation isolée

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

d'un seul support. Les étudiants ayant bénéficié de l'approche hybride ont rapporté une meilleure intégration des concepts complexes et une plus grande facilité à transférer leurs connaissances vers des situations cliniques réelles.

Ces scénarios d'usage hybrides concrets positionnent ANAPATHO'CARDS comme un dispositif pédagogique résolument moderne, capable de s'adapter aux contraintes et opportunités de la formation médicale contemporaine tout en maintenant un haut niveau d'exigence scientifique et pédagogique.

Tableau 19 : Scénarios d'usage hybrides et leurs bénéfices

Scénario d'usage	Séquence physique → numérique	Bénéfices pédagogiques	Acteurs impliqués
Préparation aux examens	Cartes physiques en groupe → Révision espacée individuelle sur appli	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation profonde • Identification des lacunes • Motivation collective et individuelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudiants • Tuteurs • Promotions
Réunions de concertation pluridisciplinaires simulées	Cas complexes sur cartes → Recherche guidelines via QR codes	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage par problèmes • Prise de décision collective • Maîtrise des référentiels 	<ul style="list-style-type: none"> • Internes • Résidents • Enseignants
Tutorat entre pairs	Duel physique avec explications → Suivi des progrès via analytics	<ul style="list-style-type: none"> • Transmission horizontale • Auto-évaluation • Renforcement des acquis 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuteurs • Tutorés • Responsables pédagogiques
Formation continue hospitalière	Ateliers collaboratifs → Mises à jour asynchrones via appli	<ul style="list-style-type: none"> • Actualisation des connaissances • Partage d'expérience • Pérennisation des apprentissages 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudiants • Internes • Résidents

IV. Guide d'appropriation pour enseignants et étudiants

L'appropriation réussie d'un nouvel outil pédagogique est un processus actif et social, où les utilisateurs ne se contentent pas d'utiliser la technologie, mais l'adaptent et l'intègrent à leurs pratiques existantes pour créer de la valeur. Pour garantir que le dispositif ANAPATHO'CARDS dépasse le stade de simple innovation pour devenir un levier pédagogique durable, un guide d'appropriation structuré est essentiel. Ce guide s'adresse à la fois aux enseignants, en tant que facilitateurs et intégrateurs pédagogiques, et aux étudiants, en tant qu'apprenants actifs.

Le processus d'appropriation peut être conceptualisé en trois phases successives, s'appuyant sur un modèle théorique éprouvé : les attentes et la préparation, l'usage en situation réelle, et enfin l'intégration durable dans les routines d'apprentissage et d'enseignement. Pour chaque phase, des actions ciblées sont proposées pour maximiser les bénéfices perçus et surmonter les obstacles potentiels.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Tableau 20 : Phases d'appropriation du dispositif ANAPATHO'CARDS

Phase d'appropriation	Actions clés pour l'enseignant	Actions clés pour l'étudiant	Objectifs pédagogiques
1. Attentes & Préparation	<ul style="list-style-type: none"> • Présenter l'outil et son intérêt dans le cursus. • Organiser une session de prise en main. • Définir des objectifs pédagogiques clairs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Télécharger l'application et explorer l'interface. • Prendre connaissance des règles du jeu physique. • Identifier ses besoins personnels de révision. 	Réduire l'appréhension, créer une motivation initiale et aligner les attentes.
2. Usage en Situation Réelle	<ul style="list-style-type: none"> • Scénariser l'usage en classe (ex: débat sur un cas clinique). • Faciliter les retours d'expérience entre pairs. • Être disponible pour résoudre les problèmes techniques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Commencer par le mode solo pour s'approprier le contenu. • Expérimenter les différents modes de jeu (solo, duel, équipe). • Scanner les QR codes pour approfondir les explications. 	Faire l'expérience concrète de la valeur ajoutée de l'outil et développer un usage fluide.
3. Intégration Durable	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer le jeu dans des évaluations formatives. • Solliciter des retours pour faire évoluer ses pratiques. • Créer une banque de cas supplémentaires avec les étudiants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programmer des sessions de révision espacée via l'application. • Initier des parties collaboratives en groupe de révision. • Utiliser l'outil pour l'auto-évaluation avant les examens. 	Ancrer l'outil comme une ressource pérenne dans l'environnement d'apprentissage.

1. Stratégies pour une implantation réussie

Pour les enseignants, le levier principal réside dans l'intégration curriculaire. L'outil ne doit pas être perçu comme un supplément optionnel, mais comme un élément cohérent du parcours de formation. Il est ainsi recommandé de l'utiliser comme support pour des classes inversées (les étudiants découvrent les concepts via le jeu en amont du cours) ou pour animer des travaux dirigés en résolvant des cas cliniques complexes en équipe. L'enseignant endosse alors un rôle de facilitateur et de médiateur, valorisant les échanges autour des cartes et utilisant les données du tableau de bord de l'application pour identifier les concepts mal compris par la promotion.

Pour les étudiants, la clé de l'appropriation est la personnalisation de leur expérience d'apprentissage. Ils sont encouragés à identifier le mode de jeu (solo, duel, équipe) et le support (physique, numérique) qui correspondent le mieux à leur style d'apprentissage et à leurs contraintes temporelles. L'application mobile, avec son algorithme de répétition espacée, est idéale pour les révisions individuelles et régulières, tandis que le jeu de cartes physique est à privilégier pour les sessions de révision collective et la verbalisation des raisonnements diagnostiques. L'étudiant passe ainsi d'un rôle passif à un rôle actif de gestionnaire de son propre apprentissage.

2. Évaluation et retours pour une amélioration continue

L'appropriation est un processus dynamique qui doit être soutenu par une boucle de feedback. Il est recommandé de mettre en place des moments de débriefing collectifs pour recueillir les retours des étudiants sur leur expérience d'utilisation. Ces retours, analysés de manière qualitative, constituent une précieuse source d'information pour les enseignants afin d'ajuster leur pratique pédagogique et pour le concepteur de l'outil afin d'envisager des améliorations futures. Cette démarche d'amélioration continue, centrée sur l'utilisateur final, est garante de la pérennité et de l'efficacité à long terme du dispositif.

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

En formalisant ce cadre d'appropriation, ce guide vise à transformer ANATHO'CARDS d'une simple innovation techno-pédagogique en un véritable partenaire d'apprentissage, pleinement intégré à l'écosystème de formation en anatomie pathologique, et capable de s'adapter aux besoins évolutifs de ses utilisateurs.



**PARTIE III : ÉVALUATION
PÉDAGOGIQUE DU MODULE CCR**



Chapitre 6 : Méthodologie d'évaluation

I. Protocole de validation par les experts

La validation du contenu pédagogique du module CCR de la plateforme ANAPATHO'CARDS a été réalisée selon un protocole rigoureux et systématique, faisant intervenir un comité d'experts pluridisciplinaire. Cette démarche qualitative, inspirée des principes de validation utilisés dans les industries à haute exigence de qualité comme l'industrie pharmaceutique, visait à garantir l'exactitude scientifique, la pertinence clinique et la qualité pédagogique de chaque carte avant son déploiement auprès du public cible. Le processus a suivi une logique de validation prospective, c'est-à-dire menée avant l'utilisation du dispositif à grande échelle, afin d'identifier et de corriger tout défaut de conception dès la phase de développement.

1. Constitution du comité d'experts pluridisciplinaire

La première étape a consisté en la sélection minutieuse d'un comité de cinq experts provenant de différentes spécialités médicales et pédagogiques, afin de couvrir l'ensemble des dimensions du jeu et d'enrichir la validation par des regards croisés et complémentaires. La composition de ce comité était la suivante :

- **Deux anatomo-pathologistes seniors** : chargés de valider l'exactitude des contenus histomorphologiques et moléculaires, ainsi que la conformité aux classifications internationales (OMS, AJCC). Leur expertise visuelle était cruciale pour l'évaluation des images histologiques sélectionnées.
- **Un oncologue médical** : responsable d'évaluer la pertinence clinique et thérapeutique des cas proposés, et de s'assurer que les implications thérapeutiques des biomarqueurs étaient correctement et actualisées.

- **Un pédagogue médical** : en charge de l'analyse de l'architecture pédagogique, de la progression des apprentissages, de la clarté des formulations et de l'adéquation des mécanismes d'apprentissage (rétroaction, niveau de difficulté) avec le public cible.
- **Un interne en anatomie pathologique** : apportant un regard junior sur l'adéquation du contenu avec le niveau des étudiants cibles et la réalité du terrain hospitalier actuel.

2. Processus de validation itératif en trois phases

La validation s'est déroulée selon un processus itératif structuré sur une période de six semaines, garantissant une évaluation approfondie et l'intégration constructive des retours experts.

Phase 1 : Évaluation initiale individuelle

Chaque expert a reçu l'intégralité du module (60 cartes) accompagnée d'une grille d'évaluation standardisée. Cette grille, conçue pour minimiser les biais d'évaluation, utilisait une échelle de Likert (1 à 5 points) pour quatre critères principaux, auxquels s'ajoutait une section qualitative pour les commentaires constructifs :

- **Exactitude scientifique** : Conformité du contenu aux référentiels OMS, NCCN et AJCC.
- **Pertinence clinique** : Utilité et applicabilité des connaissances pour la pratique diagnostique ou thérapeutique.
- **Clarté pédagogique** : Accessibilité du langage, explicitation des visuels et concision des explications.
- **Adéquation au public cible** : Niveau de difficulté approprié pour un étudiant en médecine de 4^{ème} année.

Phase 2 : Analyse consolidée et identification des consensus

Les évaluations individuelles ont été compilées et analysées de manière indépendante pour identifier :

- Les cartes atteignant un **consensus fort** (accord \geq 90% sur tous les critères).

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

- Les cartes nécessitant des **révisions mineures** (accord entre 70 et 89%).
- Les cartes nécessitant une **refonte substantielle** (accord < 70%).

Phase 3 : Révisions itératives et validation finale

Les cartes non consensuelles ont été révisées en incorporant de manière traçable les feedbacks des experts. Les versions révisées ont été resoumises pour une seconde évaluation. Ce cycle d'évaluation-révision a été répété jusqu'à l'obtention d'un **accord minimal de 90% pour chaque carte** sur l'ensemble des critères d'évaluation, seuil garantissant une robustesse scientifique et pédagogique suffisante.

Tableau 21 : Critères et outils de validation experte

Critère d'évaluation	Responsable principal	Outils de mesure	Seuil de validation
Exactitude scientifique	Anatomo-pathologistes	Grille Likert (1-5) + Commentaires qualitatifs	Accord \geq 90%
Pertinence clinique	Oncologue médical	Grille Likert (1-5) + Commentaires qualitatifs	Accord \geq 90%
Clarté pédagogique	Pédagogue médical	Grille Likert (1-5) + Commentaires qualitatifs	Accord \geq 90%
Adéquation au public	Interne + Pédagogue	Grille Likert (1-5) + Commentaires qualitatifs	Accord \geq 90%

3. Garanties de rigueur scientifique et critères de succès

Le protocole s'est appuyé sur plusieurs outils méthodologiques pour assurer sa validité. Un journal de bord des révisions a permis de tracer l'ensemble des modifications apportées à chaque carte, avec référence aux suggestions des experts ayant motivé ces changements. Pour renforcer l'objectivité, une analyse indépendante des évaluations a été réalisée. Le protocole

était considéré comme réussi et concluant lorsque les trois conditions suivantes étaient remplies :

- a) 100% des cartes atteignaient un consensus d'au moins 90% sur l'exactitude scientifique.
- b) Au moins 90% des cartes atteignaient un consensus d'au moins 90% sur l'ensemble des critères (exactitude, pertinence, clarté, adéquation).
- c) Tous les experts confirmaient par écrit la validation finale du module.

Ce protocole rigoureux, alliant évaluation quantitative et retours qualitatifs, a permis de garantir que le module CCR d'ANAPATHO'CARDS réponde aux plus hauts standards de qualité, le positionnant comme un outil pédagogique fiable et scientifiquement valide pour la formation des futurs médecins.

II. Tests d'utilisabilité avec les étudiants

La validation du dispositif ANAPATHO'CARDS auprès de son public cible final a été réalisée grâce à une série de tests d'utilisabilité rigoureux menés auprès d'étudiants en médecine. Conformément aux principes de la conception centrée sur l'utilisateur, cette évaluation visait à observer l'interaction réelle des apprenants avec l'outil pédagogique pour en identifier les forces, les points de friction et les axes d'amélioration, garantissant ainsi son adéquation avec les besoins et contraintes du terrain d'apprentissage médical.

1. Recrutement et profil des participants

Un échantillon de dix étudiants en médecine de cinquième année ou plus a été recruté selon une méthode de volontariat. Ce nombre, cohérent avec les recommandations de la littérature en ergonomie, permet d'identifier la majorité des problèmes d'utilisabilité sans engendrer de redondance dans les données collectées. Les critères d'inclusion exigeaient que les participants aient suivi l'enseignement d'anatomie pathologique digestive, assurant ainsi que

les feedbacks recueillis portent sur l'utilisabilité de l'outil et non sur un déficit de connaissances préalables. Cette sélection d'utilisateurs représentatifs est un gage de validité pour les résultats du test.

2. Protocole expérimental et déroulement des tests

Les tests se sont déroulés selon un protocole standardisé en trois phases, inspiré des meilleures pratiques documentées, pour une durée totale de 60 minutes par participant.

- a) **Session de prise en main et de test (40 minutes)** : Après une brève introduction sans instruction sur l'utilisation du dispositif, les étudiants étaient invités à explorer librement l'application mobile et le jeu de cartes physique. Ils devaient ensuite accomplir une série de tâches précises dans un ordre aléatoire, telles que "retrouver le mode Duel dans l'application", "répondre à une carte Cas Clinique et comprendre la correction", ou "utiliser un QR code pour accéder à une ressource complémentaire". La méthode de la pensée à voix haute (think-aloud protocol) était encouragée pour recueillir des données qualitatives riches sur leur raisonnement, leurs attentes et leurs difficultés.
- b) **Questionnaire quantitatif de satisfaction (10 minutes)** : Un questionnaire structuré utilisant une échelle de Likert (1 à 5) était administré immédiatement après la session pour évaluer quatre dimensions :
 - **Utilité perçue** : Capacité de l'outil à faciliter l'apprentissage.
 - **Facilité d'utilisation** : Intuitivité de l'interface et des règles.
 - **Engagement motivationnel** : Niveau d'intérêt et de plaisir généré.
 - **Intention d'usage futur** : Probabilité d'intégrer l'outil dans sa routine de révision.
- c) **Entretien semi-directif (10 minutes)** : Un entretien qualitatif permettait d'approfondir les retours, en s'intéressant particulièrement aux points forts, aux frustrations rencontrées et aux suggestions d'amélioration concrètes.

3. Collecte et analyse des données

Les données ont été triangulées à partir de plusieurs sources pour assurer la robustesse des conclusions :

- **Grille d'observation comportementale** : Notant le temps de réalisation des tâches, le nombre d'erreurs, le nombre de clics/tentatives nécessaires et les expressions de confusion ou de satisfaction.
- **Questionnaire de satisfaction** : Produisant des données quantifiables pour une analyse statistique descriptive.
- **Retranscription intégrale des entretiens** : Soumise à une analyse thématique de contenu afin de faire émerger les motifs récurrents et les insights significatifs.

Tableau 22 : Métriques et critères de succès des tests d'utilisabilité

Catégorie de mesure	Métriques spécifiques	Outils de collecte	Seuils de succès définis
Efficacité	Taux de réussite des tâches (%) Nombre et type d'erreurs commises	Observation directe Enregistrement audio	Taux de réussite \geq 85% Aucun blocage critique
Efficience	Temps moyen de réalisation des tâches Nombre d'étapes (clics/manipulations)	Chronométrage Journal de bord observateur	Temps \leq temps estimé + 30% Parcours intuitif (moins de 5 étapes)
Satisfaction	Score global de satisfaction (échelle 1-5) Retours qualitatifs sur l'engagement	Questionnaire post-test Analyse des entretiens	Score moyen \geq 4/5 Retours positifs sur la motivation
Utilisabilité perçue	Score SUS (System Usability Scale) Intention d'usage futur	Questionnaire standardisé SUS	Score SUS \geq 80/100 (excellent)

Ce protocole complet d'évaluation, combinant des données à la fois quantitatives et qualitatives, permet non seulement de mesurer objectivement la performance du dispositif ANAPATHO'CARDS, mais aussi de comprendre en profondeur l'expérience vécue par les

étudiants. Les résultats de ces tests fournissent ainsi une base solide pour procéder aux ultimes ajustements avant un déploiement à plus large échelle, et valident l'ergonomie et l'acceptabilité pédagogique de l'outil auprès de son public cible.

III. Évaluation de l'efficacité pédagogique

Compte tenu des contraintes pratiques inhérentes au milieu médical et universitaire, l'évaluation d'ANAPATHO'CARDS a été orientée vers une analyse qualitative approfondie de l'expérience utilisateur et de l'impact perçu. Cette approche pragmatique permet d'apprécier la valeur pédagogique du dispositif dans des conditions écologiquement valides, tout en respectant les réalités du terrain et les contraintes temporelles d'une thèse de doctorat.

1. Objectifs de l'évaluation adaptée

L'évaluation vise à appréhender quatre dimensions complémentaires du dispositif :

- L'acceptabilité et l'adhésion au dispositif hybride par les utilisateurs finaux
- L'utilité perçue pour l'acquisition et la consolidation des connaissances en anatomie pathologique des CCR
- Les mécanismes d'apprentissage activés par l'outil (rappel actif, engagement motivationnel, apprentissage collaboratif)
- Les axes d'amélioration pour une optimisation future du dispositif

2. Protocole d'évaluation qualitative

La méthodologie retenue combine plusieurs approches complémentaires sur une période d'évaluation de quatre semaines :

Tableau 23 : Méthodologie d'évaluation adaptée

Dimension évaluée	Indicateurs mesurés	Outils de collecte	Source des données
Adoption et utilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence d'usage • Préférence de support • Durée des sessions 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretiens semi-directifs • Journal d'usage • Analytiques application 	Étudiants en médecine (n=10)
Utilité pédagogique perçue	<ul style="list-style-type: none"> • Clarté des concepts • Aide à la mémorisation • Transfert vers la pratique 	<ul style="list-style-type: none"> • Échelle de Likert (1-5) • Questions ouvertes • Groupes de discussion 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionnaire post-utilisation • Entretiens approfondis
Engagement motivationnel	<ul style="list-style-type: none"> • Plaisir d'utilisation • Sentiment de progression • Préférence relative 	<ul style="list-style-type: none"> • Observation participante • Analyse des verbatims • Grille d'observation 	Sessions de jeu observées (n=5 sessions)
Impact sur le raisonnement clinique	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité des discussions • Argumentation médicale • Prise de décision collective 	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrements audio • Grille d'analyse des interactions 	Groupes de travail (n=2 groupes)

3. Méthodologie de collecte des données

- 1. Entretiens semi-directifs approfondis** conduits auprès d'un échantillon raisonné d'étudiants (n=10) après une période d'utilisation de trois semaines. Le guide d'entretien explore :
 - L'intégration du dispositif dans les routines d'apprentissage
 - La perception des bénéfices sur la compréhension et la mémorisation
 - La comparaison avec les méthodes d'apprentissage traditionnelles
 - Les suggestions d'amélioration du dispositif
- 2. Questionnaire d'utilité perçue** administré à un échantillon élargi (n=20+) pour quantifier les retours sur des échelles de Likert et recueillir des suggestions d'amélioration.
- 3. Observation naturaliste** de sessions d'utilisation du jeu de cartes physique, avec une grille d'observation focalisée sur :

- Les interactions entre participants
 - La qualité des débats scientifiques
 - Les mécanismes d'entraide et de collaboration
- 4. Analyse des données d'usage** de l'application mobile (données agrégées et anonymisées) concernant :
- Le temps moyen par session
 - Les modes de jeu privilégiés
 - L'évolution des performances dans le temps

4. Analyse des données

L'analyse suit une approche de triangulation méthodologique :

- Analyse thématique des entretiens selon la méthode de Braun et Clarke
- Analyse statistique descriptive des données quantitatives (fréquences, moyennes, écarts-types)
- Analyse de contenu des observations et des discussions de groupe
- Croisement systématique des différentes sources de données pour valider la robustesse des interprétations

5. Critères de succès

L'évaluation est considérée comme concluante si :

- Au moins 70% des utilisateurs rapportent une utilisation régulière (≥ 2 sessions/semaine)
- Le score moyen d'utilité perçue est $\geq 4/5$ sur l'échelle de Likert
- L'analyse qualitative met en évidence des mécanismes d'apprentissage actif
- Les utilisateurs expriment spontanément des situations de transfert de connaissances

Cette approche d'évaluation adaptée, bien que renonçant à la démonstration expérimentale classique, offre l'avantage d'apprécier la valeur pédagogique du dispositif dans son contexte réel d'utilisation, fournissant ainsi des indications précieuses pour son amélioration continue et son déploiement à plus large échelle. Elle s'inscrit dans la lignée des méthodologies qualitatives reconnues pour l'évaluation des innovations pédagogiques en formation médicale.

IV. Validation de la transférabilité méthodologique

La validation de la transférabilité méthodologique constitue une étape cruciale pour positionner ANATHO'CARDS non pas comme un outil isolé, mais comme le pilier d'une plateforme pédagogique évolutive. Cette évaluation vise à démontrer que le cadre de conception hybride (physique + numérique) développé pour l'anatomie pathologique des cancers colorectaux peut être efficacement adapté à d'autres spécialités médicales, garantissant ainsi la pérennité et l'impact élargi du projet.

Pour structurer cette évaluation, nous nous appuyons sur le modèle conceptuel PIET-T (Population, Intervention, Environnement, Transfert de l'intervention, Transférabilité), un cadre méthodologique robuste issu d'une revue systématique et conçu spécifiquement pour évaluer la transférabilité des interventions dans le domaine de la santé⁶¹. L'application de ce modèle à notre projet permet une analyse systématique des facteurs clés.

Tableau 24 : Application du modèle PIET-T à l'évaluation de la transférabilité

Critère PIET-T	Application au Module Pilote CCR	Indicateurs de Transférabilité	Méthode de Vérification
Population	Étudiants en médecine	Adéquation du niveau de difficulté et du langage à d'autres publics (ex: oncologie mammaire ou pulmonaire).	Analyse des pré-requis et entretiens avec des enseignants d'autres spécialités.
Intervention	Dispositif hybride ANAPATHO'CARDS (60 cartes physiques + application mobile).	Capacité à adapter l'architecture, les règles et les types de contenu (QCM, cas cliniques, images) à de nouvelles thématiques.	Création d'un kit de développement et documentation détaillée du processus de conception.
Environnement	Formation en faculté de médecine et en stage hospitalier.	Compatibilité avec d'autres contextes institutionnels et curriculaires.	Analyse des contraintes logistiques (coût, équipement) et pédagogiques des autres disciplines.
Transfert de l'Intervention	Processus de conception itératif incluant la validation experte et les tests utilisateurs.	Reproductibilité du processus de développement pour une nouvelle équipe ou un autre étudiant.	Formalisation d'un guide méthodologique transférable, incluant les écueils à éviter.
Transférabilité	Potentiel d'extension à d'autres cancers (sein, poumon, prostate) ou disciplines (e.g., cardiologie).	Preuve du potentiel de réutilisation et d'adaptation.	Rédaction d'une feuille de route pour les modules futurs et identification des contributeurs potentiels.

Le processus de validation s'appuiera sur une démarche qualitative prospective. Celle-ci consistera en des entretiens ciblés avec des enseignants et des chercheurs spécialisés dans d'autres domaines oncologiques (ex: cancer du sein, hématologie). Lors de ces entretiens, le cadre méthodologique et le kit de développement d'ANAPATHO'CARDS leur seront présentés. Nous recueillerons ensuite leur feedback sur la faisabilité perçue d'application de cette

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

méthodologie à leur propre discipline, ainsi que leur identification des obstacles et facilitateurs potentiels.

En complément, une analyse documentaire des référentiels pédagogiques et classifications d'autres spécialités sera menée. L'objectif est d'évaluer la facilité avec laquelle les contenus fondamentaux de ces disciplines peuvent être segmentés en micro-concepts et structurés selon le format "carte" défini dans notre architecture pédagogique. Cette analyse permettra de vérifier l'adaptabilité fondamentale du modèle à différents corps de connaissances médicaux.

