



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2024

Thèse N° 561

La chirurgie percutanée du rachis traumatique : Expérience du CHU Mohamed VI de Marrakech

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 23/12/2024

PAR

Mlle. Loubna HANNIOUI

Née le 27/05/1999 à BENI-MELLAL

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLES

Rachis dorsolombaire -Traumatisme – Classification – Imagerie – Ostéosynthèse percutanée – Kyphoplastie – Cyphose – Évolution.

JURY

Mr. S.AIT BENALI	PRESIDENT
Professeur de Neurochirurgie	
Mr. M.LAGHMARI	RAPPORTEUR
Professeur de Neurochirurgie	
Mr. F.HAJHOUJI	JUGE
Professeur de Neurochirurgie	



{رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرْ نِعْمَتَكَ
الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالَّذِي
وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحَ
لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ
وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ}

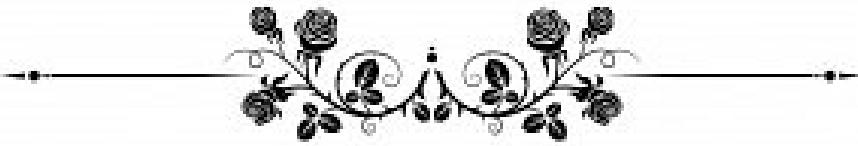
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ٣٢

صَدِيقُ اللَّهِ الْعَظِيمِ

سورة البقرة ٢:٣٢



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 Honoriaires

: 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	Spécialité
01	ZOUHAIR Said (DOYEN)	P.E.S	Microbiologie
02	CHOULLI Mohamed Khaled	P.E.S	Neuro pharmacologie
03	KHATOURI Ali	P.E.S	Cardiologie
04	NIAMANE Radouane	P.E.S	Rhumatologie
05	AIT BENALI Said	P.E.S	Neurochirurgie
06	KRATI Khadija	P.E.S	Gastro-entérologie
07	SOUIMANI Abderraouf	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
08	RAJI Abdelaziz	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
09	KISSANI Najib	P.E.S	Neurologie
10	SARF Ismail	P.E.S	Urologie
11	MOUTAOUKIL 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	BOUSKRAOUI Mohammed	P.E.S	Pédiatrie
18	CHAKOUR Mohammed	P.E.S	Hématologie biologique
19	EL FEZZAZI Redouane	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
20	YOUNOUS Said	P.E.S	Anesthésie-réanimation
21	BENELKHAIT BENOMAR Ridouan	P.E.S	Chirurgie générale
22	ASMOUKI Hamid	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
23	BOUMZEBRA Drissi	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
24	CHELLAK Saliha	P.E.S	Biochimie-chimie
25	LOUZI Abdelouahed	P.E.S	Chirurgie-générale
26	AIT-SAB Imane	P.E.S	Pédiatrie
27	GHANNANE Houssine	P.E.S	Neurochirurgie
28	ABOULFALAH Abderrahim	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
29	OULAD SAIAD Mohamed	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
30	DAHAMI Zakaria	P.E.S	Urologie
31	EL HATTAOUI Mustapha	P.E.S	Cardiologie
32	ELFIKRI Abdelghani	P.E.S	Radiologie
33	KAMILI El Ouafi El Aouni	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
34	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	P.E.S	Pédiatrie (Néonatalogie)
35	MATRANE Aboubakr	P.E.S	Médecine nucléaire
36	AIT AMEUR Mustapha	P.E.S	Hématologie biologique
37	AMINE Mohamed	P.E.S	Epidémiologie clinique
38	EL ADIB Ahmed Rhassane	P.E.S	Anesthésie-réanimation
39	ADMOU Brahim	P.E.S	Immunologie
40	CHERIF IDRISI EL GANOUNI Najat	P.E.S	Radiologie

41	TASSI Noura	P.E.S	Maladies infectieuses
42	MANOUDI Fatiha	P.E.S	Psychiatrie
43	BOURROUS Monir	P.E.S	Pédiatrie
44	NEJMI Hicham	P.E.S	Anesthésie-réanimation
45	LAOUAD Inass	P.E.S	Néphrologie
46	EL HOUDZI Jamila	P.E.S	Pédiatrie

47	FOURAIJI Karima	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
48	ARSALANE Lamiae	P.E.S	Microbiologie-virologie
49	BOUKHIRA Abderrahman	P.E.S	Biochimie-chimie
50	KHALLOUKI Mohammed	P.E.S	Anesthésie-réanimation
51	BSISS Mohammed Aziz	P.E.S	Biophysique
52	EL OMRANI Abdelhamid	P.E.S	Radiothérapie
53	SORAA Nabila	P.E.S	Microbiologie-virologie
54	KHOUCHANI Mouna	P.E.S	Radiothérapie
55	JALAL Hicham	P.E.S	Radiologie
56	OUALI IDRISI Mariem	P.E.S	Radiologie
57	ZAHLANE Mouna	P.E.S	Médecine interne
58	BENJILALI Laila	P.E.S	Médecine interne
59	NARJIS Youssef	P.E.S	Chirurgie générale
60	RABBANI Khalid	P.E.S	Chirurgie générale
61	HAJJI Ibtissam	P.E.S	Ophtalmologie
62	EL ANSARI Nawal	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
63	ABOU EL HASSAN Taoufik	P.E.S	Anesthésie-réanimation
64	SAMLANI Zouhour	P.E.S	Gastro-entérologie
65	LAGHMARI Mehdi	P.E.S	Neurochirurgie
66	ABOUSSAIR Nisrine	P.E.S	Génétique
67	BENCHAMKHA Yassine	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique

68	CHAFIK Rachid	P.E.S	Traumato-orthopédie
69	MADHAR Si Mohamed	P.E.S	Traumato-orthopédie
70	EL HAOURY Hanane	P.E.S	Traumato-orthopédie
71	ABKARI Imad	P.E.S	Traumato-orthopédie
72	EL BOUIHI Mohamed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
73	LAKMICHI Mohamed Amine	P.E.S	Urologie
74	AGHOUTANE El Mouhtadi	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
75	HOCAR Ouafa	P.E.S	Dermatologie
76	EL KARIMI Saloua	P.E.S	Cardiologie
77	EL BOUCHTI Imane	P.E.S	Rhumatologie

78	AMRO Lamyae	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
79	ZYANI Mohammad	P.E.S	Médecine interne
80	QACIF Hassan	P.E.S	Médecine interne
81	BEN DRISS Laila	P.E.S	Cardiologie
82	MOUFID Kamal	P.E.S	Urologie
83	QAMOUSS Youssef	P.E.S	Anesthésie réanimation
84	EL BARNI Rachid	P.E.S	Chirurgie générale
85	KRIET Mohamed	P.E.S	Ophtalmologie
86	BOUCHENTOUF Rachid	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
87	ABOUCHADI Abdeljalil	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
88	BASRAOUI Dounia	P.E.S	Radiologie
89	RAIS Hanane	P.E.S	Anatomie Pathologique
90	BELKHOU Ahlam	P.E.S	Rhumatologie
91	ZAOUI Sanaa	P.E.S	Pharmacologie
92	MSOUGAR Yassine	P.E.S	Chirurgie thoracique
93	EL MGHARI TABIB Ghizlane	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques

94	DRAISS Ghizlane	P.E.S	Pédiatrie
95	EL IDRISI SLITINE Nadia	P.E.S	Pédiatrie
96	RADA Noureddine	P.E.S	Pédiatrie
97	BOURRAHOUAT Aicha	P.E.S	Pédiatrie
98	MOUAFFAK Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
99	ZIADI Amra	P.E.S	Anesthésie-réanimation
100	ANIBA Khalid	P.E.S	Neurochirurgie
101	TAZI Mohamed Illias	P.E.S	Hématologie clinique
102	ROCHDI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
103	FADILI Wafaa	P.E.S	Néphrologie
104	ADALI Imane	P.E.S	Psychiatrie
105	ZAHLANE Kawtar	P.E.S	Microbiologie- virologie
106	LOUHAB Nisrine	P.E.S	Neurologie
107	HAROU Karam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
108	BASSIR Ahlam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique

109	BOUKHANNI Lahcen	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
110	FAKHIR Bouchra	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
111	BENHIMA Mohamed Amine	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
112	HACHIMI Abdelhamid	P.E.S	Réanimation médicale
113	EL KHAYARI Mina	P.E.S	Réanimation médicale
114	AISSAOUI Younes	P.E.S	Anesthésie-réanimation
115	BAIZRI Hicham	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
116	ATMANE El Mehdi	P.E.S	Radiologie
117	EL AMRANI Moulay Driss	P.E.S	Anatomie
118	BELBARAKA Rhizlane	P.E.S	Oncologie médicale
119	ALJ Soumaya	P.E.S	Radiologie

120	OUBAHA Sofia	P.E.S	Physiologie
121	EL HAOUATI Rachid	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
122	BENALI Abdeslam	P.E.S	Psychiatrie
123	MLIHA TOUATI Mohammed	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
124	MARGAD Omar	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
125	KADDOURI Said	P.E.S	Médecine interne
126	ZEMRAOUI Nadir	P.E.S	Néphrologie
127	EL KHADER Ahmed	P.E.S	Chirurgie générale
128	LAKOUICHMI Mohammed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
129	DAROUASSI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
130	BENJELLOUN HARZIMI Amine	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
131	FAKHRI Anass	P.E.S	Histologie-embyologie cytogénétique
132	SALAMA Tarik	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
133	CHRAA Mohamed	P.E.S	Physiologie
134	ZARROUKI Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
135	AIT BATAHAR Salma	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
136	ADARMOUCH Latifa	P.E.S	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
137	BELBACHIR Anass	P.E.S	Anatomie pathologique
138	HAZMIRI Fatima Ezzahra	P.E.S	Histologie-embyologie cytogénétique

139	EL KAMOUNI Youssef	P.E.S	Microbiologie-virologie
140	SERGHINI Issam	P.E.S	Anesthésie-réanimation
141	EL MEZOUARI El Mostafa	P.E.S	Parasitologie mycologie
142	ABIR Badreddine	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
143	GHAZI Mirieme	P.E.S	Rhumatologie
144	ZIDANE Moulay Abdelfettah	P.E.S	Chirurgie thoracique

145	LAHKIM Mohammed	P.E.S	Chirurgie générale
146	MOUHSINE Abdelilah	P.E.S	Radiologie
147	TOURABI Khalid	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
148	BELHADJ Ayoub	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
149	BOUZERDA Abdelmajid	Pr Ag	Cardiologie
150	ARABI Hafid	Pr Ag	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle
151	ARSALANE Adil	Pr Ag	Chirurgie thoracique
152	SEDDIKI Rachid	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
153	ABDELFETTAH Youness	Pr Ag	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle
154	REBAHI Houssam	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
155	BENNAOUI Fatiha	Pr Ag	Pédiatrie
156	ZOUIZRA Zahira	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
157	SEBBANI Majda	Pr Ag	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiene)
158	ABDOU Abdessamad	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
159	HAMMOUNE Nabil	Pr Ag	Radiologie
160	ESSADI Ismail	