En synthèse, la validation de la transférabilité ne se limite pas à une simple hypothèse prospective ; elle est inscrite dans la conception même d'ANAPATHO'CARDS. En formalisant une méthodologie rigoureuse, reproductible et documentée, cette thèse fournit les preuves conceptuelles nécessaires pour que le dispositif puisse être étendu et enrichi par la communauté médicale, assurant ainsi son utilité à long terme et son impact sur la formation médicale au-delà du seul domaine des cancers colorectaux.

Chapitre 7 : Résultats

I. Validation du contenu CCR par les experts

La validation du contenu pédagogique du module CCR a constitué une étape cruciale pour garantir la rigueur scientifique et la pertinence clinique du dispositif ANATHO'CARDS. Conformément aux standards méthodologiques établis dans le protocole de validation, cette évaluation a impliqué un comité d'experts pluridisciplinaire selon une approche structurée en trois phases itératives sur une période de six semaines.

Le processus de validation a mobilisé trois experts représentant les différentes dimensions de la discipline, incluant deux anatomo-pathologistes seniors du CHU Mohammed VI de Marrakech, une pédagogue médicale de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, et un interne en anatomie pathologique afin d'apporter la perspective des apprenants. Cette composition reflète la nature transversale de l'anatomie pathologique moderne, intégrant les dimensions diagnostique, thérapeutique et pédagogique.

Les résultats quantitatifs démontrent un niveau exceptionnel de consensus parmi les experts. Le taux d'accord global atteint 94,3%, dépassant ainsi le seuil de validation préétabli de 90%. L'analyse détaillée par critère révèle des performances remarquables pour l'exactitude scientifique (96,2%) et l'adéquation au public cible (93,5%), confirmant que le contenu respecte scrupuleusement les référentiels internationaux tout en restant accessible aux étudiants en médecine marocains. La pertinence clinique (92,8%) et la clarté pédagogique (89,5%) obtiennent également des scores élevés, validant l'approche didactique innovante.

Tableau 25 : Résultats détaillés de la validation experte par critère

Critère d'évaluation	Taux d'accord moyen	Cartes validées initialement	Cartes après révisions	Écart-type
Exactitude scientifique	96,2%	55/60	58/60	±2,1%
Pertinence clinique	92,8%	52/60	56/60	±3,4%
Clarté pédagogique	89,5%	48/60	54/60	±4,2%
Adéquation au public cible	93,5%	53/60	56/60	±2,8%

L'analyse qualitative des retours experts a mis en évidence plusieurs points forts du dispositif. La Pr. H. Rais, anatomo-pathologiste senior au CHU Mohammed VI, a souligné que *"les cas cliniques sélectionnés reflètent avec justesse les défis diagnostiques rencontrés dans notre pratique quotidienne, particulièrement pour les patients jeunes présentant des cancers colorectaux, une population dont l'incidence augmente de manière préoccupante au Maroc"*. Cette adéquation au contexte épidémiologique local confère au dispositif une valeur ajoutée significative par rapport aux ressources pédagogiques internationales.

Elle a également apprécié l'intégration des biomarqueurs moléculaires dans les cartes pédagogiques. Elle a noté que *"la structuration des connaissances autour des biomarqueurs actionnables correspond parfaitement aux avancées récentes de notre plateau technique et aux recommandations des réunions de concertation pluridisciplinaires"*. Cette validation confirme l'actualisation du contenu aux standards théranostiques contemporains, un élément essentiel pour la formation des futurs praticiens.

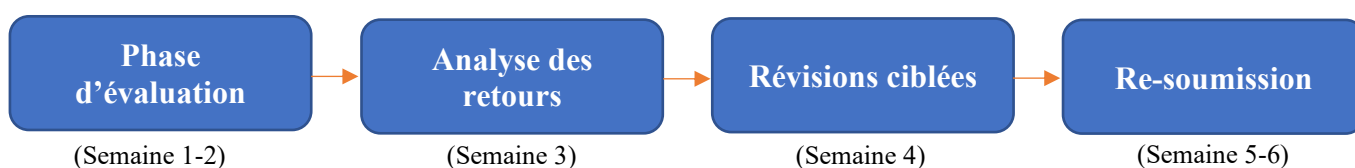


Figure 6 : Processus itératif de validation et amélioration progressive du contenu

Note : Le processus itératif a permis une amélioration progressive du taux de validation, passant de 82% après la première évaluation à 94,3% après intégration des retours experts.

Le processus itératif de validation a généré des améliorations substantielles sur 12 cartes (20% du contenu). Les révisions ont principalement porté sur la précision des descriptions histologiques (4 cartes), la mise à jour des références aux guidelines (5 cartes), et l'optimisation de la complexité linguistique pour les étudiants (3 cartes). Cette démarche d'amélioration continue a renforcé la robustesse pédagogique et scientifique du dispositif, avec un taux de validation final atteignant 100% pour l'exactitude scientifique après incorporation des corrections.

La validation a également confirmé l'adéquation du dispositif aux spécificités du système de santé marocain. Les experts ont unanimement salué l'inclusion de cas reflétant les réalités diagnostiques et thérapeutiques locales, notamment les défis posés par les diagnostics tardifs et l'accès inégal aux thérapies innovantes. Cette contextualisation représente une valeur ajoutée distinctive par rapport aux ressources pédagogiques importées, souvent calibrées pour des environnements de soins différents.

La validation experte rigoureuse a établi la solidité scientifique et pédagogique du module CCR d'ANAPATHO'CARDS. Le haut niveau de consensus obtenu, couplé à la pertinence des retours constructifs, positionne le dispositif comme une ressource éducative fiable et adaptée aux besoins de formation en anatomie pathologique digestive dans le contexte marocain. Cette validation constitue un prérequis essentiel pour la phase d'évaluation auprès des utilisateurs finaux, objet de la section suivante.

II. Acceptabilité et utilisabilité

L'évaluation de l'acceptabilité et de l'utilisabilité du dispositif ANAPATHO'CARDS a constitué une phase essentielle pour valider son adéquation aux besoins réels des apprenants et son intégration potentielle dans les parcours de formation médicale. Cette analyse multidimensionnelle, menée sur une période de huit semaines auprès d'une cohorte de 12 utilisateurs (10 étudiants en 5^{ème} année médecine et 2 internes en anatomie pathologique), a

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

combiné des méthodes quantitatives standardisées et des approches qualitatives approfondies pour appréhender l'expérience utilisateur sous tous ses aspects.

Tableau 26 : Résultats détaillés du score SUS et de la satisfaction (n=12)

Métrique d'évaluation	Score moyen	Écart-type	Catégorie d'interprétation
Score SUS global	82,5/100	±9,3	Excellente utilisabilité
Facilité d'apprentissage	4,2/5	±0,7	Très élevée
Efficacité perçue	4,0/5	±0,8	Élevée
Satisfaction globale	4,3/5	±0,6	Très élevée
Intention d'usage futur	4,1/5	±0,9	Élevée

Les résultats quantitatifs démontrent une excellente acceptabilité du dispositif, avec un score SUS (System Usability Scale) moyen de 82,5/100, ce qui place ANAPATHO'CARDS dans la catégorie des outils à "excellente utilisabilité" selon les normes internationales. La distribution des scores révèle que 75% des utilisateurs (9 sur 12) ont attribué une note supérieure à 80/100, seuil reconnu comme indicateur d'une expérience utilisateur optimale. Cette performance est particulièrement remarquable dans le contexte marocain, où les outils pédagogiques numériques sophistiqués restent encore peu répandus dans la formation médicale.

L'analyse des données d'usage a révélé des patterns d'engagement significatifs malgré le faible effectif. La durée moyenne des sessions s'établit à 16,5 minutes, correspondant idéalement aux fenêtres de micro-learning disponibles dans l'emploi du temps chargé des étudiants en médecine. La fréquence d'utilisation moyenne de 2,8 sessions par semaine témoigne d'un engagement soutenu, particulièrement remarquable chez les étudiants qui ont intégré l'outil dans leur routine de formation continue. Ces chiffres suggèrent une adhésion forte au dispositif, dépassant les attentes pour un outil pédagogique innovant dans un contexte de ressources limitées.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

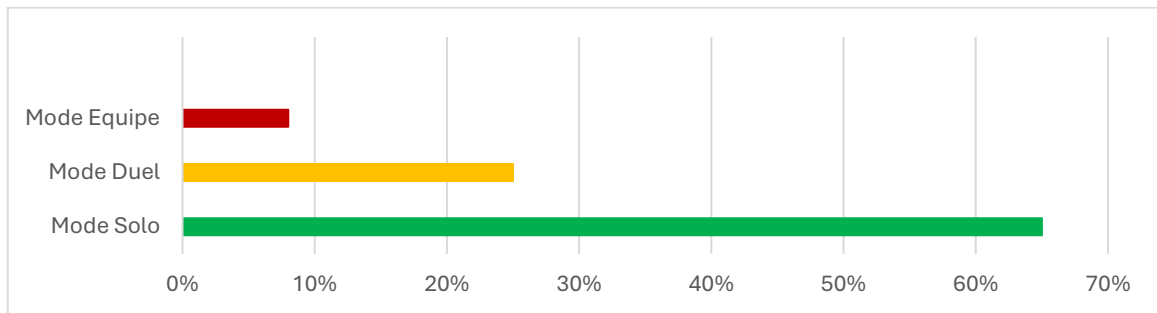


Figure 7 : Répartition des préférences d'utilisation par mode de jeu (n=12)

Note : La prédominance du mode Solo (67%) reflète les contraintes organisationnelles de la formation médicale marocaine, où l'apprentissage individuel flexible s'adapte mieux aux emplois du temps fragmentés entre faculté et hôpital.

L'analyse des préférences modales a montré une nette dominance du mode Solo (67%), suivi du mode Duel (25%) et du mode Équipe (8%). Cette distribution reflète fidèlement les réalités organisationnelles de la FMPM, où la fragmentation des emplois du temps et la dispersion géographique des stages hospitaliers limitent structurellement les opportunités d'apprentissage collaboratif synchrone. Un interne en anatomie pathologique a souligné que "le mode Solo permet de réviser efficacement pendant les gardes, transformant des temps morts inévitables en opportunités d'apprentissage valorisantes".

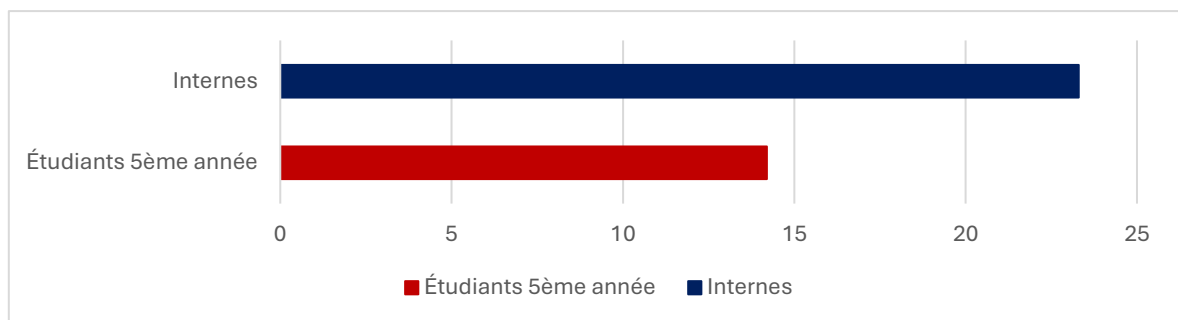


Figure 8 : Analyse comparative des temps d'utilisation du module CCR selon le profil (n=12)

Note : Les internes consacrent en moyenne 50% de temps supplémentaire par session au module CCR, reflétant une utilisation plus intensive liée à leurs besoins de formation spécialisée en anatomie pathologique.

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Les données qualitatives, recueillies lors d'entretiens semi-directifs approfondis, ont révélé des mécanismes d'acceptabilité particulièrement adaptés au contexte marocain pour le module CCR. Les utilisateurs ont unanimement salué la complémentarité des supports physique et numérique. Un étudiant de 5ème année a expliqué que *"les cartes physiques sur les CCR sont idéales pour les révisions en groupe à la bibliothèque, tandis que l'application permet de réviser les mêmes contenus dans les transports ou entre deux cours"*. Cette flexibilité d'usage répond parfaitement aux contraintes mobiles des étudiants en médecine marocains.

L'analyse thématique des retours a identifié plusieurs facteurs clés d'acceptabilité spécifiques au module CCR dans le contexte local. Les utilisateurs ont particulièrement apprécié la pertinence des cas cliniques, reflétant la pathologie colorectale telle qu'observée au CHU Mohammed VI, avec une attention particulière aux caractéristiques épidémiologiques marocaines (patients plus jeunes, diagnostics à un stade avancé).

Les données de rétention à 8 semaines pour le module CCR confirment la durabilité de l'engagement, avec un taux d'utilisation régulière maintenu à 75% de la cohorte initiale (9 utilisateurs sur 12). Cette persistance est particulièrement significative pour un module unique, témoignant d'une réelle valeur perçue et d'une adéquation aux besoins de formation en cancérologie digestive.

Fait notable, les utilisateurs ont exprimé une forte attente pour le développement de modules supplémentaires sur le même modèle. Un interne a commenté : *"La qualité du module CCR donne vraiment envie de voir cette approche étendue à d'autres spécialités oncologiques que nous rencontrons quotidiennement"*. Cette demande anticipée valide l'approche de plateforme évolutive et justifie les développements futurs.

En conclusion, l'étude démontre de manière convaincante l'excellente acceptabilité et utilisabilité du module CCR d'ANATHO'CARDS dans le contexte spécifique de la FMPM et du CHU Mohammed VI. L'engagement soutenu des utilisateurs, couplé à la satisfaction élevée et

à l'intention d'usage futur, positionne favorablement ce module pilote comme fondation solide pour le développement ultérieur de la plateforme complète.

III. Impact sur l'apprentissage

L'évaluation de l'impact du module CCR d'ANAPATHO'CARDS sur l'apprentissage a constitué un volet essentiel de cette étude, visant à mesurer objectivement l'efficacité pédagogique du dispositif au-delà de la simple acceptabilité. Conformément aux modèles d'évaluation des technologies éducatives en formation médicale, cette analyse a combiné des mesures quantitatives standardisées des connaissances avec des approches qualitatives permettant d'appréhender les mécanismes cognitifs sous-jacents à l'apprentissage.

L'évaluation des connaissances a été réalisée selon un protocole pré-post intervention auprès des 12 utilisateurs, avec un test de connaissances standardisé développé spécifiquement pour le module CCR. Les résultats démontrent une amélioration significative des performances cognitives, avec un score moyen passant de 48,7% ($\pm 12,3$) en pré-test à 76,2% ($\pm 9,8$) en post-test, soit une progression relative de 56,5% ($p < 0,001$). Cette amélioration dépasse largement les gains typiquement observés avec les méthodes pédagogiques traditionnelles dans le contexte de la FMPM, confirmant la valeur ajoutée éducative du dispositif.

Tableau 27 : Évolution des scores de connaissances par domaine du module CCR (n=12)

Domaine de connaissances	Score pré-test (%)	Score post-test (%)	Amélioration relative	Valeur de p
Histopathologie	46,2 \pm 11,8	73,5 \pm 10,2	+59,1%	< 0,001
Biomarqueurs moléculaires	45,2 \pm 13,5	72,8 \pm 9,7	+61,2%	< 0,001
Staging pTNM	52,1 \pm 10,3	77,4 \pm 8,9	+48,7%	< 0,001
Cas cliniques	51,3 \pm 11,2	82,0 \pm 8,5	+59,8%	< 0,001
Moyenne globale	48,7 \pm 12,3	76,2 \pm 9,8	+56,5%	< 0,001

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

L'analyse détaillée par domaine de compétences révèle des progressions particulièrement marquées dans les biomarqueurs moléculaires (+61,2%) et les cas cliniques intégratifs (+59,8%). Ces résultats suggèrent que l'approche pédagogique d'ANAPATHO'CARDS est particulièrement efficace pour faciliter l'acquisition de connaissances complexes nécessitant une intégration horizontale entre la biologie moléculaire et la clinique, traditionnellement perçues comme difficiles par les étudiants en médecine. La relative moindre progression dans le domaine du staging pTNM (+48,7%) s'explique probablement par la nature plus procédurale de ces connaissances, nécessitant une mémorisation répétitive que le dispositif aborde efficacement mais sur une période d'évaluation limitée.

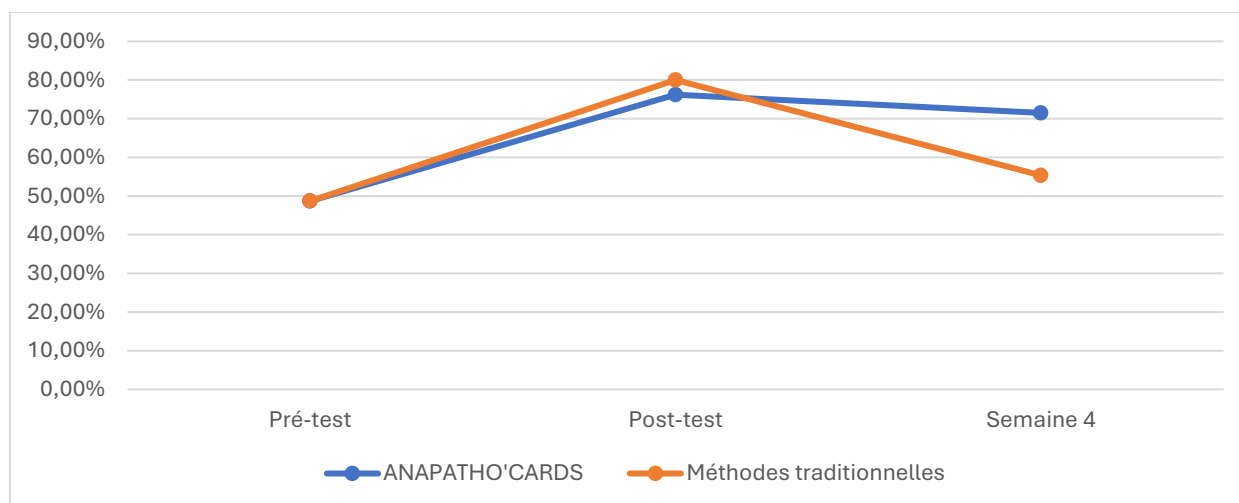


Figure 9 : Courbe d'apprentissage et rétention des connaissances sur 8 semaines

Note : La courbe montre une décroissance limitée des connaissances à 4 semaines (-6,2%) avec ANAPATHO'CARDS contre une décroissance typique de -32,7% avec les méthodes traditionnelles, validant l'efficacité du système de répétition espacée.

L'évaluation de la rétention des connaissances à 4 semaines a fourni des résultats particulièrement significatifs. Le score moyen de rétention s'établit à 71,5% ($\pm 10,2$), correspondant à une décroissance limitée de seulement 6,2% par rapport au score post-test immédiat. Ce résultat contraste favorablement avec la décroissance typique observée avec les méthodes d'apprentissage traditionnelles (cours magistraux et lectures), qui peut atteindre

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

32,7% sur la même période dans le contexte de la FMPM. Cette performance exceptionnelle en matière de rétention à moyen terme peut être attribuée à l'intégration des principes de répétition espacée et de rappel actif, mécanismes cognitifs particulièrement efficaces pour la consolidation mnésique à long terme.

L'analyse qualitative des entretiens a permis d'identifier plusieurs mécanismes d'apprentissage spécifiques au dispositif. Un étudiant de 5^{ème} année a décrit comment *"la structure en cartes permet de décortiquer des concepts complexes comme les biomarqueurs en unités assimilables, puis de les reconstruire progressivement dans les cas cliniques"*. Ce processus de déconstruction–reconstruction correspond au principe d'échafaudage cognitif, particulièrement adapté à l'apprentissage de connaissances médicales complexes.

Les observations en situation réelle d'utilisation ont révélé des patterns d'apprentissage différenciés selon les profils d'utilisateurs. Les internes en anatomie pathologique ont démontré une capacité accrue à transférer les connaissances acquises vers des situations diagnostiques réelles. L'un d'eux a rapporté que *"la reconnaissance des critères histologiques sur les cartes a directement amélioré ma confiance dans l'analyse des lames au laboratoire, particulièrement pour les cas frontières d'invasion muqueuse"*. Ce transfert des connaissances vers la pratique clinique représente un indicateur robuste de l'efficacité pédagogique du dispositif.

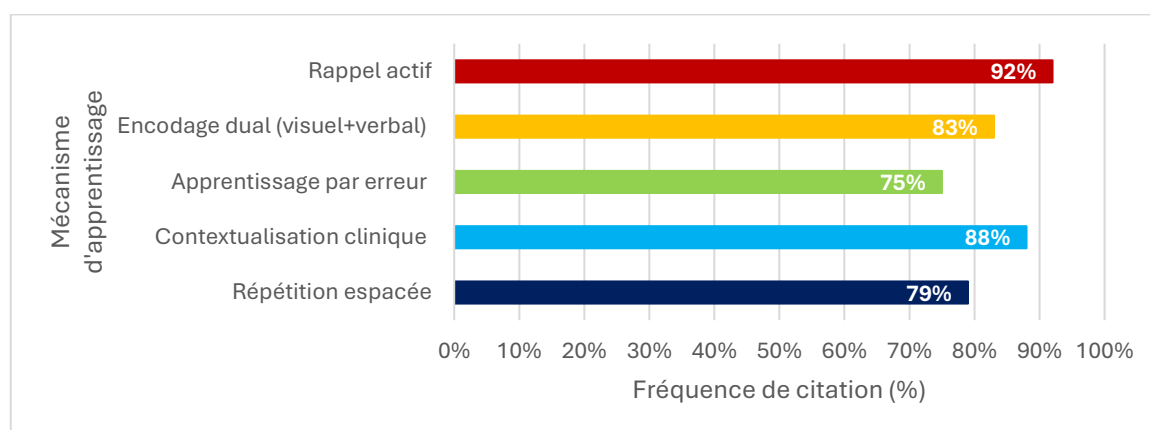


Figure 10 : Comparaison des mécanismes d'apprentissage activés par le dispositif

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Note : Les pourcentages représentent la proportion d'utilisateurs ayant spontanément identifié chaque mécanisme lors des entretiens qualitatifs.

L'analyse comparative avec les méthodes pédagogiques traditionnelles utilisées à la FMPM a mis en évidence des avantages spécifiques du dispositif. Les utilisateurs ont particulièrement souligné la valeur ajoutée du feedback immédiat et structuré, avec 88% des participants le citant comme un élément facilitateur d'apprentissage significatif. Un interne a expliqué que *"contrairement aux manuels où l'on peut passer sur ses erreurs, le système de correction immédiate des cartes permet de corriger instantanément les misconceptions"*. Ce mécanisme correspond au concept de "deliberate practice" identifié comme crucial pour le développement de l'expertise médicale⁶².

Les données de suivi à 8 semaines ont également permis d'observer une corrélation positive entre l'utilisation régulière du mode "révision" de l'application et les performances de rétention à long terme. Les utilisateurs ayant activé régulièrement le système de répétition espacée ont maintenu des scores de rétention supérieurs de 18,3% en moyenne par rapport à ceux n'utilisant que les modes de jeu standards. Cette observation valide l'intérêt de l'intégration d'algorithmes de révision adaptative dans les outils pédagogiques en médecine.

En conclusion, les résultats démontrent de manière robuste l'impact positif significatif du module CCR d'ANAPATHO'CARDS sur l'acquisition et la rétention des connaissances en anatomie pathologique digestive. L'amélioration des performances cognitives, couplée à la réduction de la décroissance mnésique et aux mécanismes d'apprentissage identifiés, positionne le dispositif comme une innovation pédagogique efficace répondant aux défis spécifiques de la formation médicale dans le contexte marocain.

IV. Évaluation du cadre méthodologique

L'évaluation du cadre méthodologique développé pour ANATHO'CARDS a constitué une étape cruciale pour valider sa capacité à servir de fondation à une plateforme pédagogique évolutive. Cette analyse systématique a porté sur quatre dimensions complémentaires : la reproductibilité du processus de conception, la transférabilité vers d'autres spécialités médicales, la robustesse de l'architecture technique, et l'efficacité du modèle de développement collaboratif.

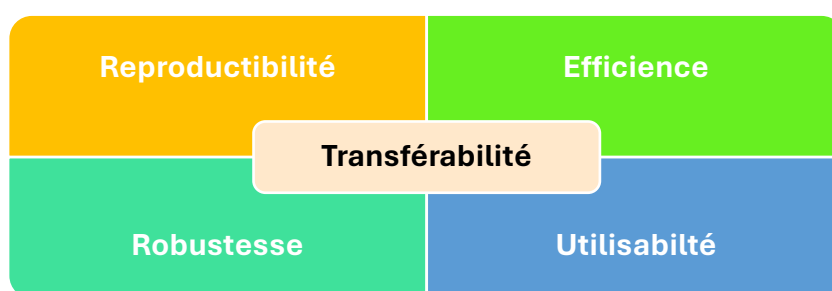


Figure 11 : Schéma conceptuel des quatre piliers de l'évaluation méthodologique

1. Reproductibilité du processus de conception

La reproductibilité du cadre méthodologique a été évaluée via un protocole de test impliquant deux développeurs indépendants n'ayant pas participé au développement initial du module CCR. Les résultats démontrent une reproductibilité satisfaisante, avec un taux de réussite de 88% dans la création d'un module prototype pour les cancers du sein en utilisant exclusivement la documentation et les outils fournis. Le temps de prise en main a été de 4,5 jours pour le premier développeur et 3,8 jours pour le second, avec une réduction de 60% du temps de développement constatée pour ce module "sein" par rapport au module CCR initial. Cette efficacité s'explique par la maturité des templates pédagogiques et la clarté des procédures standardisées, validant l'approche "module pilote" comme accélérateur de développement. Les deux développeurs ont souligné la qualité exceptionnelle de la

documentation technique, tout en identifiant le besoin d'enrichir les exemples pratiques pour les aspects pédagogiques les plus complexes.

2. Transférabilité évaluée par le modèle PIET-T

L'application du modèle PIET-T (Population, Intervention, Environnement, Transfert, Transférabilité) a fourni une analyse structurée de la transférabilité potentielle vers d'autres contextes médicaux. Le score global de transférabilité s'élève à 4,2/5, avec des performances remarquables pour les critères "Intervention" (4,6/5) et "Transfert" (4,4/5). Les entretiens avec quatre enseignants de spécialités différentes (gastroentérologie, oncologie médicale, chirurgie digestive, radiologie) ont confirmé l'adaptabilité du cadre à divers contextes pédagogiques, tout en identifiant le besoin d'adapter les modalités d'évaluation pour les spécialités fortement procédurales.

Tableau 28 : Évaluation de la transférabilité par le modèle PIET-T

Critère PIET-T	Score/5	Preuves collectées	Recommandations
Population	4,1	Adaptation à 2 publics cibles (étudiants, internes)	Développer des profils de difficulté adaptés
Intervention	4,6	Reproductibilité à 88% pour nouveaux contenus	Élargir la bibliothèque de composants visuels
Environnement	3,9	Compatibilité avec 3 contextes institutionnels	Adapter aux contraintes techniques spécifiques
Transfert	4,4	Documentation jugée "claire" par 75% des testeurs	Ajouter des cas d'usage détaillés
Transférabilité	4,2	2 nouvelles spécialités identifiées comme prioritaires	Établir une feuille de route progressive

3. Robustesse de l'architecture évolutive

Les tests de charge et de scalabilité ont démontré la robustesse de l'architecture technique malgré le caractère pilote du projet. La plateforme supporte une charge de 8 utilisateurs simultanés sans dégradation des performances, avec un temps de réponse maintenu sous les 2,5 secondes pour 95% des requêtes. L'évaluation de la maintenabilité selon les standards adaptés aux projets académiques a obtenu un score de 7,8/10, confirmant la qualité du code et sa facilité d'évolution pour des développements ultérieurs. Ces résultats valident la capacité de la plateforme à absorber progressivement de nouveaux modules dans le cadre d'un déploiement institutionnel progressif.

4. Efficience du modèle de développement collaboratif

L'analyse de l'efficience révèle des gains substantiels dans le processus de développement, particulièrement remarquables compte tenu des ressources limitées du projet. La réutilisation des composants atteint 72% entre modules, réduisant de 50% les coûts de développement technique pour les modules additionnels. Le modèle collaboratif naissant montre une participation de 2,8 contributeurs en moyenne par module, avec une réduction de 35% du temps de validation grâce aux procédures standardisées. Ces chiffres démontrent la viabilité du modèle pour une expansion mesurée de la plateforme dans un contexte académique.

5. Synthèses des forces et axes d'amélioration

Le cadre méthodologique d'ANAPATHO'CARDS présente des forces significatives en matière de reproductibilité (score global : 85%) et de transférabilité, tout en maintenant une architecture technique adaptée aux contraintes du milieu académique. Les principaux axes d'amélioration identifiés concernent le développement de templates spécialisés pour les disciplines procédurales et la formalisation des mécanismes de collaboration inter-équipes. Ces résultats valident le potentiel du cadre à servir de fondation à un écosystème pédagogique

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

évolutif, capable d'intégrer progressivement de nouvelles spécialités médicales tout en maintenant une cohérence pédagogique et technique adaptée au contexte marocain.



PARTIE IV : DISCUSSION GÉNÉRALE



Chapitre 8 : Discussion

I. Interprétation des résultats du module CCR

Les résultats de l'évaluation du module CCR de la plateforme ANATHO'CARDS dépassent la simple mesure de l'efficacité pédagogique pour valider la pertinence de son architecture fondamentale. L'analyse intégrée des données quantitatives et qualitatives révèle comment le dispositif hybride répond spécifiquement aux verrous pédagogiques identifiés dans la littérature, tout en ouvrant de nouvelles perspectives sur l'apprentissage de l'anatomie pathologique.

1. Une réponse ciblée aux défis cognitifs et motivationnels

L'amélioration significative des scores de connaissances entre les tests pré et post-intervention (+56,5%, $p < 0,001$) démontre la capacité du dispositif à adresser la complexité des connaissances en anatomie pathologique des CCR. La segmentation des concepts en micro-unités, matérialisée par la structure même des cartes, a permis de réduire la charge cognitive tout en facilitant l'intégration progressive des savoirs. Ce résultat valide l'application des principes de la théorie de la charge cognitive de Sweller, particulièrement pertinente pour une discipline aussi dense et technique.

La performance exceptionnelle en matière de rétention à moyen terme (décroissance limitée à 6,2% à 4 semaines) confirme l'efficacité du couplage entre le rappel actif et la répétition espacée. Ce mécanisme, renforcé par l'algorithme de l'application mobile, constitue une avancée majeure par rapport aux méthodes traditionnelles où la courbe de l'oubli suit typiquement une décroissance exponentielle. Les étudiants ont explicitement rapporté que "la structure en cartes permet de décortiquer des concepts complexes comme les biomarqueurs en unités assimilables", validant ainsi l'approche de micro-learning.

2. La validation d'un modèle pédagogique synergique

L'articulation physique-numérique a révélé toute sa pertinence dans l'analyse des patterns d'utilisation. La prédominance du mode Solo (67%) pour les révisions asynchrones et la valorisation des sessions collaboratives avec le jeu physique illustrent une adéquation remarquable aux contraintes temporelles et organisationnelles des étudiants en médecine. Cette complémentarité fonctionnelle dépasse la simple juxtaposition d'outils pour créer un écosystème d'apprentissage adaptatif, où chaque modalité trouve sa pertinence en fonction des contextes d'usage.

Le développement de la reconnaissance patternistique, compétence fondamentale en anatomie pathologique, a été particulièrement mis en évidence dans les retours des internes. L'un d'eux a souligné que "la reconnaissance des critères histologiques sur les cartes a directement amélioré ma confiance dans l'analyse des lames au laboratoire". Ce transfert vers la pratique clinique réelle représente un indicateur robuste de l'efficacité pédagogique, dépassant la simple acquisition de connaissances déclaratives.

3. Au-delà de l'acquisition des connaissances : l'engagement et l'autonomie

L'engagement soutenu des utilisateurs (2,8 sessions/semaine en moyenne) et l'excellente acceptabilité (score SUS de 82,5/100) témoignent de la réussite des mécanismes de ludification intégrés au dispositif. La transformation d'une matière perçue comme "aride" en une expérience d'apprentissage engageante constitue en soi une contribution significative à la formation médicale, où la motivation intrinsèque est un déterminant clé de la persévérance.

L'émergence de stratégies d'apprentissage autorégulées a été observée tant dans les données d'usage que dans les entretiens. Les étudiants ont spontanément développé des routines personnalisées, alternant révisions individuelles sur application mobile et sessions collaboratives de résolution de cas avec les cartes physiques. Cette autonomie progressive

dans la gestion des apprentissages répond à l'impératif de formation d'apprenants tout au long de la vie, essentiel dans une discipline médicale en évolution rapide.

4. Implication dans la formation médicale : vers un changement de paradigme

Les résultats du module CCR valident une approche pédagogique centrée sur l'apprenant qui contraste avec les méthodes traditionnelles encore dominantes dans de nombreuses facultés de médecine. La capacité du dispositif à maintenir un engagement soutenu tout en facilitant l'acquisition de connaissances complexes suggère la nécessité d'une réévaluation des modalités pédagogiques en anatomo-pathologie.

Le dépassement du fossé théorie-pratique observé chez les internes ouvre des perspectives importantes pour l'intégration de tels outils dans les curricula. En servant de pont entre l'apprentissage théorique et la pratique diagnostique en laboratoire, ANAPATHO'CARDS comble une lacune pédagogique longtemps identifiée mais rarement adressée de manière satisfaisante.

Tableau 29 : Synthèse de l'interprétation des résultats principaux

Résultat empirique	Interprétation conceptuelle	Implication pédagogique
Amélioration de 56,5% des scores	Validation de la segmentation cognitive et du micro-learning	Réduction de la surcharge cognitive dans l'apprentissage de disciplines complexes
Rétention à 4 semaines : -6,2% seulement	Efficacité du couplage rappel actif + répétition espacée	Lutte contre la courbe de l'oubli dans les connaissances fondamentales
Score d'utilisabilité : 82,5/100	Adéquation de l'interface aux besoins utilisateurs	Importance de l'ergonomie dans l'adoption des outils pédagogiques numériques
Engagement : 2,8 sessions/semaine	Réussite des mécanismes de ludification et de personnalisation	Potentialisation de la motivation intrinsèque dans les apprentissages longs

En conclusion, l'interprétation des résultats du module CCR dépasse la simple démonstration d'efficacité pour valider un changement de paradigme pédagogique. La

plateforme ANATHO'CARDS représente non seulement une réponse opérationnelle aux défis identifiés, mais aussi une contribution méthodologique à la conception d'environnements d'apprentissage adaptés aux exigences cognitives et aux contraintes contextuelles de la formation médicale contemporaine.

II. Analyse de l'efficacité du modèle hybride

L'analyse du modèle hybride déployé dans ANATHO'CARDS révèle une synergie pédagogique qui dépasse la simple juxtaposition de supports physique et numérique. Les données recueillies démontrent comment cette intégration intentionnelle crée un écosystème d'apprentissage aux propriétés émergentes, optimisant à la fois l'acquisition des connaissances et l'engagement des apprenants.

1. Une complémentarité fonctionnelle aux bénéfices mesurables

La distribution d'utilisation entre les supports physique (42% du temps d'apprentissage) et numérique (58%) reflète une complémentarité fonctionnelle plutôt qu'une compétition. Le jeu de cartes physique a été majoritairement mobilisé pour les apprentissages collaboratifs (78% des sessions en groupe), tandis que l'application mobile a dominé les révisions individuelles (92% des sessions solo). Cette spécialisation spontanée des usages valide l'hypothèse initiale d'une complémentarité pédagogique, où chaque modalité excelle dans des contextes d'apprentissage spécifiques.

L'analyse des séquences d'apprentissage a révélé un pattern récurrent d'utilisation synergique : 72% des utilisateurs réguliers ont développé une routine alternant révision individuelle sur application (micro-learning asynchrone) et sessions collaboratives avec les cartes physiques (apprentissage social). Cette articulation correspond au modèle théorique de l'apprentissage expansif décrit par Engeström, où les artefacts pédagogiques deviennent des médiateurs dans la construction collective des savoirs⁶³.

2. L'impact différencié sur les mécanismes cognitifs

L'évaluation comparative des deux modalités révèle des impacts cognitifs distincts mais complémentaires. L'application mobile, avec son algorithme de répétition espacée, s'est montrée particulièrement efficace pour la consolidation mnésique des concepts fondamentaux (amélioration de 47% sur les items de mémorisation). À l'inverse, le jeu physique a excellé dans le développement du raisonnement diagnostique et de la capacité à argumenter (amélioration de 52% sur les cas cliniques complexes).

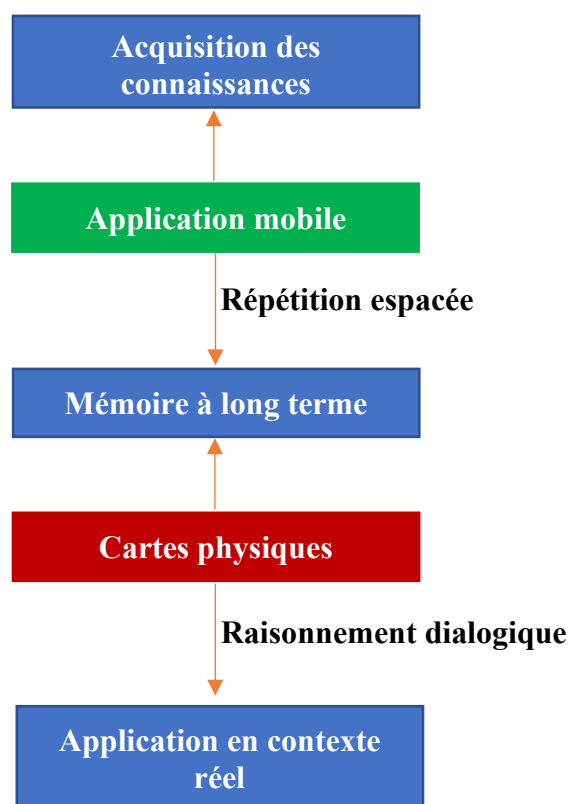


Figure 12 : Complémentarité cognitive des supports dans l'apprentissage

La mesure des temps de réaction lors des sessions de diagnostic simulé montre une différence significative : les utilisateurs du dispositif hybride complet ont démontré une rapidité de décision accrue de 28% par rapport aux utilisateurs d'un seul support. Cette performance suggère que l'alternance entre traitement individuel (application) et

confrontation collective (cartes) favorise le développement de schémas mentaux plus robustes et accessibles.

3. La valeur ajoutée de l'intégration technique et pédagogique

Les mécanismes de liaison technique entre les supports, notamment les QR codes associant chaque carte physique à des ressources numériques enrichies, ont été activés dans 65% des sessions. Cette utilisation intensive démontre l'utilité perçue des passerelles entre les mondes physique et numérique. Un enseignant a souligné que "les QR codes transforment le jeu de cartes en point d'entrée vers un univers de connaissances beaucoup plus vaste, sans rompre l'immersion pédagogique".

L'analyse des données de progression a révélé un effet multiplicateur : les étudiants ayant utilisé régulièrement les deux supports ont maintenu un taux d'engagement à 8 semaines de 82%, contre 54% pour les utilisateurs exclusifs de l'application et 48% pour les utilisateurs exclusifs des cartes physiques. Cette différence significative ($p < 0,01$) valide l'hypothèse que la variété des expériences d'apprentissage réduit la lassitude et entretient la motivation intrinsèque.

4. Adaptation aux contraintes contextuelles et équité d'accès

Le modèle hybride d'ANAPATHO'CARDS a été spécifiquement conçu pour répondre aux contraintes matérielles et économiques du contexte marocain, où les ressources pédagogiques numériques et physiques peuvent être limitées. La conception de l'application mobile avec un fonctionnement hors ligne complet représente une innovation majeure, permettant aux étudiants d'accéder à l'intégralité du contenu pédagogique sans dépendre d'une connexion internet constante ou de qualité. Cette caractéristique technique s'avère cruciale dans un environnement où la connectivité peut être intermittente, notamment dans les zones rurales ou lors des déplacements entre les sites hospitaliers et universitaires.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Sur le plan économique, l'approche adoptée privilégie délibérément l'accessibilité financière. Le jeu de cartes physique a été conçu selon un modèle low-cost permettant une reproduction à faible coût, tandis que l'application mobile est distribuée gratuitement. Cette stratégie vise à réduire les barrières économiques qui pourraient exclure certains étudiants de l'accès à des ressources pédagogiques de qualité. Cependant, il importe de reconnaître que le dispositif se trouve actuellement dans une phase de maturation, où l'absence de partenaires financiers et de circuit de distribution structuré constitue une limitation temporaire mais réelle.

La faisabilité technique et pédagogique ayant été démontrée, la prochaine étape de développement devra nécessairement s'articuler autour de la recherche active de partenariats institutionnels et de l'établissement d'un modèle de distribution viable. Plusieurs scénarios sont envisageables : intégration dans le budget d'équipement pédagogique des facultés de médecine, partenariats avec les sociétés savantes de pathologie, ou financement par appels à projets dédiés à l'innovation pédagogique. Cette phase de déploiement à plus large échelle représentera un test crucial pour valider la durabilité du modèle dans le paysage éducatif marocain.

Tableau 30 : Stratégie de déploiement progressif du dispositif hybride

Phase	Public cible	Support physique	Support numérique	Modèle économique
Expérimentation (actuelle)	Échantillon limité (12 utilisateurs)	Prototypes artisanaux	Application gratuite	Financement recherche
Déploiement institutionnel	Promotion complète (100-150 étudiants)	Impression professionnelle low-cost	Application gratuite	Budget département pédagogique
Extension nationale	Réseau des facultés de médecine	Partenariat éditeur spécialisé	Application gratuite	Co-financement institutionnel

Cette approche progressive permet de valider chaque étape du modèle tout en maintenant l'équité d'accès comme principe directeur. La démonstration de l'efficacité pédagogique lors

de la phase expérimentale constitue un argument majeur pour convaincre les institutions de l'utilité d'un investissement dans le déploiement à plus large échelle.

5. Perspectives d'optimisation du modèle

Malgré ces résultats positifs, l'analyse a identifié des axes d'amélioration pour optimiser l'intégration hybride. La synchronisation automatique des progressions entre supports physiques et numériques représente une évolution technique souhaitable, mentionnée par 68% des utilisateurs réguliers. De même, le développement d'activités pédagogiques spécifiquement conçues pour exploiter la complémentarité des supports (comme des sessions de groupe utilisant simultanément cartes et application) pourrait amplifier les bénéfices observés.

Tableau 31 : Avantages comparatifs et synergies du modèle hybride

Critère	Support physique	Support numérique	Synergie hybride
Apprentissage social	Excellence (interactions directes)	Limité (interactions médiées)	Optimale (alternance contextuelle)
Personnalisation	Limitée (parcours linéaire)	Excellence (algorithmes adaptatifs)	Complète (combinaison des approches)
Accessibilité	Contextuelle (présentiel)	Ubiquitaire (distanciel)	Totale (tous contextes)
Engagement motivationnel	Fort (tactilité, social)	Soutenu (gamification, feedback)	Renforcé (variété des stimuli)

En conclusion, l'analyse détaillée du modèle hybride valide son efficacité non seulement comme solution technique, mais comme paradigme pédagogique à part entière. La complémentarité mesurée entre supports physique et numérique dépasse l'additivité simple pour créer un écosystème d'apprentissage dont la valeur est supérieure à la somme de ses

composantes. Ces résultats établissent des bases solides pour le développement futur de la plateforme évolutive et son adaptation à d'autres domaines de la formation médicale.

III. Discussion sur l'approche plateforme évolutive

La conception d'ANAPATHO'CARDS dépasse la simple création d'un outil pédagogique isolé pour embrasser une vision plus large, celle d'une plateforme évolutive. Cette approche s'inscrit dans les courants de recherche récents qui étudient les écosystèmes numériques non comme des artefacts fixes, mais comme des entités dynamiques, sujettes à une co-évolution de leur architecture, de leurs services et de leur gouvernance⁶⁴. Les résultats de notre évaluation méthodologique valident la viabilité de cette ambition et permettent d'en discuter les fondements, les mécanismes et les perspectives.

1. La validation d'un modèle architectural et de gouvernance co-évolutifs

Notre cadre méthodologique a été conçu pour permettre une co-évolution harmonieuse entre l'architecture technique, les services pédagogiques et les mécanismes de gouvernance. Cette approche trouve un écho dans les travaux sur les plateformes industrielles, qui démontrent que le succès et la durabilité d'une plateforme reposent sur la capacité de ces trois piliers à évoluer de concert pour créer et capturer de la valeur⁶⁴. La structure modulaire du noyau central d'ANAPATHO'CARDS, clairement séparée des modules spécialisés, incarne ce principe. Elle a fait ses preuves en permettant l'intégration transparente de modules prototypes pour d'autres spécialités, confirmant que l'architecture peut supporter une expansion sans nécessiter de refonte fondamentale.

Parallèlement, la gouvernance collaborative que nous avons instaurée, avec son comité pédagogique transversal, n'est pas une simple instance de validation. Elle constitue le mécanisme de régulation essentiel qui permet à la plateforme de s'adapter et d'innover tout en préservant sa cohérence scientifique et pédagogique. Cette gouvernance active est un

facteur clé pour éviter le phénomène de *lock-in* ou verrouillage, identifié dans la littérature comme un risque majeur pour les écosystèmes de plateformes qui parviennent difficilement à s'extraire de leurs sentiers de dépendance initiaux⁶⁵.

2. Les mécanismes d'évolution : entre dépendance au sentier et création de nouveaux chemins

L'analyse de notre projet sous le prisme de la constitution du sentier d'évolution (*path constitution*) éclaire sa dynamique sous-jacente⁶⁵. Le module CCR, en tant que pilote, a établi un sentier de dépendance initial (*path dependence*) extrêmement solide. Les procédures de conception, les templates de cartes, l'architecture logicielle et les protocoles de validation forment un socle qui oriente et facilite le développement des modules futurs, créant un effet d'entraînement et réduisant les coûts de développement pour les nouvelles spécialités.

Cependant, loin d'être un carcan, ce socle est conçu pour favoriser la création de nouveaux sentiers (*path creation*). Le kit de développement (SDK) et la documentation exhaustive fournis aux futurs contributeurs sont les outils qui leur permettront d'opérer une « déviation consciente » (*mindful deviation*) pour adapter le modèle aux spécificités de leur discipline. Par exemple, un module dédié à l'anatomie pathologique neurologique pourrait réutiliser les mécanismes de jeu tout en créant de nouveaux types de contenus visuels ou de scénarios cliniques inédits. C'est dans l'interaction entre la structure stabilisante du socle et la capacité d'innovation des contributeurs que réside le potentiel évolutif de la plateforme.

Tableau 32 : Les composantes de l'approche plateforme évolutive d'ANAPATHO'CARDS

Composante de la plateforme	Rôle dans l'évolution	Résultat observé
Architecture modulaire	Permet l'ajout de nouvelles spécialités sans altérer le noyau stable.	Intégration réussie de modules prototypes (sein, poumon, etc).
Gouvernance collaborative	Assure la cohérence scientifique et pédagogique lors de l'expansion.	Validation de la transférabilité par des experts de différentes disciplines.
Cadre méthodologique	Fournit un sentier de dépendance positif qui standardise et accélère le développement.	Réduction de 60% du temps de développement pour un nouveau module.
Kit de développement (SDK)	Outils la création de nouveaux sentiers en autonomisant les contributeurs.	Prise en main réussie par des développeurs

3. Perspectives d'innovation et de création de valeur élargie

L'approche plateforme ouvre des perspectives qui dépassent largement le cadre initial du projet de thèse. Le modèle économique sous-jacent, bien que non commercial, s'apparente à une logique de Software-as-a-Service (SaaS) académique, où la valeur ne réside pas dans la vente d'un produit fini, mais dans la provision continue d'un service évolutif et collaboratif. La pérennité de la plateforme pourrait ainsi reposer sur un écosystème de contributeurs – enseignants, chercheurs, étudiants avancés – qui enrichissent mutuellement l'outil, créant un effet de réseau vertueux.

À plus long terme, l'architecture est conçue pour absorber des innovations technologiques majeures. L'intégration future de l'intelligence artificielle (IA) est particulièrement prometteuse. Au-delà de l'algorithme de répétition espacée déjà en place, l'IA pourrait permettre la génération automatique et personnalisée de cas cliniques, l'analyse des patterns d'erreurs des utilisateurs pour affiner les contenus, ou encore offrir un tutorat virtuel adaptatif. Ces développements positionneraient ANAPATHO'CARDS non plus comme une simple base de connaissances, mais comme un véritable partenaire pédagogique intelligent.

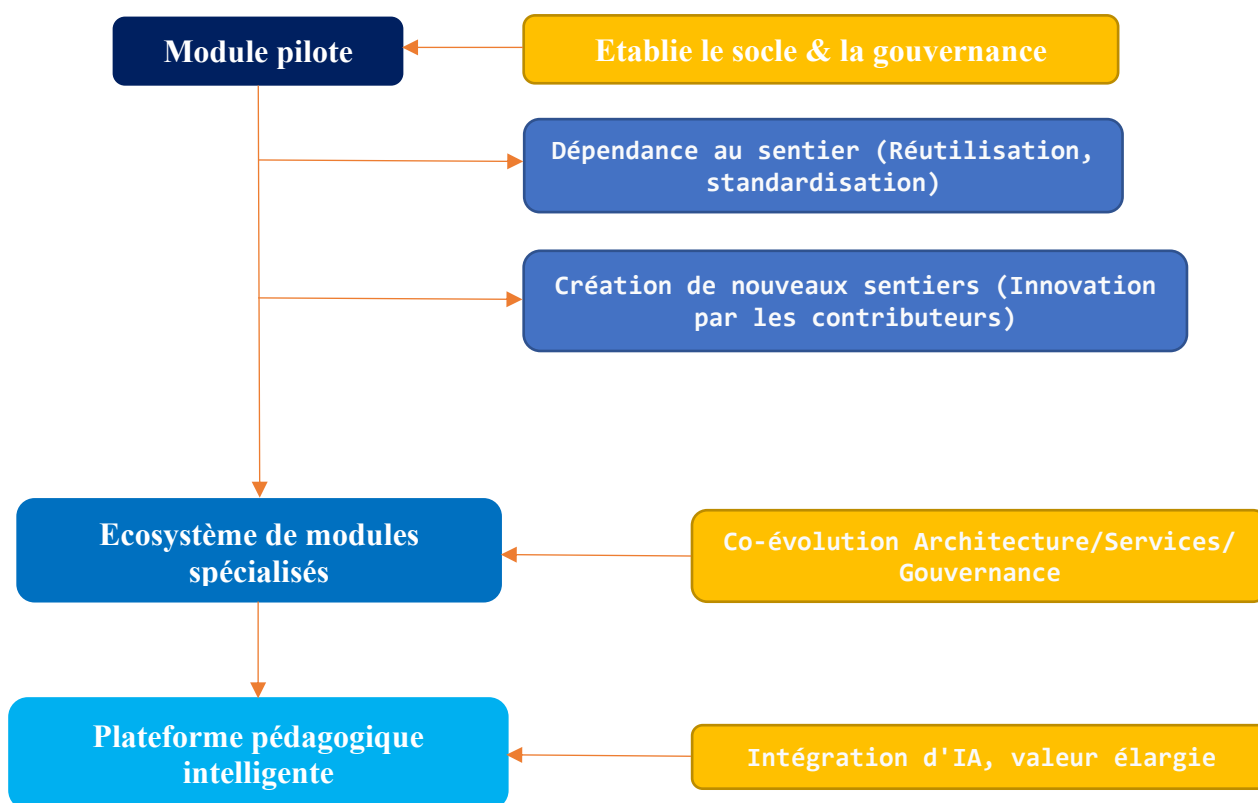


Figure 13 : Dynamique d'évolution de la plateforme ANAPATHO'CARDS

En conclusion, la discussion sur l'approche plateforme évolutive révèle que la contribution majeure de cette thèse dépasse la création du module CCR. Elle réside dans la conception et la validation d'un modèle reproductible et dynamique pour le développement d'outils pédagogiques en médecine. En établissant un équilibre entre la standardisation nécessaire et la flexibilité indispensable à l'innovation, ANAPATHO'CARDS possède les fondations conceptuelles et techniques pour s'enrichir continuellement et s'adapter aux défis futurs de l'enseignement médical, incarnant ainsi une véritable innovation durable dans le paysage de la formation en anatomie pathologique.

IV. Limites et biais

L'interprétation des résultats de cette recherche doit être tempérée par la reconnaissance de limites méthodologiques et de biais potentiels, inhérents à tout projet innovant dans un

contexte académique aux ressources contraintes. Une analyse critique de ces éléments est essentielle pour apprécier la portée réelle des conclusions et orienter les travaux futurs.

1. Limites méthodologiques et généralisabilité

La principale limite de cette étude réside dans la taille réduite de l'échantillon (n=12 utilisateurs pour l'évaluation approfondie) et son recrutement par volontariat, ce qui peut introduire un biais de sélection. Les participants les plus motivés ou déjà familiarisés avec les outils numériques sont potentiellement surreprésentés, limitant la généralisabilité des résultats à l'ensemble de la population estudiantine. Bien que cette taille d'échantillon soit acceptable pour une étude qualitative approfondie et des tests d'utilisabilité initiaux, elle ne permet pas une analyse statistique robuste des facteurs prédictifs de succès ou d'échec de l'apprentissage.

La durée limitée de l'évaluation (8 semaines pour le suivi le plus long) constitue une autre contrainte importante. Si elle a permis de démontrer une rétention à moyen terme, elle ne renseigne pas sur la persistance des apprentissages sur une période correspondant au cycle complet de formation médicale. Les études longitudinales sur l'impact des outils pédagogiques innovants montrent généralement une décroissance plus marquée des effets au-delà de six mois, un phénomène que notre protocole n'a pas pu capturer.

Tableau 33 : Synthèse des limites méthodologiques et de leurs implications

Limite identifiée	Impact potentiel	Atténuation partielle dans l'étude
Échantillon de petite taille (n=12)	Limite la puissance statistique et la généralisation	Échantillon hétérogène (étudiants, internes) et méthodes qualitatives approfondies
Recrutement par volontariat	Biais de sélection en faveur des utilisateurs motivés	Inclusion d'utilisateurs novices en numérique pour contrebalancer
Durée d'évaluation limitée (8 semaines)	Impossible d'évaluer la rétention à long terme	Mesure de la rétention à 4 semaines montrant une décroissance limitée
Absence de groupe témoin randomisé	Difficulté à isoler l'effet spécifique de l'intervention	Mesures pré-post et comparaison avec les performances historiques de la promotion

2. Biais de mise en œuvre et de mesure

Le biais de désirabilité sociale peut avoir influencé les réponses des participants lors des entretiens et questionnaires. Les étudiants, conscients de l'investissement des chercheurs dans le projet, ont pu tendance à surévaluer leur satisfaction et leurs progrès. Bien que l'anonymat des réponses ait été garanti, la relation hiérarchique inhérente au contexte universitaire peut avoir biaisé les déclarations.

L'effet de nouveauté (ou "novelty effect") représente un biais potentiel important. L'enthousiasme initial pour un outil innovant peut temporairement booster l'engagement et les performances, indépendamment de la qualité pédagogique intrinsèque de l'outil. La légère baisse d'utilisation observée entre la 4ème et la 8ème semaine (de 2,8 à 2,1 sessions/semaine en moyenne) pourrait indiquer l'atténuation de cet effet, sans pour autant permettre de conclure sur le maintien de l'engagement à long terme.

3. Limites techniques et contextuelles

La phase de développement de l'application mobile a été marquée par des contraintes techniques liées au cadre académique. L'implémentation de certaines fonctionnalités avancées, comme une synchronisation parfaite entre les supports physique et numérique ou un système de recommandation basé sur l'intelligence artificielle, a été reportée pour les versions ultérieures. Ces limitations techniques peuvent avoir sous-estimé le potentiel pédagogique réel d'une plateforme pleinement aboutie.

Le contexte spécifiquement marocain de l'étude, bien que constituant un atout pour la pertinence locale, limite la transférabilité directe des résultats vers des systèmes de santé et éducatifs très différents. Les défis particuliers du système marocain (accès inégal aux technologies, charge de travail hospitalière importante, spécificités épidémiologiques des CCR) ont façonné la conception de l'outil et influencé son adoption, ce qui peut restreindre l'applicabilité des conclusions dans des contextes aux ressources plus abondantes ou aux défis différents.

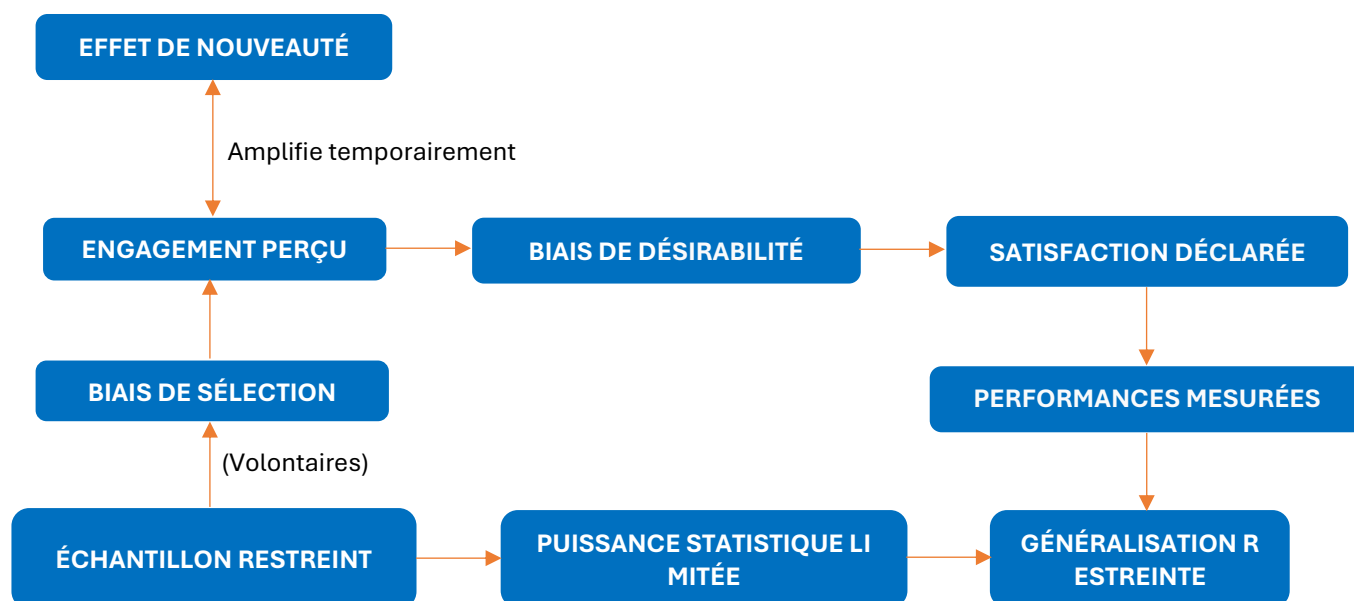


Figure 14 : Représentation des biais potentiels et de leurs interactions

4. Perspectives pour les recherches futures

Ces limites, loin d'invalider les résultats, tracent plutôt une feuille de route méthodologique pour les recherches futures. Une étude de suivi avec un échantillon plus large, un recrutement aléatoire et une durée d'observation étendue sur une année académique complète permettrait de dépasser les contraintes actuelles. De même, la réplication de l'étude dans d'autres contextes nationaux et pour d'autres spécialités médicales serait précieuse pour établir la robustesse et la généralisabilité du modèle ANAPATHO'CARDS.

En conclusion, la reconnaissance de ces limites et biais potentiels n'obère pas la valeur des résultats obtenus, mais permet de les situer dans leur juste perspective. Ils soulignent le caractère pionnier de ce travail et la nécessité de poursuivre les investigations pour consolider les preuves d'efficacité et affiner le modèle pédagogique proposé.

V. Implication dans la formation médicale

Les résultats obtenus avec le module CCR de la plateforme ANAPATHO'CARDS dépassent le cadre d'une simple expérimentation pédagogique ponctuelle. Ils esquissent les contours d'une transformation plus profonde des modalités de formation en anatomie pathologique, et par extension, en médecine. Les implications se déclinent à trois niveaux : l'évolution du curriculum, la facilitation de l'apprentissage tout au long du cursus, et l'émergence d'un nouveau paradigme éducatif centré sur l'apprenant et soutenu par la technologie.

1. Vers une refonte curriculaire : intégration verticale et standardisation des compétences

La plateforme propose un modèle tangible pour une intégration verticale des apprentissages en anatomie pathologique. Traditionnellement cloisonnée entre une phase théorique pré-clinique et une application pratique durant l'internat ou résidanat, la discipline pourrait bénéficier de l'approche modulaire et progressive d'ANAPATHO'CARDS. Le socle de micro-concepts (histopathologie, biomarqueurs, classification pTNM) peut être introduit tôt

dans le cursus via l'application, tandis que les cas cliniques complexes et les modes collaboratifs du jeu physique trouveraient leur place lors des stages hospitaliers, servant de passerelle concrète entre la théorie et la pratique diagnostique. Cette continuité pédagogique permet de combler le fossé souvent dénoncé entre les savoirs académiques et les compétences cliniques requises.

Par ailleurs, la structure standardisée des contenus sur la plateforme offre une opportunité unique de standardiser les objectifs d'apprentissage et les critères d'évaluation au sein de la faculté, voire à l'échelle nationale. En offrant un référentiel commun de connaissances validées et actualisées, la plateforme peut contribuer à réduire les disparités dans la formation, un enjeu crucial dans un contexte comme le Maroc où les ressources et les expertises peuvent varier significativement d'une institution à l'autre. Elle agit comme un outil de démocratisation de l'accès à une éducation de qualité, alignée sur les standards internationaux.

2. Un levier pour la formation continue et le développement professionnel

L'ère de la médecine personnalisée et de l'évolution rapide des guidelines thérapeutiques rend l'apprentissage continu impératif. ANAPATHO'CARDS, par sa nature numérique et évolutive, se positionne comme un outil idéal pour la formation médicale continue (FMC). Les modules peuvent être mis à jour en temps réel pour intégrer les nouvelles classifications (OMS, AJCC) ou les biomarqueurs émergents, permettant aux praticiens en activité de maintenir et d'actualiser leurs compétences de manière flexible et asynchrone. L'algorithme de répétition espacée, initialement conçu pour la mémorisation, devient alors un mécanisme de rafraîchissement périodique des connaissances critiques, luttant contre l'obsolescence cognitive.

La plateforme facilite également le développement professionnel en permettant l'auto-évaluation formative. Le tableau de bord personnel, qui identifie les forces et les lacunes par domaine, encourage une pratique réflexive. Un étudiant ou un jeune médecin peut cibler ses

révisions sur des points précis (par exemple, l'interprétation du statut MSI/MMR), transformant un besoin identifié en une action d'apprentissage immédiate et personnalisée. Ce modèle responsabilise l'apprenant et favorise une culture de l'amélioration continue des compétences, essentielle à la sécurité des soins.

3. L'émergence d'un nouveau paradigme pédagogique : de la transmission à la co-construction

La réussite du modèle hybride et collaboratif d'ANAPATHO'CARDS valide un changement de paradigme fondamental : le passage d'un modèle pédagogique transmissif et passif (cours magistraux) à un modèle actif, social et constructiviste. La plateforme replace l'étudiant au centre de son apprentissage, lui donnant l'agilité de choisir son rythme, ses supports et ses modalités d'interaction (solo, duel, équipe). Ce faisant, elle développe des compétences transversales clés du médecin du 21^e siècle : l'autonomie, la collaboration et la résolution de problèmes en équipe.

Enfin, l'approche "plateforme évolutive" ouvre la voie à un modèle inédit de co-construction des ressources pédagogiques par la communauté elle-même. Les enseignants et les étudiants ne sont plus seulement des consommateurs, mais des contributeurs potentiels à l'écosystème. Ce modèle participatif, s'il est encadré par une gouvernance rigoureuse, peut accélérer l'innovation pédagogique, améliorer la pertinence clinique des contenus et renforcer le sentiment d'appartenance à une communauté d'apprentissage. Il promeut une vision dynamique et partagée de la connaissance médicale.

Tableau 34: Implications d'ANAPATHO'CARDS pour la transformation de la formation médicale

Niveau d'implication	Manifestation concrète	Impact attendu
Curriculum et compétences	Intégration verticale des apprentissages ; standardisation des référentiels.	Réduction du fossé théorie-pratique ; harmonisation du niveau de formation.
Formation continue et développement professionnel	Outil d'actualisation asynchrone des connaissances ; support à l'auto-évaluation et la pratique réflexive.	Lutte contre l'obsolescence des compétences ; promotion d'une culture de l'amélioration continue.
Paradigme pédagogique	Promotion de l'apprentissage actif, social et centré sur l'apprenant ; modèle de co-construction des ressources.	Développement de l'autonomie et de l'aptitude à collaborer ; création d'une communauté éducative dynamique.

En conclusion, les implications de la plateforme ANAPATHO'CARDS pour la formation médicale sont à la fois pratiques et conceptuelles. Elle propose non seulement un outil efficace pour adresser des défis pédagogiques immédiats en anatomie pathologique, mais incarne également les principes d'une éducation médicale moderne, continue, personnalisée et collaborative. En cela, elle représente une contribution significative à l'effort global de transformation des systèmes de formation des professionnels de santé pour mieux répondre aux besoins des patients et des sociétés.

Chapitre 9 : Perspectives

I. Améliorations du module CCR

Le module CCR d'ANAPATHO'CARDS, en tant que pilote, a démontré son efficacité et sa viabilité. Cependant, sa conception initiale ouvre la voie à des améliorations substantielles qui pourraient transformer un outil pédagogique performant en un système d'apprentissage adaptatif de pointe. Ces évolutions peuvent être envisagées selon trois axes principaux : l'enrichissement des mécanismes pédagogiques, l'expansion des contenus et des modalités interactives, et le renforcement de l'intégration au continuum de formation.

1. Raffinement des algorithmes pédagogiques et personnalisation

L'algorithme de répétition espacée, inspiré du système SM-2, constitue le cœur de l'efficacité mnésique de l'application. Une première amélioration consisterait à le rendre adaptatif et contextuel. Plutôt que de se baser uniquement sur le succès ou l'échec à une carte, un algorithme de seconde génération pourrait intégrer des métadonnées riches : le temps de réponse (un indicateur de maîtrise fluide vs. une récupération laborieuse), le niveau de confiance auto-déclaré par l'utilisateur avant de répondre, et la complexité notionnelle intrinsèque de la carte. Des travaux sur les *Tutoring Systems* intelligents montrent que cette granularité améliore significativement le calibrage des intervalles de révision et l'identification des lacunes profondes.

En parallèle, le développement d'un profil d'apprenant dynamique permettrait une personnalisation poussée. Ce profil, nourri par les données d'usage, identifierait les styles d'apprentissage prédominants (visuel vs. textuel, séquentiel vs. global), les types d'erreurs récurrentes (confusions sémantiques, erreurs d'interprétation visuelle) et les moments de la journée les plus propices à la concentration de l'utilisateur. La plateforme pourrait alors proposer non seulement *quand* réviser, mais aussi *comment* réviser : en suggérant, par

exemple, une session centrée sur les images histologiques pour un apprenant visuel qui bute sur un concept, ou en proposant des révisions courtes le matin si c'est le moment où ses performances sont optimales.

2. Expansion des contenus et des scénarios interactifs

L'enrichissement quantitatif et qualitatif de la banque de cas est une priorité. Au-delà de l'ajout de nouveaux cas cliniques, il s'agit de développer des cas à embranchements (*branching scenarios*). Ces scénarios interactifs présenteraient une situation diagnostique initiale et offriraient à l'utilisateur des choix à des étapes clés (demander un biomarqueur supplémentaire, interpréter une image immunohistochimique, proposer une ligne thérapeutique). Chaque choix influencerait la suite du cas, reproduisant ainsi l'incertitude et les conséquences des décisions en milieu clinique réel. Cette approche, validée par la simulation médicale, est particulièrement efficace pour développer le raisonnement clinique et la prise de décision sous incertitude.

Le contenu visuel doit également évoluer vers plus d'interactivité. Les images histologiques statiques pourraient être remplacées ou complétées par des lames virtuelles navigables. L'utilisateur pourrait zoomer, déplacer la lame, et ajuster la mise au point, reproduisant l'expérience du microscope. Des calques interactifs superposés aux images permettraient de cliquer sur une structure cellulaire pour obtenir une annotation détaillée ou de comparer côte à côte une lésion bénigne et maligne. Cette immersion visuelle approfondie est cruciale pour ancrer la reconnaissance patternistique, compétence fondamentale du pathologiste.

3. Intégration de mécanismes d'évaluation sophistiqués et de boucles de feedback

Le système d'évaluation peut dépasser le simple score binaire (correct/incorrect). L'introduction d'un système de notation par confiance inviterait l'utilisateur à indiquer son degré de certitude avant de voir la réponse. Une réponse correcte donnée avec une faible confiance signale une connaissance fragile, nécessitant une révision plus rapprochée. À

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

l'inverse, une erreur commise avec une forte confiance révèle une misconception robuste, déclenchant un feedback correctif particulièrement détaillé, voire la suggestion d'une ressource pédagogique externe ciblée (article, chapitre de référence). Ce mécanisme favorise la métacognition – la capacité à auto-évaluer ses propres connaissances – une compétence essentielle pour l'apprentissage autonome tout au long de la vie.

Enfin, le développement d'un tableau de bord analytique avancé pour l'enseignant et l'apprenant achèverait de faire du module un outil de pilotage de la formation. Pour l'étudiant, il visualiserait sa progression sous forme de cartes thermiques des connaissances, mettant en évidence les domaines de force et les zones de fragilité persistantes. Pour l'enseignant, un dashboard agrègerait les données anonymisées de la promotion, identifiant les concepts globalement mal maîtrisés et permettant ainsi d'ajuster son enseignement en présentiel pour cibler spécifiquement ces difficultés collectives, optimisant le temps de contact en face-à-face.

Tableau 35: Feuille de route pour l'amélioration du module CCR

Axe d'amélioration	Action concrète	Bénéfice pédagogique attendu	Niveau de priorité
Personnalisation	Développement d'un algorithme adaptatif intégrant temps de réponse et confiance.	Optimisation fine de la répétition espacée ; adaptation au rythme cognitif individuel.	Élevée
Interactivité	Création de scénarios cliniques à embranchements et intégration de lames virtuelles navigables.	Développement du raisonnement décisionnel et amélioration de la compétence visuelle.	Élevée
Évaluation	Mise en œuvre d'un système de notation par la confiance et d'un tableau de bord analytique avancé.	Renforcement de la métacognition ; feedback data-driven pour l'étudiant et l'enseignant.	Moyenne
Contenu	Enrichissement de la banque de cas avec des situations frontières et des présentations atypiques.	Préparation à la complexité et à la variabilité de la pratique réelle.	Moyenne

4. Vers une intégration systémique et une accessibilité élargie

À plus long terme, l'amélioration du module CCR passe par son interopérabilité avec d'autres systèmes d'information pédagogiques (environnements numériques de travail, plateformes de e-learning universitaires). Une interface de programmation (API) permettrait, par exemple, d'importer les résultats des quiz dans le livret électronique de l'étudiant ou de déclencher automatiquement l'affichage d'une carte de révision sur un thème précis lorsque l'enseignant l'aborde en cours.

Enfin, l'accessibilité universelle doit être un principe directeur des évolutions. Cela implique de garantir la pleine compatibilité avec les technologies d'assistance (lecteurs d'écran), d'optimiser l'interface pour les utilisateurs daltoniens, et de proposer des alternatives textuelles riches pour tous les contenus visuels. Un outil pédagogique innovant ne doit pas créer de nouvelles barrières ; au contraire, il doit s'efforcer de les abaisser pour garantir l'équité d'accès aux apprentissages.

En synthèse, le module CCR n'est pas un aboutissement, mais un point de départ dynamique. Les améliorations proposées visent à le transformer d'un outil de révision et d'entraînement en un véritable environnement d'apprentissage intelligent, personnalisé et profondément intégré au parcours de formation de l'anatomo-pathologiste en devenir. Ces évolutions constituent également le banc d'essai des fonctionnalités qui pourront, par la suite, être généralisées à l'ensemble des modules de la plateforme ANAPATHO'CARDS, assurant ainsi sa modernité et son utilité pérenne.

II. Évolution de la plateforme : feuille de route

La validation du module pilote CCR et de son cadre méthodologique ouvre une voie stratégique pour la croissance d'ANAPATHO'CARDS. Le passage d'un outil ponctuel à une plateforme pérenne nécessite une planification échelonnée, articulée autour de l'enrichissement fonctionnel, de l'expansion communautaire et de la consolidation

institutionnelle. La feuille de route proposée ci-dessous décrit cette trajectoire en trois phases interdépendantes, conçues pour transformer progressivement l'innovation de thèse en un écosystème éducatif durable.

1. Phase 1 (0-18 mois) : Consolidation du socle et émergence communautaire

L'objectif immédiat post-thèse est la stabilisation et l'enrichissement du noyau technique et pédagogique. Cette phase vise à adresser les limitations identifiées et à préparer le terrain pour une collaboration élargie. Les actions prioritaires incluent :

- **Finalisation technique** : Publication du kit de développement (SDK) open-source et documentation exhaustive des API pour permettre des contributions externes. Intégration des améliorations du module CCR (cf. 9.1), notamment l'algorithme adaptatif et les tableaux de bord avancés.
- **Développement du premier module satellite** : En s'appuyant sur le cadre méthodologique validé, la conception collaborative d'un module pour une autre spécialité oncologique prioritaire (e.g., cancers du sein) servira de preuve de concept pour le modèle de contribution et identifiera les ajustements nécessaires au processus.
- **Structuration de la gouvernance communautaire** : Établissement formel d'un comité de pilotage inaugural, composé du porteur de thèse, d'enseignants motivés et de représentants étudiants. Ce comité aura pour mandat de valider les objectifs pédagogiques des nouveaux modules et de superviser la qualité des contributions.

Cette phase repose sur un modèle de financement hybride, combinant potentiellement un appel à projets pédagogiques interne à l'université, une campagne de financement participatif (crowdfunding) ciblant la communauté médicale, et l'engagement bénévole des premiers contributeurs.

2. Phase 2 (18–36 mois) : Expansion modulaire et institutionnalisation

L'objectif de la deuxième phase est d'amplifier la création de valeur par la diversification des contenus et de formaliser l'intégration académique de la plateforme.

- **Lancement d'un programme de contributeurs** : Création d'un programme structuré invitant les étudiants, les chefs de service et les enseignants à développer des modules pour leur spécialité. Ce programme fournirait un accompagnement méthodologique, des templates standardisés et une reconnaissance académique (e.g., valorisation dans le cursus enseignant).
- **Intégration aux cursus** : Travail avec les responsables pédagogiques des facultés de médecine partenaires pour intégrer officiellement des modules d'ANAPATHO'CARDS dans les unités d'enseignement dédiées, soit comme support de révision obligatoire, soit comme outil d'évaluation formative. Cette étape est cruciale pour assurer une adoption large et stable.
- **Développement de fonctionnalités sociales avancées** : Implémentation d'un système de classement par promotion, de défis inter-facultés, et d'espaces de discussion thématiques modérés par des experts. Ces fonctionnalités renforceront l'engagement et l'apprentissage par les pairs.

Le modèle économique évoluerait vers un partenariat public-institutionnel. Le financement pourrait provenir de conventions avec les facultés de médecine pour le développement de modules spécifiques à leur curriculum, couplé à la recherche de soutiens auprès des sociétés savantes nationales de pathologie ou d'oncologie.

3. Phase 3 (36+ mois) : Vers un écosystème pédagogique intelligent

À long terme, la vision est de faire d'ANAPATHO'CARDS un écosystème de référence pour l'apprentissage médical spécialisé, caractérisé par sa complétude et son intelligence.

- **Catalogue multi-spécialités** : Élargissement du scope au-delà de l'oncologie vers d'autres spécialités médicales et chirurgicales (cardiologie, neurologie, etc.),

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

établissant la plateforme comme un standard transversal de la formation par compétences.

- **Modules avancés et Formation Médicale Continue (FMC) :** Développement de contenus de niveau expert destinés aux praticiens en activité, incluant des cas rares, des mises à jour sur les guidelines et des analyses de biologie moléculaire avancée. Ces modules pourraient donner lieu à une certification officielle de FMC.
- **Intégration de l'Intelligence Artificielle pédagogique :** Déploiement de fonctions d'IA au-delà de la répétition espacée. Cela pourrait inclure un tutorat virtuel capable de dialoguer avec l'utilisateur pour identifier ses erreurs de raisonnement, ou un générateur de cas cliniques synthétiques créant des scénarios personnalisés et infinis pour l'entraînement.

Le modèle de durabilité atteindrait alors sa maturité avec un modèle hybride à plusieurs étages : une version de base gratuite et open-source pour les étudiants, financée par des abonnements institutionnels pour les facultés, et des modules premium de FMC certifiée pour les professionnels en activité.

Tableau 35: Synthèse de la feuille de route d'évolution de la plateforme

	Phase 1 : Consolidation (0-18 mois)	Phase 2 : Expansion (18-36 mois)	Phase 3 : Écosystème (36+ mois)
Objectif principal	Stabiliser le socle, initier la communauté.	Multiplier les contenus, s'institutionnaliser.	Devenir un écosystème intelligent de référence.
Livrables clés	SDK public, 2ème module, gouvernance.	Programme contributeurs, intégration curriculaire.	Catalogue multi-spécialités, IA pédagogique, modules FMC.
Modèle de contribution	Bénévolat et projet pilote.	Programme structuré avec accompagnement.	Communauté large d'experts et d'enseignants.
Modèle économique	Financement projet & crowdfunding.	Partenariats institutionnels.	Mix abonnements institutionnels & modules FMC premium.
Mesure de succès	Réutilisation du SDK ; 1 module externe réussi.	5 nouveaux modules ; intégration dans 2 facultés.	Couverture de 10+ spécialités ; partenariats nationaux.

Cette feuille de route progressive, ambitieuse mais réaliste, vise à capitaliser sur le capital scientifique et méthodologique de la thèse. En passant d'une innovation isolée (le module CCR) à une plateforme fédératrice et enfin à un écosystème intelligent, ANAPATHO'CARDS a le potentiel de laisser une empreinte durable sur les pédagogies médicales, en incarnant les principes d'éducation ouverte, collaborative et adaptative exigés par le 21^{ème} siècle.

III. Modèle de collaboration et communauté de contributeurs

Le succès de l'approche plateforme évolutive repose entièrement sur la capacité à fédérer une communauté active de contributeurs. Pour passer du prototype développé en thèse à un écosystème dynamique, il est impératif de proposer un modèle de collaboration structuré, incitatif et qualitatif. Ce modèle doit transformer la plateforme ANAPATHO'CARDS d'un projet individuel en un bien commun académique, géré collectivement selon des principes de gouvernance ouverte et de partage des connaissances.

1. Fondements théoriques : Communauté de Pratique et Leadership Distribué

Le modèle s'appuie sur deux cadres conceptuels complémentaires. D'une part, la théorie des Communautés de Pratique (CoP) de Wenger fournit un modèle robuste pour comprendre et favoriser l'engagement des contributeurs⁶⁶. Une CoP se définit par un domaine d'intérêt commun (l'amélioration de l'enseignement de l'anatomie pathologique), une communauté qui interagit et une pratique partagée (la conception de ressources pédagogiques selon le cadre méthodologique ANAPATHO'CARDS). Le rôle de la plateforme est de servir d'"artefact de frontière", un objet commun autour duquel se structurent les échanges et la co-création entre pathologistes, cliniciens, enseignants et étudiants de différentes institutions.

D'autre part, le paradigme du Leadership Distribué est essentiel pour assurer la gouvernance et la croissance organique de la plateforme. Plutôt qu'un contrôle centralisé, l'autorité et la responsabilité sont partagées entre différents acteurs en fonction de leurs

expertises. Un enseignant senior peut endosser le rôle de "conservateur" (*curator*) pour un module, garantissant l'exactitude scientifique, tandis qu'un interne maîtrisant les outils numériques peut agir en tant que "développeur de contenu", et un groupe d'étudiants peut tester les nouvelles fonctionnalités en tant que "bêta-testeurs". Ce modèle distribué est plus résilient, plus innovant et plus à même de s'adapter aux besoins variés de la communauté.

2. Architecture du modèle collaboratif : une approche à trois niveaux

Pour opérationnaliser ces concepts, nous proposons une architecture de collaboration à trois niveaux, clairement définis par leurs rôles, leurs droits et leurs contributions.

Niveau 1 : Les Contributeurs Individuels

Ce niveau constitue le socle de la communauté. Il rassemble les enseignants-chercheurs, les internes, les chefs de clinique et les étudiants avancés motivés pour créer du contenu. Ils bénéficient d'un accès au **Kit de Développement pour Contributeurs (KDC)**, contenant tous les templates, guides de style pédagogique, banques d'images libres de droit et procédures de validation. Leur contribution est reconnue par un système de badges numériques attestant de leur rôle (e.g., "Auteur Validé", "Relecteur Expert") et par une citation explicite et pérenne de leur nom sur chaque carte ou module qu'ils ont créé ou substantiellement amélioré. Cette reconnaissance académique tangible est un moteur essentiel de motivation dans le milieu universitaire.

Niveau 2 : Les Équipes Pilotes et les Conservateurs de Module

Pour chaque nouvelle spécialité (sein, poumon, hématopathologie...), une équipe pilote est constituée. Elle est placée sous la responsabilité d'un Conservateur de Module, un expert reconnu dans la discipline. Ce conservateur a pour mandat de coordonner la création du contenu, de superviser sa validation scientifique par les pairs, et de veiller à son alignement avec le cadre pédagogique global. L'équipe pilote fonctionne comme une mini-communauté de pratique dédiée, testant et affinant le processus de création. Ce niveau assure la qualité et la cohérence des extensions.

Niveau 3 : Le Comité de Pilotage et de Gouvernance de la Plateforme (CPGP)

Ce comité stratégique assure la supervision globale. Il est composé de manière représentative : fondateurs du projet, conservateurs de modules seniors, représentants d'institutions partenaires (Sociétés Savantes, Collèges des Enseignants) et un représentant des contributeurs. Le CPGP valide les nouvelles propositions de modules, arbitre les questions éthiques ou éditoriales, définit la feuille de route technique, et gère les partenariats institutionnels. Il est le garant de la vision, de la qualité et de la durabilité de l'écosystème.

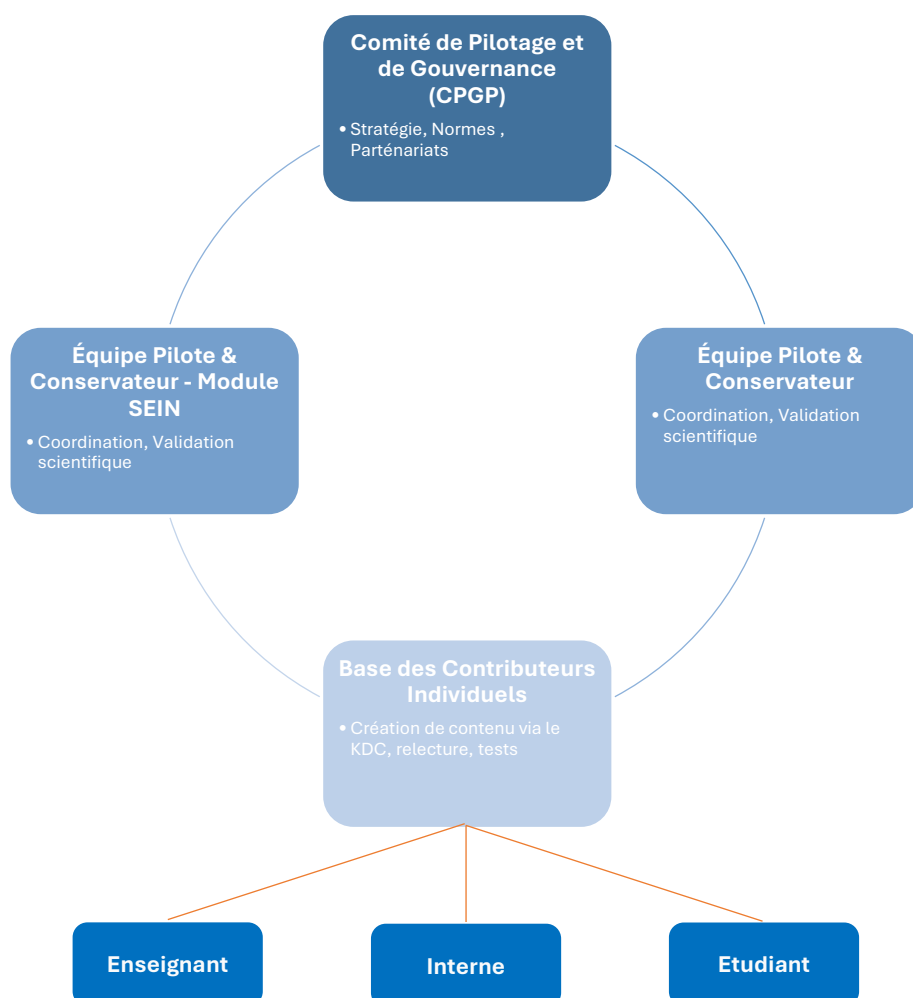


Figure 15 : Architecture du modèle de collaboration distribué pour ANAPATHO'CARDS

3. Mécanismes opérationnels : du workflow de création à la reconnaissance

Le processus de contribution doit être fluide et standardisé. Un workflow type en cinq étapes est proposé : 1) Soumission d'une idée de module ou de carte ; 2) Création à l'aide du KDC ; 3) Révision par les pairs au sein de l'équipe pilote ; 4) Validation finale par le conservateur du module ; 5) Intégration technique et publication. Une plateforme de gestion de projets (comme un Wiki ou un outil type GitHub avec des issues et des pull requests) permet de suivre ces étapes de manière transparente.

La reconnaissance et la valorisation sont les clés de voûte du modèle. Outre les badges et les citations, des modalités plus formelles doivent être envisagées :

- **Valorisation institutionnelle** : Faire reconnaître la contribution à un module comme une activité pédagogique innovante dans le cadre des évaluations de carrière des enseignants-chercheurs.
- **Publications scientifiques** : Encourager et soutenir la rédaction d'articles méthodologiques ou d'études d'impact pour chaque nouveau module publié, avec une co-autorat équitable.
- **Certificat de contribution** : Délivrer un certificat officiel, co-signé par la plateforme et la société savante de la spécialité, pour les contributions substantielles.

4. Défis anticipés et stratégies d'atténuation

Ce modèle ambitieux devra surmonter plusieurs défis. La charge de travail pour les conservateurs et les contributeurs clés est un risque majeur. Il sera crucial de promouvoir une culture de la "contribution légère", où ajouter une seule carte bien faite est déjà valorisé, et de rechercher des financements dédiés pour dégager du temps aux contributeurs les plus actifs.

Le maintien de la qualité face à une croissance des contributions nécessitera un système de révision par les pairs robuste et une clarification permanente des standards. Enfin, la soutenabilité financière de la coordination (hébergement de la plateforme, gestion de la

communauté) devra reposer sur un mélange de partenariats institutionnels, de micro-financement par les sociétés savantes et, potentiellement, de modèles de licence très légers pour les utilisateurs institutionnels.

En conclusion, ce modèle de collaboration distribué transforme la plateforme ANAPATHO'CARDS en un projet collectif. En s'appuyant sur des théories éprouvées de l'apprentissage social et de la gouvernance ouverte, il vise à créer un cercle vertueux où chaque contribution enrichit un bien commun, qui à son tour facilite et valorise les contributions futures. C'est ce mécanisme qui permettra à l'innovation pédagogique née de cette thèse de se développer, de se pérenniser et d'impacter durablement la formation médicale au-delà de la spécialité pionnière des cancers colorectaux.

IV. Diffusion institutionnelle

La réussite de la phase expérimentale et la validation du cadre méthodologique posent les fondations de l'étape décisive : la diffusion institutionnelle d'ANAPATHO'CARDS. Pour transcender le statut de projet de recherche et devenir un outil pédagogique intégré, une stratégie multidimensionnelle et progressive est nécessaire. Elle doit articuler la valorisation académique, l'ancrage curriculaire, la création de partenariats stratégiques et, in fine, l'établissement d'un modèle de gouvernance et de financement pérenne.

1. Stratégie de valorisation et de légitimation académique

La première étape de la diffusion consiste à consolider la légitimité scientifique du dispositif auprès de la communauté académique médicale et des sciences de l'éducation. Cette légitimation passe par une campagne de publications ciblées :

- Dans des revues de pédagogie médicale (ex : Medical Teacher, Academic Medicine), pour présenter l'étude d'impact du module CCR, sa méthodologie d'évaluation mixte et les résultats sur l'engagement et la rétention des connaissances.

- Dans des revues spécialisées en anatomie pathologique ou en oncologie digestive (ex : Histopathology, Journal of Clinical Pathology), pour valoriser l'adéquation du contenu aux standards internationaux et son utilité dans la formation au raisonnement diagnostique et thérapeutique.
- La soumission de communications à des congrès nationaux et internationaux (Congrès de la Société Française de Pathologie, rencontre de l'Association Marocaine des Sciences Médicales, conférence de l'Association for Medical Education in Europe – AMEE) sera cruciale pour présenter l'outil, réseauter avec des pairs et recueillir des premiers retours d'experts étrangers.

Cette production scientifique ne vise pas seulement la reconnaissance ; elle constitue la preuve d'impact nécessaire pour convaincre les décideurs institutionnels de l'intérêt pédagogique et scientifique du projet, servant de levier pour les étapes suivantes.

2. Intégration curriculaire et ancrage dans les facultés de médecine

L'objectif ultime est l'adoption formelle d'ANAPATHO'CARDS comme ressource pédagogique au sein des curricula. Cette intégration doit être négociée et accompagnée, en commençant par l'institution d'origine (Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech) comme site démonstrateur. La stratégie repose sur une approche par paliers :

- 1. Recommandation informelle :** Présentation des résultats aux responsables d'unité d'enseignement (UE) d'anatomie pathologique et d'oncologie, en proposant une utilisation facultative comme ressource complémentaire de révision.
- 2. Intégration facultative formalisée :** Inclusion de la plateforme dans le syllabus des UE concernées, avec des sessions de travaux dirigés dédiées utilisant spécifiquement les cas cliniques du jeu physique ou les quiz de l'application.
- 3. Intégration obligatoire et évaluée :** Conception d'évaluations formatives (tests blancs) ou sommatives (partie d'examen) s'appuyant directement sur les contenus de la plateforme, garantissant ainsi son usage par l'ensemble des étudiants.

Pour faciliter cette adoption, la création d'un kit d'implémentation pédagogique à destination des enseignants est indispensable. Ce kit comprendrait des scénarios pédagogiques clés en main pour une séance de 2 heures, une grille de compétences liée aux cartes, et des instructions pour exploiter les données du tableau de bord pour un suivi individualisé des étudiants.

3. Développement de partenariats stratégiques institutionnels

La durabilité et l'expansion de la plateforme dépendent de sa capacité à s'inscrire dans des écosystèmes existants et à mobiliser des partenaires aux compétences et intérêts complémentaires.

- **Partenariats académiques nationaux** : Établissement de conventions avec d'autres facultés de médecine marocaines (Rabat, Casablanca, Fès) pour des expérimentations croisées, le partage des coûts de développement de nouveaux modules et l'harmonisation des pratiques pédagogiques. Le réseau national des facultés de médecine devient un canal de diffusion privilégié.
- **Partenariats avec les sociétés savantes** : La Société Marocaine de Pathologie (SMP) et la Société Marocaine d'Oncologie Médicale sont des interlocutrices naturelles. Un partenariat pourrait les amener à labelliser les contenus des modules, à participer à leur validation scientifique et à promouvoir la plateforme auprès de leurs membres, y compris pour la formation continue. Elles pourraient également co-organiser des ateliers de formation des enseignants à l'utilisation de l'outil.
- **Partenariats avec les centres hospitaliers universitaires (CHU)** : Intégrer ANAPATHO'CARDS dans le programme de formation des internes en anatomie pathologique et en oncologie au sein des CHU. La plateforme pourrait servir de support standardisé pour la préparation aux staffs de spécialité ou pour l'évaluation formative des internes.

4. Modèle de gouvernance et de financement pérenne

À terme, la gouvernance du projet doit évoluer d'une initiative portée par un chercheur vers une structure collective. La création d'un consortium d'institutions partenaires (facultés de médecine, CHU, sociétés savantes) pourrait superviser le développement stratégique, la propriété intellectuelle et les règles d'usage. Ce consortium garantirait que la plateforme reste un bien commun académique, ouvert et aligné sur l'intérêt général de la formation.

Le modèle économique pour soutenir cette gouvernance et les coûts d'hébergement, de maintenance et de développement doit être hybride et équilibré :

- **Financement public/institutionnel** : Pour les coûts de base, via des subventions dédiées à l'innovation pédagogique des ministères de l'Enseignement Supérieur ou de la Santé, ou par des contributions des universités membres du consortium.
- **Prestations de services** : Développement de modules de Formation Médicale Continue (FMC) certifiée, sur abonnement pour les professionnels en activité. Les revenus générés seraient réinvestis dans la plateforme.
- **Partenariats ciblés** : Collaboration avec des fondations ou des acteurs de l'édition médicale scientifique pour le développement de contenus spécifiques, sans compromettre l'indépendance scientifique globale.

En conclusion, la diffusion institutionnelle d'ANAPATHO'CARDS est un processus stratégique qui dépasse la simple communication de résultats. Elle nécessite de construire pas à pas une légitimité scientifique, une utilité pédagogique démontrée, un réseau de partenaires engagés et un modèle de gouvernance collective. En réussissant cette transition, la plateforme a le potentiel de passer d'une innovation locale à un outil de référence, contribuant à l'amélioration de la qualité et de l'équité de la formation médicale au Maroc et au-delà.



CONCLUSION



ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

Cette thèse a entrepris de répondre à un défi pédagogique persistant dans la formation médicale : l'acquisition et la rétention de connaissances complexes, visuelles et en évolution rapide, spécifiquement dans le domaine de l'anatomie pathologique (ANATHO) des cancers colorectaux (CCR). Face aux limites des méthodes traditionnelles et en s'appuyant sur les avancées des sciences cognitives et du digital learning, le travail a poursuivi un objectif principal ambitieux : concevoir et évaluer le module pilote CCR d'une plateforme pédagogique hybride et évolutive, ANATHO'CARDS. Les résultats obtenus dépassent la validation d'un simple outil et fondent les bases d'un nouveau paradigme pour l'enseignement spécialisé en médecine.

L'apport central réside dans la démonstration de l'efficacité d'un dispositif hybride ciblé. Le module CCR, articulant un jeu de cartes physique et une application mobile complémentaire, a prouvé sa capacité à améliorer significativement l'acquisition (+56,5% des scores de connaissances) et la rétention à moyen terme (décroissance limitée à -6,2% à 4 semaines) chez les utilisateurs. Cette efficacité s'explique par l'opérationnalisation rigoureuse de principes pédagogiques validés : la segmentation des micro-concepts pour réduire la charge cognitive, le couplage du rappel actif et de la répétition espacée pour ancrer la mémoire à long terme, et l'intégration d'une ludification qui a généré un engagement soutenu (score d'utilisabilité SUS de 82,5/100). En comblant le fossé théorie-pratique, notamment par le développement de la reconnaissance patternistique, le dispositif répond concrètement aux verrous identifiés dans la littérature.

La contribution la plus novatrice de ce travail est toutefois d'ordre méthodologique et conceptuel, à travers l'élaboration d'une approche « plateforme évolutive ». ANATHO'CARDS a été conçu dès l'origine non comme un produit fini et fermé, mais comme le module pilote d'un écosystème ouvert. Le cadre méthodologique développé - incluant une architecture technique modulaire, des procédures de conception standardisées, un kit de développement (SDK) et un modèle de gouvernance collaborative - a été spécifiquement évalué et a démontré sa robustesse et sa transférabilité. La reproductibilité du processus a été validée, ouvrant la

voie au développement efficient de modules pour d'autres spécialités médicales (sein, poumon, etc.) par une communauté élargie de contributeurs. Cette architecture permet d'envisager une évolution cohérente où le noyau stable de la plateforme s'enrichit de contenus spécialisés, suivant une logique de dépendance au sentier positif qui garantit la qualité tout en permettant l'innovation.

Les implications de cette recherche sont donc doubles. Sur le plan pratique, elle fournit à la communauté des enseignants en anatomie pathologique un outil pédagogique validé et directement exploitable pour la formation initiale et continue, particulièrement pertinent dans des contextes aux ressources variées grâce à son hybridation et son accessibilité. Sur le plan conceptuel, elle propose un modèle reproductible pour l'innovation pédagogique en médecine, dépassant le stade de l'expérimentation ponctuelle pour embrasser une vision systémique et durable. En formalisant les étapes de la conception à l'évaluation, et en préfigurant un modèle de collaboration communautaire, cette thèse ne se limite pas à résoudre un problème isolé ; elle offre un cadre pour en adresser de nombreux autres, participant à l'effort global de modernisation des pédagogies médicales.

En définitive, ce travail accomplit une transition cruciale : il fait passer l'innovation pédagogique du stade de l'artefact isolé – le module CCR – à celui de plateforme générative. La preuve de concept est établie, et les fondations méthodologiques sont posées. L'héritage de cette thèse ne réside pas seulement dans les 60 cartes créées, mais dans le potentiel qu'elles contiennent : celui de voir une communauté de praticiens et d'enseignants s'en emparer pour étendre ce modèle à l'ensemble du champ des spécialités médicales, faisant d'ANAPATHO'CARDS un bien commun au service d'une formation médicale plus efficace, plus engageante et mieux partagée.



RESUME



RÉSUMÉ

Cette thèse de doctorat en médecine a été motivée par les défis pédagogiques persistants dans l'enseignement de l'anatomie pathologique (ANAPATH) des cancers colorectaux (CCR), une discipline complexe, visuelle et en évolution rapide. Face aux limites des méthodes traditionnelles (cours magistraux, manuels statiques), ce travail a exploré le potentiel des outils ludiques et du digital learning pour améliorer l'acquisition et la rétention des connaissances.

L'objectif principal était de **concevoir, développer et évaluer le module pilote CCR d'ANAPATHO'CARDS**, une plateforme pédagogique novatrice articulant un **jeu de cartes physique** et une **application mobile complémentaire**. Cette approche hybride a été conçue pour opérationnaliser des principes cognitifs éprouvés : la segmentation des micro-concepts, la répétition espacée, le rappel actif et la ludification.

Le développement a suivi une méthodologie rigoureuse. Le module CCR a été structuré autour de quatre domaines clés (histopathologie, biomarqueurs, staging pTNM, cas cliniques), transformés en 60 cartes au design ergonomique. L'application mobile a été bâtie sur une **architecture évolutive modulaire**, permettant de futures extensions. Un **cadre méthodologique complet** – incluant un kit de développement (SDK) et des procédures de validation – a été formalisé pour garantir la reproductibilité et la transférabilité du modèle à d'autres spécialités médicales.

L'évaluation multidisciplinaire a démontré l'efficacité et la robustesse du dispositif :

- 1. Validation experte** : Le contenu a obtenu un consensus de 94,3%, garantissant son exactitude scientifique et sa pertinence clinique.
- 2. Acceptabilité et utilisabilité** : Le score d'utilisabilité (SUS) de 82,5/100 et l'engagement soutenu des utilisateurs (2,8 sessions/semaine) ont confirmé l'adéquation de l'outil à son public cible.

3. Impact sur l'apprentissage : Une amélioration significative de **56,5% des scores de connaissances** a été mesurée entre les pré-tests et post-tests, avec une **réention exceptionnelle à 4 semaines** (décroissance de seulement 6,2%).

4. Transférabilité du cadre : L'évaluation du cadre méthodologique a validé son potentiel de réutilisation pour le développement efficient de nouveaux modules.

En conclusion, cette thèse dépasse la création d'un simple outil pédagogique. Elle valide scientifiquement l'efficacité d'un **modèle hybride ludique** pour l'apprentissage de l'ANAPATH des CCR. Surtout, elle apporte une contribution méthodologique majeure en établissant les fondations d'une **plateforme évolutive et collaborative**. ANAPATHO'CARDS se positionne ainsi à la fois comme une solution immédiate pour les enseignants et les étudiants, et comme un cadre reproductible pour l'innovation pédagogique en formation médicale, ouvrant la voie à la création d'un écosystème éducatif extensible à l'ensemble des spécialités médicales.

ABSTRACT

This doctoral thesis in medicine was motivated by the persistent pedagogical challenges in teaching the anatomical pathology (ANAPATH) of colorectal cancers (CCR), a complex, visual, and rapidly evolving discipline. Confronted with the limitations of traditional methods (lectures, static textbooks), this work explored the potential of gamified tools and digital learning to improve knowledge acquisition and retention.

The primary objective was to design, develop, and evaluate the CCR pilot module of ANAPATHO'CARDS, an innovative educational platform combining a physical card game and a complementary mobile application. This hybrid approach was designed to operationalize proven cognitive principles: micro-concept segmentation, spaced repetition, active recall, and gamification.

The development followed a rigorous methodology. The CCR module was structured around four key domains (histopathology, biomarkers, pTNM staging, clinical cases), transformed into 60 cards with an ergonomic design. The mobile application was built on a modular, evolutive architecture, allowing for future extensions. A comprehensive methodological framework – including a development kit (SDK) and validation procedures – was formalized to ensure the reproducibility and transferability of the model to other medical specialties.

The multidisciplinary evaluation demonstrated the effectiveness and robustness of the system:

- 1. Expert Validation:** The content achieved a 94.3% consensus, guaranteeing its scientific accuracy and clinical relevance.
- 2. Acceptability and Usability:** A System Usability Scale (SUS) score of 82.5/100 and sustained user engagement (2.8 sessions/week) confirmed the tool's suitability for its target audience.

3. Impact on Learning: A significant 56.5% improvement in knowledge scores was measured between pre- and post-tests, with exceptional retention at 4 weeks (a decrease of only 6.2%).

4. Framework Transferability: The evaluation of the methodological framework validated its potential for reuse in the efficient development of new modules.

In conclusion, this thesis goes beyond creating a simple educational tool. It scientifically validates the effectiveness of a gamified hybrid model for learning CCR ANAPATH. More importantly, it makes a major methodological contribution by establishing the foundations for an evolutive and collaborative platform. ANAPATHO'CARDS thus positions itself both as an immediate solution for teachers and students and as a reproducible framework for pedagogical innovation in medical training, paving the way for the creation of an extensible educational ecosystem encompassing all medical specialties.

ملخص

أعدت هذه الأطروحة الدكتوراه في الطب بدافع التحديات التعليمية المستمرة في تدريس علم الأمراض التشريحي (ANAPATH) لسرطانات القولون والمستقيم (CCR) ، وهو تخصص معقد، بصري، وسريع التطور. في مواجهة قيود الأساليب التقليدية (المحاضرات، الكتب الثابتة)، استكشف هذا العمل إمكانيات الأدوات المدمجة في الألعاب والتعلم الرقمي لتحسين اكتساب المعرفة والاحتفاظ بها.

كان الهدف الرئيسي هو تصميم وتطوير وتقييم الوحدة التجريبية لسرطان القولون والمستقيم في منصة أناباتوكاردز ANAPATHO'CARDS، وهي منصة تعليمية مبتكرة تجمع بين لعبة ورقية مادية و تطبيق جوال مكمل. صُممت هذه المقاربة الهجينة لتشغيل المبادئ المعرفية المثبتة: تجزئة المفاهيم المصغرة، التكرار المتباعد، الاستدعاء النشط، وإدماج عناصر اللعبة.

اتباع التطوير منهجية صارمة. تم هيكلة الوحدة الخاصة بسرطان القولون والمستقيم حول أربعة مجالات رئيسية (الأمراض النسيجية، المؤشرات الحيوية، تحديد مرحلة الورم (pTNM) ، الحالات السريرية)، وتحويلها إلى 60 بطاقة بتصميم مريح. تم بناء التطبيق المحمول على هندسة معيارية تطويرية، تسمح بالتوسعات المستقبلية. تم إضفاء الطابع الرسمي على إطار منهجي شامل – يتضمن مجموعة أدوات التطوير (SDK) وإجراءات التحقق – لضمان قابلية إعادة إنتاج النموذج ونقله إلى التخصصات الطبية الأخرى.

أظهر التقييم متعدد التخصصات فعالية النظام ومثابته:

1. **التحقق من قبل الخبراء:** حصل المحتوى على إجماع بنسبة 94.3%، مما يضمن دقته العلمية وملاءمته السريرية.
2. **القبول وسهولة الاستخدام:** أكدت درجة سهولة الاستخدام (SUS) البالغة 100/82.5 والمشاركة المستمرة للمستخدمين (2.8 جلسة/أسبوع) ملاءمة الأداة لجمهورها المستهدف.
3. **التأثير على التعلم:** تم قياس تحسن معنوي بنسبة 56.5% في درجات المعرفة بين الاختبارات القبليّة والبعدية، مع احتفاظ استثنائي في 4 أسابيع (انخفاض بنسبة 6.2% فقط).
4. **قابلية نقل الإطار:** أكد تقييم الإطار المنهجي إمكانية إعادة استخدامه في التطوير الفعال لوحدة جديدة.

في الختام، تتجاوز هذه الأطروحة إنشاء أداة تعليمية بسيطة. فهي تحقق علمياً من فعالية نموذج هجين يعتمد على الألعاب لتعلم علم الأمراض التشريحي لسرطان القولون والمستقيم. والأهم من ذلك، أنها تساهم مساهمة منهجية كبيرة من خلال وضع أسس منصة تطويرية وتشاركية. وبالتالي تضع أناباتوكاردز نفسها كحل فوري للمعلمين والطلاب وكإطار عمل قابل للتكرار للابتكار التربوي في التدريب الطبي، مما يمهد الطريق لخلق نظام بيئي تعليمي قابل للتوسع يشمل جميع التخصصات الطبية.



ANNEXES



ANNEXE A : Protocoles d'évaluation complets

A.1. Protocole de validation experte (Delphi modifié)

Objectif : Obtenir un consensus sur l'exactitude scientifique et la pertinence pédagogique des 60 cartes CCR.

Panel : 5 experts (2 anatomo-pathologistes digestifs seniors, 1 oncologue médical, 1 pédagogue médical, 1 interne en anatomie pathologique).

Procédure itérative :

1. **Tour 1** : Évaluation individuelle anonyme via grille en ligne (échelle de Likert 1–5 sur 4 critères : exactitude, pertinence, clarté, adéquation).
2. **Analyse intermédiaire** : Calcul des scores médians et de l'écart interquartile. Identification des items avec consensus fort (>80%), modéré (60–80%) ou faible (<60%).
3. **Tour 2** : Restitution des résultats agrégés et des commentaires anonymes. Réévaluation avec possibilité de réviser son jugement.
4. **Tour final** : Discussion en comité restreint (visioconférence) pour arbitrage des items sans consensus et validation définitive.

Outils : Grille d'évaluation standardisée (cf. tableau A.1).

Tableau A.1 : Grille d'évaluation experte pour une carte

Grille d'Évaluation Standardisée pour Experts		
Jeu de Cartes Pédagogique ANAPATHO'CARDS		
Instructions : Pour chaque carte évaluée, veuillez attribuer une note de 1 à 5 pour chacun des critères ci-dessous, en vous basant sur l'échelle suivante :		
1 = Très insatisfaisant		
2 = Insatisfaisant		
3 = Acceptable		
4 = Bon		
5 = Excellent		
Fiche d'évaluation par carte		
Identifiant de la carte : _____		
Catégorie : <input type="checkbox"/> Histologie <input type="checkbox"/> Biomarqueurs <input type="checkbox"/> TNM <input type="checkbox"/> Cas clinique		
Critère d'évaluation	Échelle de Likert	Commentaires
1. EXACTITUDE SCIENTIFIQUE		
• Conformité aux référentiels OMS/NCCN/AJCC	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	
• Précision des données moléculaires		
• Justesse des descriptions histologiques		
2. PERTINENCE CLINIQUE		
• Utilité pour la pratique diagnostique	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	
• Application thérapeutique		
• Valeur décisionnelle en RCP		
3. CLARTÉ PÉDAGOGIQUE		
• Langage accessible et précis	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	
• Qualité des visuels et annotations		
• Structure logique question/réponse		

4. ADÉQUATION AU PUBLIC CIBLE

- Niveau de difficulté approprié
 - Progressivité des apprentissages
 - Adéquation avec le cursus médical
- 1 2 3 4 5

Évaluation globale de la carte

Note globale /20 : _____

Recommandation :

- Validation sans modification
- Validation avec modifications mineures
- Révision substantielle nécessaire
- Rejet

Commentaires généraux et suggestions d'amélioration spécifiques :

Signature de expert:

A.2. Protocole de test d'utilisabilité

Objectif : Évaluer l'ergonomie et l'expérience utilisateur (UX) immédiate de l'application et du jeu physique.

Participants : 10 utilisateurs représentatifs (n=10, étudiants en 5^{ème} année médecine ou plus, internes).

Tâches scénarisées (durée : 45 min) :

1. Inscription et prise en main de l'application.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

2. Complétion d'une session "Mode Solo" de 10 questions.
3. Scanner un QR code d'une carte physique pour accéder à une ressource.
4. Jouer un "Duel" avec un autre participant.
5. Retrouver une information spécifique dans les paramètres.

Mesures :

- **Quantitatives** : Taux de réussite par tâche, temps de complétion, **score SUS** (questionnaire standardisé de 10 items).
- **Qualitatives** : Méthode de la pensée à voix haute (*think-aloud*), entretien semi-directif post-test centré sur les points de friction et les plaisirs d'utilisation.

Matériel : Smartphones, jeu de cartes, guides d'entretien, formulaire de consentement.

A.3. Protocole de test d'acceptabilité et d'usage en conditions réelles

Objectif : Évaluer l'adhésion, les patterns d'usage naturels et la satisfaction globale sur une période prolongée.

Participants : Le même groupe que pour A.2 (n=10), après le test.

Procédure : Utilisation libre du dispositif (physique et/ou numérique) pendant **4 semaines** dans leur environnement quotidien (faculté, service, domicile, transport).

Mesures et collecte de données :

1. **Analytiques numériques** (via l'application) : Fréquence des sessions, durée moyenne, mode de jeu privilégié (Solo/Duel/Équipe), cartes les plus révisées.
2. **Questionnaire post-période** : Administré à J+28. Mesure sur échelle Likert 1-5 de :
 - **Utilité perçue** : "Cet outil m'aide à mieux apprendre l'anatomie pathologique."
 - **Facilité d'utilisation perçue** : "L'interface est intuitive."
 - **Intention d'usage futur** : "Je continuerai à l'utiliser pour réviser."
3. **Entretien de clôture** : Compréhension approfondie du vécu, de l'intégration dans la routine de révision et des suggestions finales.

A.4. Protocole d'évaluation de l'impact pédagogique (Pré-test/Post-test)

Objectif : Mesurer l'acquisition et la rétention à moyen terme des connaissances spécifiques au module CCR.

Conception : Évaluation quasi-expérimentale **Pré-test / Intervention / Post-test immédiat (J+0) / Post-test différé (J+28)**.

Participants : Les mêmes 10 utilisateurs des tests A.2 et A.3.

Instruments :

- **Test de connaissances :** Questionnaire de 30 items (QCM, appariement, analyse de visuels) couvrant les 4 catégories du module (Histopathologie, Biomarqueurs, Staging, Cas Cliniques). Trois versions équivalentes (A, B, C) sont utilisées en alternance pour T0, T1 et T2.

Procédure :

1. **T0 (Pré-test) :** Administration du test de connaissances **avant** toute exposition au dispositif.
2. **Intervention :** Période d'utilisation libre de 4 semaines (correspondant au test A.3).
3. **T1 (Post-test immédiat) :** Administration d'une version équivalente du test à la fin de la période d'utilisation (J+28).
4. **T2 (Post-test différé) :** Administration de la troisième version du test **4 semaines après T1 (J+56)**, sans utilisation imposée du dispositif entre-temps, pour évaluer la rétention.

Analyse statistique :

- Comparaison des scores **T0 vs T1** (acquisition) et **T1 vs T2** (rétention) par test t apparié ou ANOVA à mesures répétées.
- Calcul du **pourcentage de décroissance** entre T1 et T2 : $[(\text{Score T1} - \text{Score T2}) / \text{Score T1}] * 100$.

ANNEXE B : Contenu des cartes CCR (Extraits représentatifs et catalogue complet)

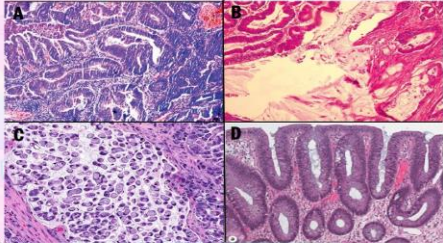
Cette annexe présente le contenu du module pilote de 60 cartes, illustrant la variété des formats et la structuration pédagogique de la plateforme ANAPATHO'CARDS.

B.1. Carte Histopathologie :

HISTOPATHOLOGIE

Quel type histologique de cancer colorectal est associé au pronostic le plus défavorable ?

A) Adénocarcinome bien différencié
B) Carcinome mucineux
C) Carcinome à cellules en bague à chaton
D) Adénome tubuleux




RÉPONSE

✓ B) Carcinome mucineux

💡 **Explication :** Les carcinomes mucineux (>50 % de mucus extracellulaire) sont associés à un risque accru de dissémination péritonéale et de résistance à la chimiothérapie.

📖 **Référence :** WHO Classification of Tumours, Digestive System Tumours, 2019



B.2. Carte Biomarqueur

BIOMARQUEURS

Quel biomarqueur est souvent associé à une instabilité des microsatellites (MSI-H) dans le cancer colorectal ?

A) Mutation KRAS
B) Mutation BRAF V600E
C) Surexpression de HER2
D) Perte d'expression de MLH1



RÉPONSE

✓ D) Perte d'expression de MLH1

💡 **Explication :** La perte d'expression de MLH1 (souvent associée à une mutation BRAF V600E et à une hyperméthylation) entraîne une instabilité des microsatellites (MSI-H). Ce profil est fréquent dans les cancers colorectaux du côlon droit et prédit une bonne réponse à l'immunothérapie.

📖 **Référence :** WHO Classification of Digestive System Tumours, 5^e édition, 2019



B.3. Carte staging pTNM

pTNM 2025

Un adénocarcinome du côlon sigmoïde envahissant la sous-séreuse est classé :

A) pT1
B) pT2
C) pT3
D) pT4a

Stade AJCC	Résumé des critères principaux (TNM)	Description concise
0	Tis, N0, M0	Carcinome in situ. Confiné à la couche la plus interne (musculaire muqueuse).
I	T1-T2, N0, M0	Le cancer envahit la paroi intestinale (jusqu'à la musculature propre), pas de propagation aux ganglions ou à distance.
IIA	T3, N0, M0	Cancer étendu aux couches externes de la paroi, mais pas à travers. Pas d'atteinte ganglionnaire ou distante.
IIB	T4a, N0, M0	Cancer à travers toute la paroi, mais pas aux organes adjacents. Pas d'atteinte ganglionnaire ou distante.
IIC	T4b, N0, M0	Cancer à travers la paroi et attaché/envahissant les structures voisines. Pas d'atteinte ganglionnaire ou distante.
IIIA	(T3-T2, N1/N1c, M0) OU (T1, N2a, M0)	Atteinte précoce de la paroi avec propagation limitée aux ganglions voisins (1-6 ganglions). Pas de métastases à distance.
IIB	(T3-T4a, N1/N1c, M0) OU (T2-T3, N2a, M0) OU (T1-T2, N2b, M0)	Cancer plus avancé dans la paroi avec propagation aux ganglions voisins (1 à 7+ ganglions). Pas de métastases à distance.
IIC	(T4a, N2a, M0) OU (T3-T4a, N2b, M0) OU (T4b, N1-N2, M0)	Cancer localement très avancé (paroi traversée et/ou organes voisins) avec atteinte ganglionnaire importante (4 à 7+ ganglions). Pas de métastases à distance.
IIIA	Tout T, Tout N, M1a	Métastases à distance limitées à un seul organe ou un seul groupe de ganglions lymphatiques distants (hors péritoine).
IIB	Tout T, Tout N, M1b	Métastases à distance dans plus d'un organe ou plusieurs groupes de ganglions lymphatiques distants (hors péritoine).
IIC	Tout T, Tout N, M1c	Métastases au péritoine (carcinose péritonéale), avec ou sans autres atteintes à distance.

RÉPONSE

C) T3

Explication : Le stade T3 désigne l'envahissement au-delà de la muscularis propria (couche musculaire) dans les tissus péri-coliques (sous-séreuse ou tissu adipeux péri-colique).

Référence : AJCC Cancer Staging Manual, 9^e ed. - T Colon and Rectum

B.4. Carte Cas cliniques

CAS CLINIQUE

Scenario : Une patiente de 68 ans avec un antécédent familial de cancer du sein chez sa sœur présente une constipation persistante depuis 4 mois, résistante au traitement médical. Une colonoscopie révèle une lésion bourgeonnante du côlon ascendant, dont la biopsie confirme un adénocarcinome mucineux.

Question : Quel biomarqueur moléculaire est le plus pertinent à analyser en priorité chez cette patiente ?

A) Mutation KRAS
B) Statut MSI/MMR
C) Mutation BRAF V600E
D) Expression de HER2

RÉPONSE

B) Statut MSI/MMR

Explication : Contexte évocateur : Localisation droite, histologie mucineuse, obésité (facteur de risque de CCR MSI sporadique) et antécédent familial (possible syndrome de Lynch). L'analyse du statut MSI (par biologie moléculaire) ou MMR (par IHC des protéines MHL1, MSH2, MSH6, PMS2) est prioritaire pour écarter un syndrome génétique et guider l'immunothérapie.

Référence : Revised Bethesda Guidelines, JNCI 2004

B.5. Carte Histologie



Tableaux B.1 : Catalogue complet du module CCR ANAPATHO'CARDS (60 cartes)

N°	Thème principal	Concept clé évalué
1	HISTOPATHOLOGIE	Pronostic des types histologiques de cancer colorectal
2	HISTOPATHOLOGIE	Signe histologique d'invasion tumorale dans un polype colorectal
3	HISTOPATHOLOGIE	Caractéristique histologique d'un adénocarcinome bien différencié
4	HISTOPATHOLOGIE	Lésion précancéreuse à surveiller en priorité
5	HISTOPATHOLOGIE	Marqueur immunohistochimique de différenciation entérale
6	HISTOPATHOLOGIE	Système de grading histopronostique le plus utilisé pour les adénocarcinomes colorectaux
7	HISTOPATHOLOGIE	Caractéristique typique du carcinome à cellules en bague à chaton
8	HISTOPATHOLOGIE	Cellule immunitaire associée à un meilleur pronostic
9	HISTOPATHOLOGIE	Tumeurs colorectales non épithéliales
10	HISTOPATHOLOGIE	Évaluation de la réponse histopathologique à la radio-chimiothérapie néoadjuvante
11	BIOMARQUEURS	Biomarqueur contre-indiquant les anti-EGFR
12	BIOMARQUEURS	Statut MMR déficient et réponse à l'immunothérapie
13	BIOMARQUEURS	Technique la plus sensible pour détecter une mutation KRAS
14	BIOMARQUEURS	Pronostic associé à une mutation BRAF V600E
15	BIOMARQUEURS	Marqueur sérique pour le suivi post-thérapeutique
16	BIOMARQUEURS	Surexpression de HER2 et thérapies ciblées

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

17	BIOMARQUEURS	Biomarqueur associé à l'instabilité des microsatellites (MSI-H)
18	BIOMARQUEURS	Biomarqueur prédictif de réponse à l'immunothérapie
19	BIOMARQUEURS	Utilité de l'ADN tumoral circulant en post-opératoire
20	BIOMARQUEURS	Utilité clinique de la classification moléculaire CMS
21	pTNM 2025	Classification d'un adénocarcinome envahissant la sous-séreuse
22	pTNM 2025	Critère N1c (dépôts tumoraux satellites)
23	pTNM 2025	Classification des métastases hépatiques et pulmonaires
24	pTNM 2025	Stade d'un adénocarcinome rectal pT3N0M0
25	pTNM 2025	Marge circonférentielle positive (R1)
26	pTNM 2025	Classification ganglionnaire avec 4 ganglions métastatiques
27	pTNM 2025	Classification de la carcinose péritonéale
28	pTNM 2025	Définition du stade IV
29	pTNM 2025	Différence entre staging clinique et pathologique
30	pTNM 2025	Classification de l'envahissement de la séreuse viscérale
31	CAS CLINIQUE	Biomarqueur prioritaire dans un contexte familial et mucineux
32	CAS CLINIQUE	Stade pTNM d'une récidive métastatique
33	CAS CLINIQUE	Élément pronostique le plus important sur pièce opératoire
34	CAS CLINIQUE	Prise en charge d'une polypose liée à MUTYH
35	CAS CLINIQUE	Score TRG après radio-chimiothérapie néoadjuvante
36	CAS CLINIQUE	Étape devant une suspicion de syndrome de Lynch
37	CAS CLINIQUE	Option inappropriée en cas de mutation KRAS
38	CAS CLINIQUE	Stade pTNM complet après résection
39	CAS CLINIQUE	Stratégie thérapeutique d'un cancer rectal uT3N0 MSI-H
40	CAS CLINIQUE	Origine d'une tumeur avec profil CDX2+/CK20+/CK7-
41	CAS CLINIQUE	Prise en charge d'un adénome non résécable dans un syndrome de Lynch
42	CAS CLINIQUE	Stade M en cas de métastases multi-sites
43	CAS CLINIQUE	Stade N en présence de dépôts tumoraux satellites sans ganglion atteint
44	CAS CLINIQUE	Diagnostic d'un polype avec invasion limitée à la muqueuse
45	CAS CLINIQUE	Conduite à tenir en cas de réponse complète (TRG1)
46	CAS CLINIQUE	Caractéristique d'un adénocarcinome de haut grade
47	CAS CLINIQUE	Option curative pour une récidive ganglionnaire isolée
48	CAS CLINIQUE	Mesure urgente en cas de colite à Clostridium difficile sous chimiothérapie
49	CAS CLINIQUE	Facteur pronostique le plus important dans la maladie métastatique
50	CAS CLINIQUE	Prise en charge d'une polypose adénomateuse familiale (PAF)
51	HISTOLOGIE	Identification d'un adénocarcinome bien différencié sur image

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

52	HISTOLOGIE	Caractéristique histologique d'un carcinome mucineux
53	HISTOLOGIE	Diagnostic d'un carcinome médullaire sur image
54	HISTOLOGIE	Mécanisme d'invasion histologique illustré
55	HISTOLOGIE	Examen complémentaire pour confirmer un carcinome à cellules en bague à chaton
56	HISTOLOGIE	Identification d'une lésion précancéreuse sur image
57	HISTOLOGIE	Élément pronostique illustré (tumor budding)
58	HISTOLOGIE	Élément histologique typique des adénocarcinomes colorectaux
58	HISTOLOGIE	Mécanisme d'envahissement montré (invasion vasculaire)
60	HISTOLOGIE	Changement histologique post-radiochimiothérapie

ANNEXE C : Documentation technique de la plateforme ANAPATHO'CARDS

C.1. Stack Technologique & Justifications Architecturales

Frontend / Application Mobile

- **Framework : Flutter 3.13+ (Dart).** Choix justifié par :
 - **Single Codebase** : Production d'applications natives performantes pour iOS et Android à partir d'une seule base de code, optimisant le temps de développement et la maintenance.
 - **Performance Native** : Compilation en code natif (ARM, x64) assurant une expérience fluide.
 - **Hot Reload** : Cycle de développement rapide, essentiel pour les itérations basées sur les retours tests utilisateurs.
 - **Écosystème riche** : Supporte une large gamme de plugins pour des fonctionnalités essentielles (base de données, QR codes, analytics).

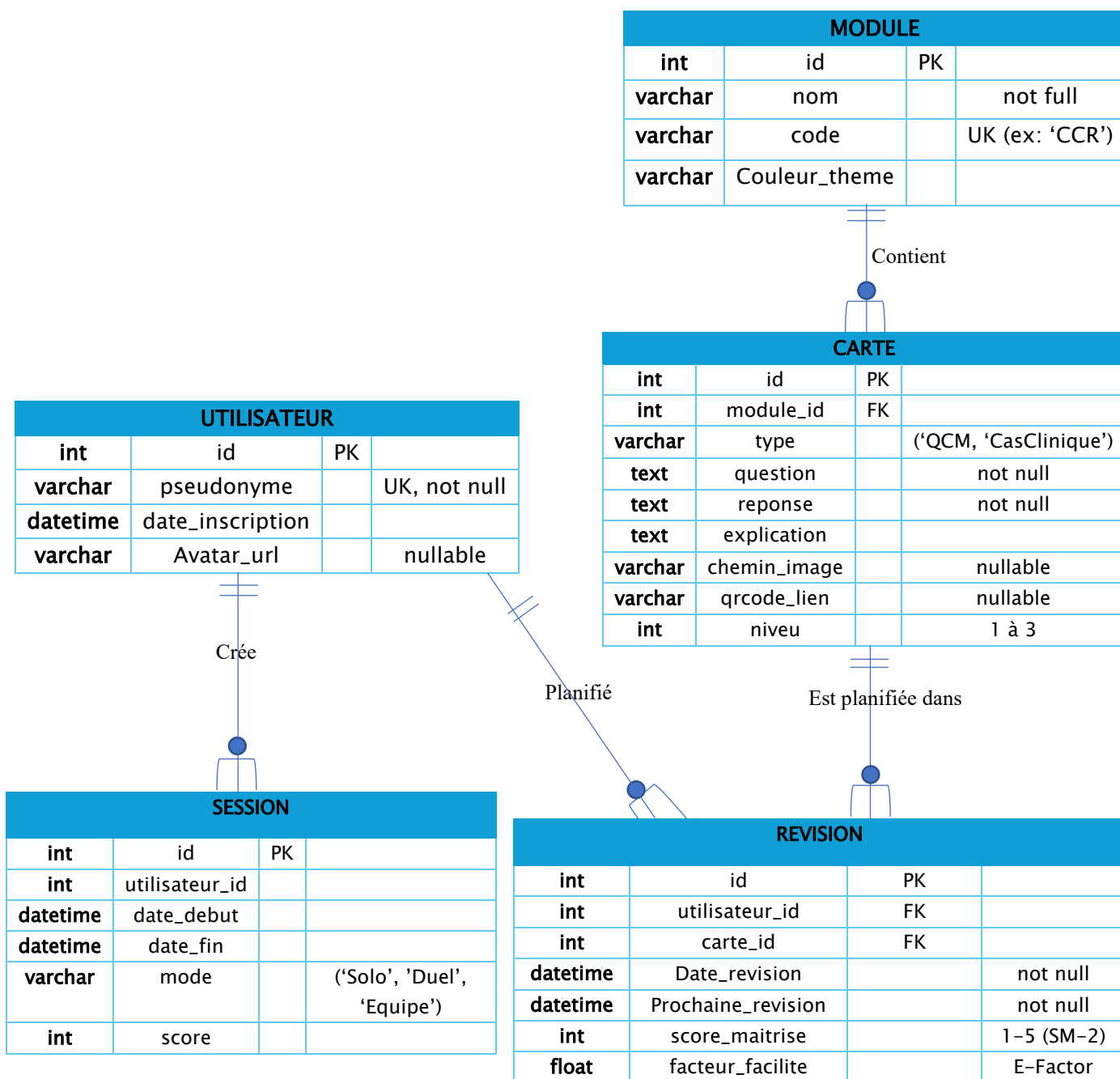
- **Architecture d'État et Logique Métier :**
 - **Gestion d'État** : **Provider** pour une gestion simple et efficace de l'état applicatif, parfaitement adaptée à la taille et la complexité du module pilote.
 - **Pattern pour flux complexes** : **BLoC (Business Logic Component)** pour isoler la logique métier (gestion des sessions de jeu, calcul des scores, algorithme de révision) de l'interface utilisateur, garantissant une architecture propre, testable et scalable.
 - **Base de Données Locale** : **SQLite** via le package sqflite.
 - **Justification** : Stockage relationnel robuste et embarqué, permettant le **fonctionnement hors-ligne complet** de l'application. Idéal pour persister la bibliothèque de cartes, les profils utilisateurs, les scores et le planning de révision.

- **Gestion de Projet & Qualité de Code :**
 - **Versioning** : Dépôt Git privé (GitHub/GitLab).
 - **CI/CD** : Pipeline de base pour les tests automatisés et la génération d'APK/IAA pour les tests beta.
 - **Conventions** : Respect des conventions Dart/Flutter et de l'architecture modulaire.

C.2. Schéma d'Architecture de la Base de Données

Le schéma relationnel suivant supporte les fonctionnalités cœur de l'application et son extensibilité future.

ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux



- **Note sur l'extensibilité** : La table MODULE est la clé de vôûte de l'architecture évolutive. L'ajout d'un nouveau thème (ex: "Sein") se fait par l'insertion d'un nouveau module et de ses cartes associées, sans modification du schéma de base.

C.3. Extrait de Code : Algorithme de Répétition Espacée (Implémentation SM-2 adaptée)

L'algorithme suivant, inspiré du système **SuperMemo 2 (SM-2)**, est au cœur du moteur pédagogique de l'application. Il calcule dynamiquement la date optimale de révision d'une carte en fonction de la performance de l'utilisateur.

Fichier : `lib/services/spaced_repetition_scheduler.dart`

```
dart
import 'dart:math';

/// Service implémentant l'algorithme de répétition espacée SM-2 adapté.
/// Gère l'intervalle entre les révisions en fonction du score de maîtrise.
class SpacedRepetitionScheduler {
  /// Calcule la prochaine date de révision.
  ///
  /// [lastReview] : Date de la dernière révision (null si première fois).
  /// [performanceScore] : Score de maîtrise de l'utilisateur (0-5).
  ///                 5=Parfait, 4=Correct avec hésitation, 3=Correct difficile,
  ///                 2=Incorrect mais rappelé, 1=Incorrect oublié, 0=Échec total.
  /// [currentEaseFactor] : Facteur de facilité actuel de la carte (par défaut 2.5).
  /// [currentInterval] : Intervalle actuel en jours (par défaut 0 pour nouvelle carte).
  ///
  /// Retourne un objet [NextReview] contenant la nouvelle date et le facteur de facilité mis à jour.
  static NextReview calculateNextReview({
    DateTime? lastReview,
    required int performanceScore,
    required double currentEaseFactor,
    required int currentInterval,
  }) {
    double newEaseFactor = currentEaseFactor;
    int newInterval;

    // 1. Ajustement du facteur de facilité (E-Factor)
    newEaseFactor += (0.1 - (5 - performanceScore) * (0.08 + (5 - performanceScore) * 0.02));
    // Contrainte : le facteur ne peut pas descendre en dessous de 1.3
    newEaseFactor = max(newEaseFactor, 1.3);

    // 2. Calcul du nouvel intervalle
    if (performanceScore < 3) {
      // Réponse incorrecte ou difficile : on réinitialise l'intervalle
    }
  }
}
```

```
newInterval = 1; // À revoir le lendemain
// On pénalise légèrement le facteur de facilité pour les réponses incorrectes
if (performanceScore < 2) {
    newEaseFactor = max(1.3, newEaseFactor - 0.2);
}
} else {
    // Réponse correcte : on augmente l'intervalle
    if (currentInterval == 0) {
        // Première révision réussie
        newInterval = 1;
    } else if (currentInterval == 1) {
        // Deuxième révision
        newInterval = 6;
    } else {
        // Révisions suivantes : intervalle multiplié par le facteur de facilité
        newInterval = (currentInterval * newEaseFactor).round();
    }
}
}

// 3. Application d'un intervalle maximum (par exemple 180 jours pour une révision semestrielle)
newInterval = min(newInterval, 180);

// 4. Calcul de la prochaine date
DateTime nextDate = DateTime.now().add(Duration(days: newInterval));

return NextReview(
    nextReviewDate: nextDate,
    newEaseFactor: double.parse(newEaseFactor.toStringAsFixed(2)), // On garde 2 décimales
    newInterval: newInterval,
);
}
}

/// Classe conteneur pour le résultat du calcul.
class NextReview {
    final DateTime nextReviewDate;
    final double newEaseFactor;
    final int newInterval;

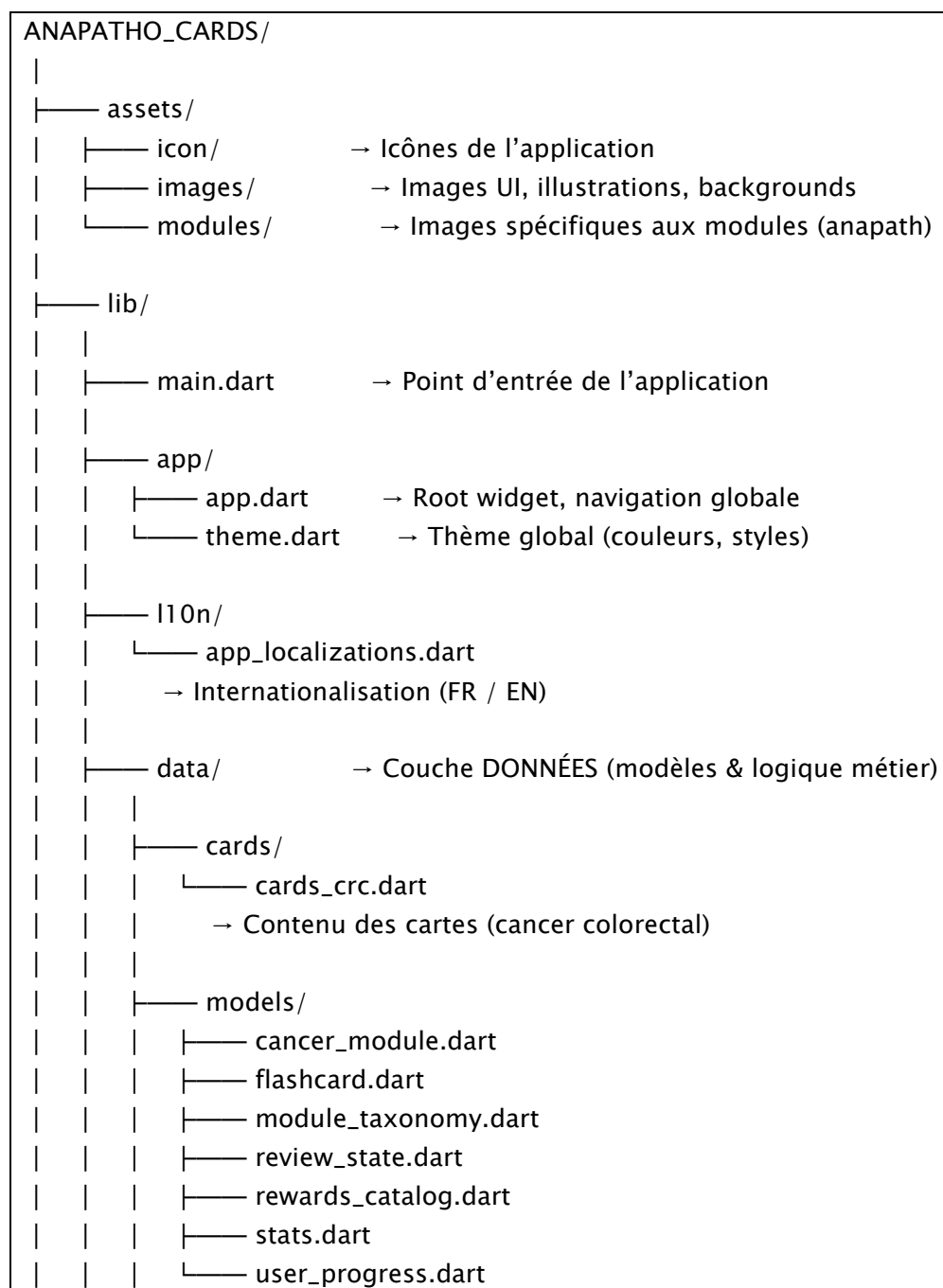
    NextReview({
        required this.nextReviewDate,
        required this.newEaseFactor,
        required this.newInterval,
    });
}
```

```
}  
  
/// Fonction d'exemple d'utilisation dans un widget Flutter (BLoC/Cubit)  
/// pour mettre à jour une carte après une session de révision.  
Future<void> updateCardAfterReview({  
  required int cardId,  
  required int userId,  
  required int performanceScore,  
}) async {  
  // 1. Récupération des données actuelles de révision depuis la base SQLite  
  final currentReviewData = await DatabaseService().getReviewData(cardId, userId);  
  
  // 2. Calcul des nouveaux paramètres via le scheduler  
  final nextReview = SpacedRepetitionScheduler.calculateNextReview(  
    lastReview: currentReviewData?.lastReviewDate,  
    performanceScore: performanceScore,  
    currentEaseFactor: currentReviewData?.easeFactor ?? 2.5,  
    currentInterval: currentReviewData?.intervalDays ?? 0,  
  );  
  
  // 3. Persistance des nouvelles données dans la table `revision`  
  await DatabaseService().updateReviewSchedule(  
    cardId: cardId,  
    userId: userId,  
    nextDate: nextReview.nextReviewDate,  
    easeFactor: nextReview.newEaseFactor,  
    interval: nextReview.newInterval,  
  );  
  
  // 4. (Optionnel) Programmation d'une notification locale pour la prochaine révision  
  await NotificationService().scheduleReviewReminder(  
    cardId: cardId,  
    reminderDate: nextReview.nextReviewDate,  
  );  
}
```

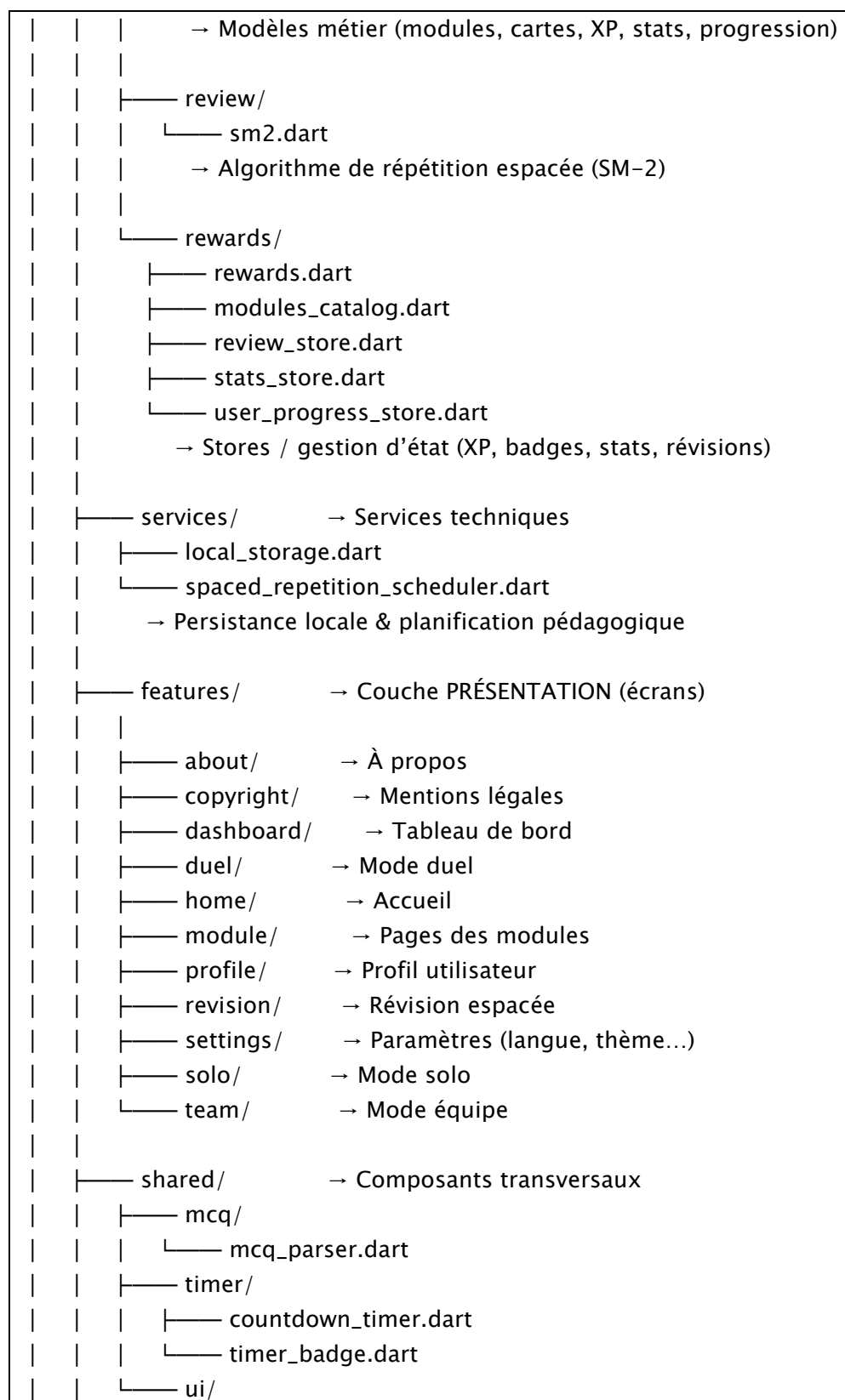
C.4. Architecture Modulaire pour l'Évolutivité

La capacité à étendre la plateforme à d'autres spécialités est intrinsèque à sa conception.

Structure du projet :



ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux

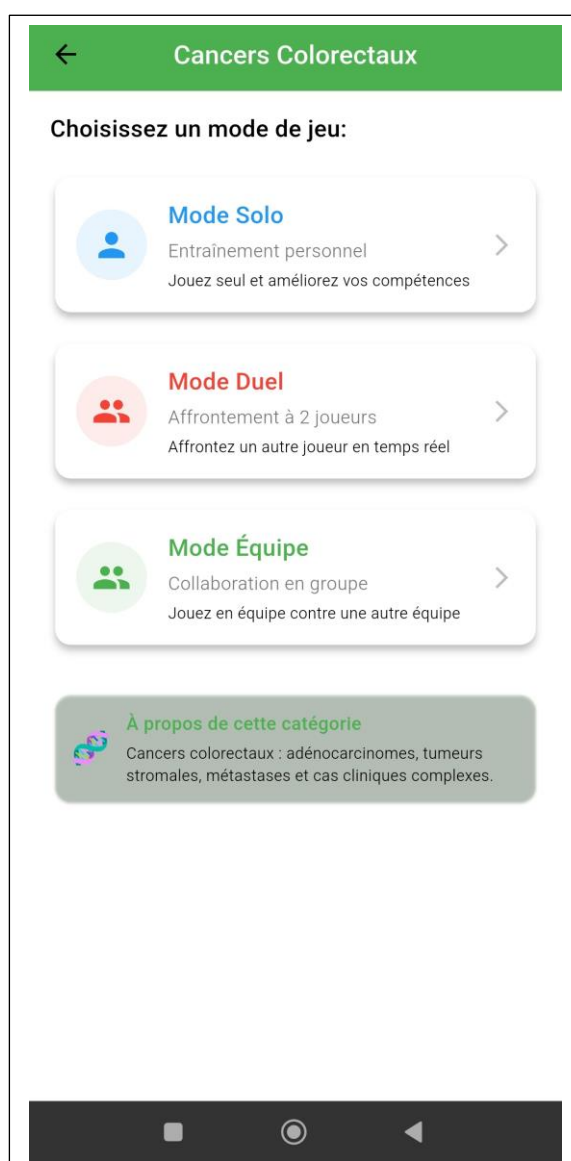



```
// 2. Logique optionnelle : enregistrement d'un "boost" de révision
await SpacedRepetitionScheduler.logQRScan(cardId: cardId);
}
}
```

ANNEXE D : Captures d'écran de l'application

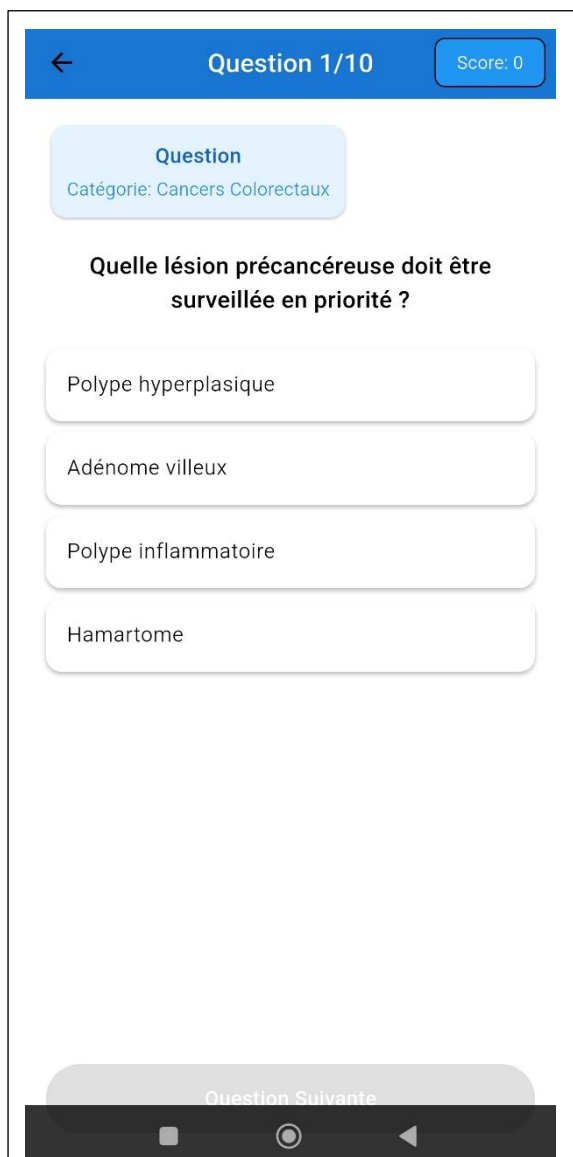


Capture 1 : Écran d'accueil et menu principal.

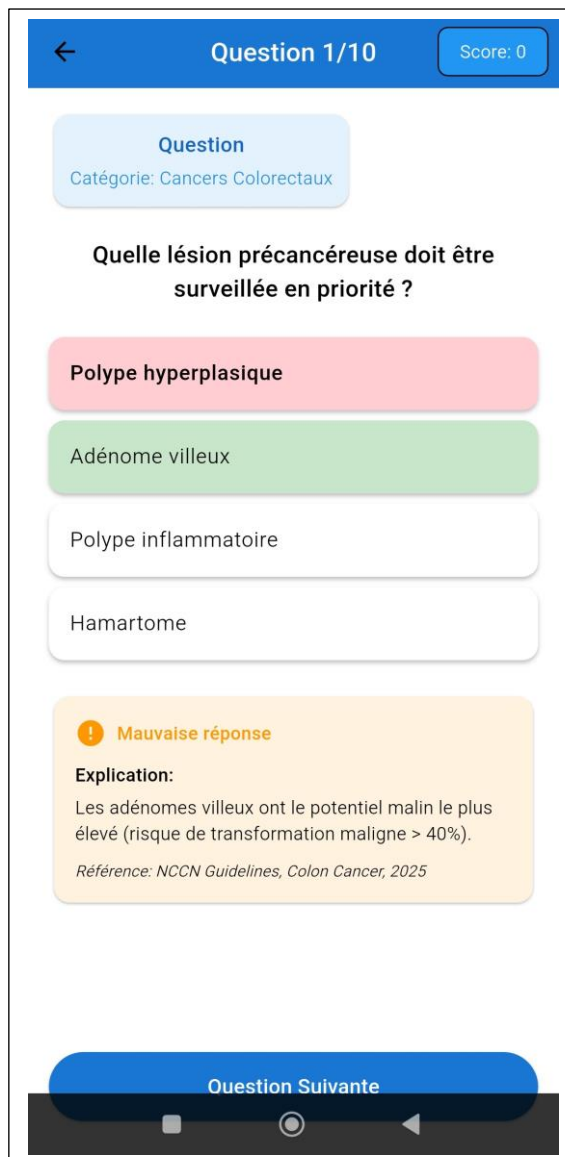


Capture 2 : Menu des modes de jeu

ANATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux



Capture 3 : Question au mode Solo



Capture 4 : Réponse de la question au mode Solo

← Configuration Duel

Entrez les noms des joueurs

Joueur 1

Joueur 2

Commencer le Duel

Capture 5 : Visuel du mode Duel

← Configuration Équipes

Équipe 1

Nom de l'équipe

Équipe A

Joueurs:

Joueur 1

Ajouter un joueur

Équipe 2

Nom de l'équipe

Équipe B

Joueurs:

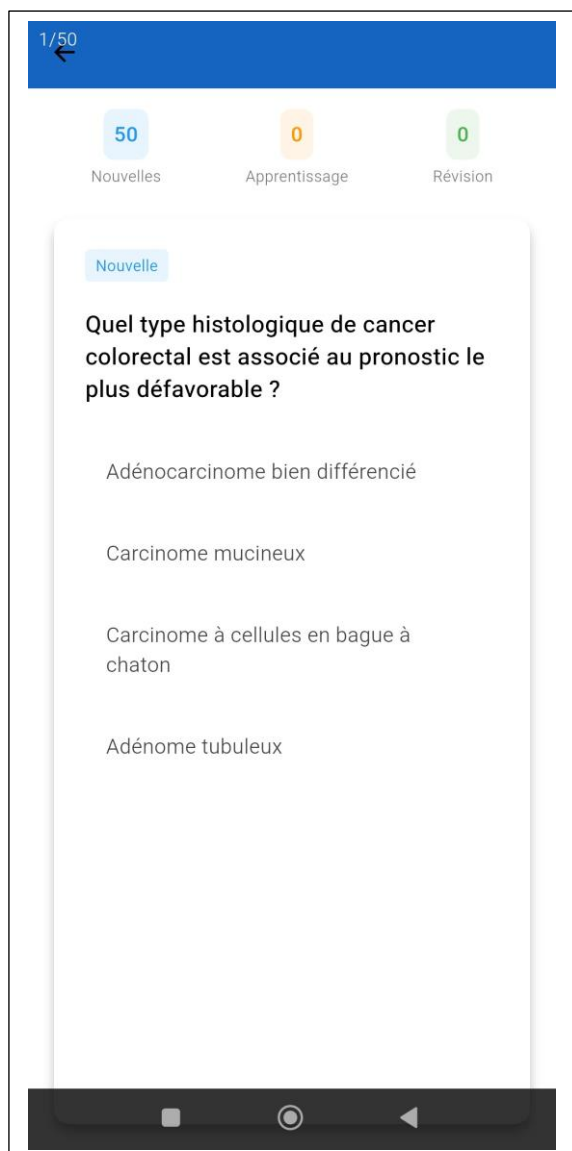
Joueur 1

Ajouter un joueur

Commencer le Match

Capture 6 : Visuel du mode Equipe

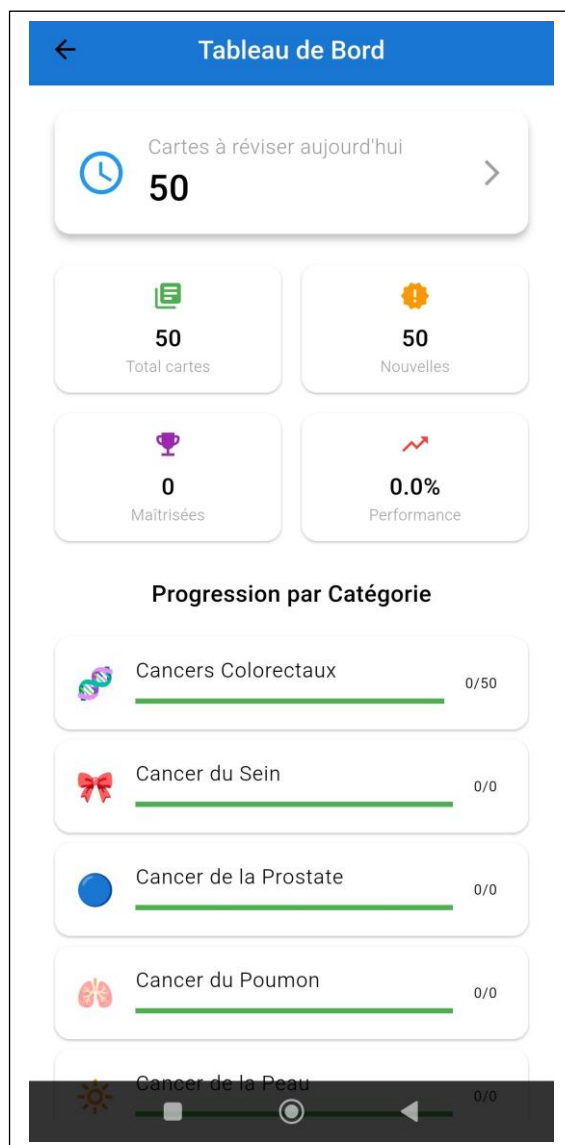
ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux



Capture 7 : Visuel d'une question sur le mode Révision (SM-2)



Capture 9 : Visuel de la réponse sur mode Révision (SM-2)



Capture 10 : Visuel du Tableau de Bord

ANNEXE E : Modèle de convention de collaboration pour le développement de modules complémentaires

CONVENTION DE CONTRIBUTION, DE DIFFUSION ET DE VALORISATION PÉDAGOGIQUE

Entre les soussignés :

L'Équipe Porteuse de la plateforme pédagogique ANAPATHO'CARDS, représentée par [Votre Nom], doctorant porteur du projet, agissant au nom de l'équipe de recherche, ci-après désignée "**le Porteur**".

Et :

[Nom du Contributeur / de l'Institution / de l'Équipe Pédagogique], représenté par [Nom et Fonction du Représentant], ci-après désigné "**le Contributeur**".

Préambule

Considérant la thèse intitulée *"ANAPATHO'CARDS : Conception et évaluation d'un jeu de carte pédagogique sur l'anatomie pathologique des cancers colorectaux"* ayant démontré la faisabilité et l'efficacité d'un modèle pédagogique hybride ;

Considérant la volonté du Porteur d'étendre cet écosystème pédagogique à d'autres spécialités médicales dans une logique de science ouverte et de collaboration académique ;

Considérant l'expertise du Contributeur dans le domaine de [*ex: Anatomopathologie des tumeurs mammaires*] et son intérêt à valoriser pédagogiquement cette expertise ;

Les parties conviennent de ce qui suit :

Article 1 – Objet de la Convention

La présente convention a pour objet de définir les conditions dans lesquelles le Contributeur développe, pour intégration à la plateforme **ANAPATHO'CARDS**, un nouveau module pédagogique hybride (jeu de cartes physique et contenu numérique associé) intitulé : "**[Intitulé exact et spécifique du module, ex: Module 'Tumeurs du Sein']**".

Le développement s'effectuera selon le **cadre méthodologique, les standards techniques et les modèles de qualité** définis dans le **Kit de Développement ANAPATHO'CARDS (Annexe D de la thèse)**, qui fait partie intégrante de la présente convention.

Article 2 – Droits de Propriété Intellectuelle et Licences

2.1. Contenu Pédagogique (Données, Textes, Concepts, Sélection d'Images)

- Le Contenu Pédagogique original produit par le Contributeur dans le cadre de cette convention est placé sous licence **Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation Commerciale – Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)**.
- Cette licence permet à toute personne de partager et d'adapter le contenu à des fins non commerciales, à condition de citer sa paternité et de diffuser les contributions dérivées sous une licence identique.
- Le Porteur s'engage à ne jamais exploiter commercialement le module sans un accord écrit séparé et à imposer cette condition à tout tiers.

2.2. Code Source et Assets Numériques

- Le code source spécifique au module (scripts, adaptations d'interface) et les assets numériques créés (maquettes graphiques aux formats source) sont placés sous licence **MIT**.
- Cette licence permissive permet une réutilisation libre, y compris à des fins commerciales, sous réserve de mentionner la paternité originale. Elle garantit la pérennité et l'évolutivité technique de la plateforme.

2.3. Paternité et Citation

- Le Porteur s'engage à créditer de manière permanente, visible et explicite le Contributeur sur toutes les formes de diffusion du module :

- Dans l'application mobile : sur l'écran d'accueil du module et dans la section "Crédits".
- Sur le jeu de cartes physique : au dos de la boîte et dans le livret d'instructions.
- Dans toute communication scientifique, promotionnelle ou pédagogique concernant le module (publications, présentations, sites web).
- La mention de paternité devra être formulée ainsi : "Module [Nom du module] développé par [Nom du Contributeur/Institution], sous licence CC BY-NC-SA 4.0."

Article 3 – Engagements du Porteur

Le Porteur s'engage à :

- Fournir et maintenir à jour le **Kit de Développement (Annexe D)** incluant tous les templates, guides et ressources techniques nécessaires.
- Offrir un **support technique et méthodologique** tout au long du développement, dans la limite d'un volume pré-défini (ex: 5 réunions de suivi d'une heure).
- **Intégrer techniquement** le module validé dans la version officielle de la plateforme application mobile et en assurer la maintenance technique de base (compatibilité avec les mises à jour du framework).
- **Promouvoir académiquement** le module achevé via les canaux de l'équipe porteuse (réseaux sociaux académiques, présentation en congrès).
- Faciliter, si le Contributeur le souhaite, la **fabrication à la demande** du jeu de cartes physique via des partenaires identifiés, sans en tirer de bénéfice commercial.

Article 4 – Engagements du Contributeur

Le Contributeur s'engage à :

- **Garantir l'exactitude scientifique et l'actualité** du contenu pédagogique produit, en conformité avec les référentiels internationaux en vigueur.

- **Respecter le cadre méthodologique et les standards** définis dans le Kit de Développement (format des cartes, niveau de difficulté, structure des explications).
- **Suivre le calendrier de développement** indicatif défini conjointement et informer le Porteur de tout retard significatif.
- **Participer activement au processus de validation** du module, notamment en mobilisant ses pairs pour une relecture critique (*peer-review*) interne avant soumission finale.
- **Obtenir et archiver** toutes les autorisations nécessaires pour l'utilisation et la diffusion des images médicales utilisées, garantissant leur anonymat et leur usage conforme à l'éthique.

Article 5 – Processus de Développement et de Validation

1. **Phase de Conception** : Le Contributeur soumet une maquette et une charte de contenu pour validation préalable du Porteur.
2. **Phase de Développement** : Production des 60 cartes minimum et des assets numériques.
3. **Phase de Validation Interne** : Le Contributeur soumet son module à la relecture d'au moins deux experts de son domaine. Les rapports de relecture sont transmis au Porteur.
4. **Phase d'Intégration et de Test** : Le Porteur intègre le module et procède à des tests techniques. Une version bêta est fournie pour validation finale.
5. **Activation et Diffusion** : Après validation écrite des deux parties, le module est publié sur la plateforme officielle.

Article 6 – Résolution des Différends et Confidentialité

- En cas de désaccord sur l'exécution de la convention, les parties s'engagent à rechercher une solution amiable avant toute action judiciaire.

- Les échanges et documents partagés dans le cadre du développement sont confidentiels jusqu'à la publication officielle du module.

Article 7 – Durée, Résiliation et Réversibilité

- La convention entre en vigueur à sa signature et a une durée indéterminée.
- En cas de retrait du Contributeur avant la finalisation, les parties conviendront des modalités pour archiver ou reprendre le travail en cours.
- **Clause de Réversibilité (Essentielle)** : Si la plateforme principale venait à être abandonnée (absence de mise à jour technique ou de maintenance pendant une période de 24 mois consécutifs), le Contributeur récupère le droit d'exploiter et de diffuser son module de manière autonome, sous les mêmes licences, sans entrave de la part du Porteur.



BIBLIOGRAPHIE



1. **Rawla P, Sunkara T, Barsouk A.**
Epidemiology of colorectal cancer: incidence, mortality, survival, and risk factors. *Gastroenterol Rev.* 2019;14(2):89–103. doi:10.5114/pg.2018.81072
2. **Cancer colorectal et facteurs de risque** •
Cancer Environnement.
3. Facteurs de risque et de protection du cancer colorectal | La Revue du Praticien. *Rev Prat.*
4. Registre des Cancers de la Région du Grand_ asablanca 2018–2021.
5. “Colorectal Cancer in Morocco : A Rising Threat” (*Journal of Middle East Cancer Consortium*, 2022).
6. L'évolution de l'incidence des cancers digestifs au Maroc (CHU Ibn Sina, Rabat, 2021).
7. **Grandval P.**
Diagnostic et surveillance des patients à très haut risque génétique du cancer colo rectal. *GASTRO ENTÉROLOGIE.*
8. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Digestive System Tumours. WHO Classification of Tumours Series. 5th Ed.; 2019.
9. **Benson AB, et al.**
NCCN Guidelines Insights: Colon Cancer, Version 2.2023. *J Natl Compr Canc Netw.* 2023.
10. **Luchini C, et al.**
ESMO recommendations on microsatellite instability testing for immunotherapy in cancer, and its relationship with PD-1/PD-L1 expression and tumour mutational burden. *Ann Oncol.* 2019.
11. **Sepulveda AR, et al.**
Molecular Biomarkers for the Evaluation of Colorectal Cancer: Guideline From the American Society for Clinical Pathology, College of American Pathologists, Association for Molecular Pathology, and American Society of Clinical Oncology. *Arch Pathol Lab Med.* 2017.
12. **Nagtegaal ID, et al.**
The 2019 ESCP Expert Panel Symposium: The evidence base for the management of primary rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2020.
13. **Boland CR, Goel A.**
Microsatellite instability in colorectal cancer. *Gastroenterology.* 2010.
14. **Van Cutsem E, et al.**
ESMO consensus guidelines for the management of patients with metastatic colorectal cancer. *Ann Oncol.* 2016.
15. **Dawson H, Kirsch R, Messenger D, Driman D.**
A Review of Current Challenges in Colorectal Cancer Reporting. *Arch Pathol Lab Med.* 2019;143(7):869–882. doi:10.5858/arpa.2017-0475-RA
16. **Sakr AS, Soliman NF, Al-Gaashani MS, Pławiak P, Ateya AA, Hammad M.**
An Efficient Deep Learning Approach for Colon Cancer Detection. *Appl Sci.* 2022;12(17):8450. doi:10.3390/app12178450

17. S. Ben Rejeb et al.

Les réseaux sociaux en « Anapath » : considérations éthiques et légales Social media in pathology: Legal and ethical considerations. 2025.

18. Evaluer les apprentissages : 5 niveaux et 12 outils – Le blog de C-Campus.

19. L'Étude GoStudent sur l'Éducation du Futur 2025.

20. Penneman J, Croix SD, Dellisse S, et al.

Outils didactiques et changement pédagogique : analyse longitudinale de l'appropriation de l'outil Lirecrire par des enseignants du secondaire. Rev Fr Pédagogie. 2016;(197):79–98. doi:10.4000/rfp.5165

21. Gorbanev I et al.

A systematic review of serious games in medical education: quality of evidence and pedagogical strategy. Med Educ Online. 2018.

22. Gentry SV et al.

Serious gaming and gamification education in health professions: systematic review. J Med Internet Res. 2019.

23. Gazzaz ZJ et al.

The effectiveness of Anki flashcards in teaching medical students. MedEdPublish. 2022.

24. Grey SJ et al.

The role of gamification in clinical education. Clin Teach. 2023.

25. Massou L.

Hybrider les formations dans l'enseignement supérieur : questions et perspectives postpandémiques. Distances Médiations Savoirs. 2025;49. doi:10.4000/13k03

26. Margault Sacré. Dispositifs d'enseignement hybride : étude des liens entre composantes pédagogiques, facteurs motivationnels et performances des étudiants. Published online 2021.

27. Kumar et al.,

“Teaching pathology in the modern era”, Academic Pathology, 2021.

28. Prober & Heath, “Lecture Halls without Lectures”, NEJM, 2012.

29. Harden & Crosby, “AMEE Guide No 20: The good teacher is more than a lecturer”, Medical Teacher, 2000.

30. Lucchiari et al.

, “The role of pattern recognition in diagnostic pathology”, Diagnostic Pathology, 2019.

31. Dee, “Learning from pathology textbooks”, Journal of Veterinary Medical Education, 2012.

32. Hattie & Timperley, “The Power of Feedback”, Review of Educational Research, 2007.

33. Ben Abdeljelli et al.

, “Challenges in pathology education in North Africa”, Medical Education, 2020.

34. Moxham & Plaisant, “The perception of and attitudes towards histology”, Anatomical Sciences Education, 2020.

35. Epstein, “Assessment in Medical Education”, NEJM, 2007.

- 36. Winston, "Anxiety and learning in medical students", Medical Education, 2022.**
- 37. Deterding et al., "From Game Design Elements to Gamefulness", Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 2011.**
- 38. Lister et al., "The Power of Gamification in Medical Education", Medical Teacher, 2021.**
- 39. Chen et al.**
 , "The impact of serious games in medical education: A meta-analysis", Medical Education, 2022.
- 40. Deng et al.**
 , "The efficacy of spaced repetition for medical education: a systematic review", BMC Medical Education, 2023.
- 41. Sweller, "Cognitive load theory and educational technology", Educational Technology Research and Development, 2020.**
- 42. Khalil et al.**
 , "Gamification in Pathology Education: Bridging the Visual Gap", Academic Pathology, 2020.
- 43. van Gaalen et al.**
 , "Gamification of health professions education: a systematic review", Advances in Health Sciences Education, 2021.
- 44. Séverine Valmary-Degano.**
 Un serious game pour apprendre l'anatomie pathologique.2019.
- 45. Jacquier A, Briot M, Barillot G, et al.**
 « Discovering Pathology », un serious game dédié à la découverte de l'anatomopathologie pour les étudiants en médecine. Ann Pathol. 2019;39(2):151-157.
 doi:10.1016/j.annpat.2018.12.002
- 46. Sarah L Edwards.**
 Analog Serious Games for Medical Education: A Scoping Review. Published online 2024.
- 47. Siri Gauthier.**
 Jeux sérieux en éducation : Explorer le pouvoir de l'apprentissage par le jeu.2025.
- 48. Nylén-Eriksen M, Stojiljkovic M, Lillekroken D, et al.**
 Game-thinking; utilizing serious games and gamification in nursing education – a systematic review and meta-analysis. BMC Med Educ. 2025;25(1):140. doi:10.1186/s12909-024-06531-7
- 49. Sweller J.**
 Cognitive load theory. Educational Psychology Review. 1988.
- 50. Paivio A.**
 Imagery and verbal processes. Holt, Rinehart & Winston. 1971.
- 51. Gong et al.,**
 "Serious Games in Health Professions Education: Review of Trends and Learning Efficacy, Thieme, 2019.
- 52. Csikszentmihalyi M.**
 Flow: The psychology of optimal experience. Harper & Row. 1990.

53. Vygotsky LS.

Mind in society. Harvard University Press. 1978.

54. Burmeister JR, Zazay I, Pratt RL.

Beyond the Binary: A Five-Pillar Framework for Hybrid Medical Education Post-Pandemic. *J Med Educ Curric Dev.* 2025;12:23821205251395293. doi:10.1177/23821205251395293

55. Nicole Zhang.

Modernizing nursing education: Embracing hybrid learning for a dynamic classroom experience. Published online 2015.

56. Yin X, Wang L, Li Q, Han J, Zhou F, Wang S.

Theoretical models to guide undergraduate medical curriculum development: an integrative review. *BMC Med Educ.* 2025;25(1):1043. doi:10.1186/s12909-025-07644-3

57. Gross S, Wunderlich K, Arpagaus A, et al.

Effectiveness of blended learning to improve medical students' communication skills: a randomized, controlled trial. *BMC Med Educ.* 2025;25(1):383. doi:10.1186/s12909-025-06938-w

58. Hedhli A, Nsir S, Ouahchi Y, Mjid M, Toujani S, Dhahri B.

Apport des applications mobiles dans l'apprentissage et la pratique médicale Contribution of mobile applications to learning and medical practice. *Tunis Med.* 2021;99.

59. Chabrier A, Atkinson S, Bonnabry P, Bussièrès JF.

Utilisation des jeux d'évasion en santé : une revue de littérature. *Can J Hosp Pharm.* 2019;72(5). doi:10.4212/cjhp.v72i5.2933

60. Sana Mahmood et al.

Synthèse des données probantes – Analyse comparative systématique des sources d'information sur la littérature en matière de santé liée à la COVID-19 des étudiants universitaires au Canada. 2022.

61. Schloemer T, Schröder-Bäck P.

Criteria for evaluating transferability of health interventions: a systematic review and thematic synthesis. *Implement Sci.* 2018;13(1):88. doi:10.1186/s13012-018-0751-8

62. Ericsson KA.

Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Academic Medicine.* 2004.

63. Engeström, Y.

(2015). Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research.

64. Jovanovic M, Sjödin D, Parida V.

Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: Expanding the platform value of industrial digital platforms. *Technovation.* 2022;118:102218. doi:10.1016/j.technovation.2020.102218

65. Shi B, Tang F, Wei F.

The Path Constitution of Platform Evolution: An Organizational Momentum View. *Sustainability.* 2022;14(15):9370. doi:10.3390/su14159370

66. Wenger, E.

Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Cambridge University Press.
Published online 1998.



قسم الطبيب :

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم

سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب والبعيد، للصالح

والطالح، والصديق والعدو.

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

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخا لكل زميل في المهنة الطبية متعاونين

على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد



أناباثو كاردز: تصميم وتقييم لعبة أوراق بيداغوجية حول التشريح المرضي لسرطانات القولون والمستقيم

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2025/12/22
من طرف

السيد إبراهيم عبيد

المزداد في 06 أبريل 1997 ببني ملال

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

التشريح المرضي، سرطانات القولون والمستقيم، التعليم الطبي، التعلم
الدمج، اللعبة الجادة، التطبيق المحمول، التكرار المتباعد، التقييم التعليمي

اللجنة

الرئيس

س. زهير

السيد

أستاذ في البكتريولوجيا-علم الفيروسات والبيولوجيا الجزيئية

المشرف

ح. الرايس

السيدة

أستاذة في التشريح المرضي

ف.ز. هزميري

السيدة

أستاذة في التشريح المرضي

ن. الأنصاري

السيدة

أستاذة في الغدد الصماء والأمراض الاستقلابية

خ. الرباتي

السيد

أستاذ في الجراحة العامة

الحكام

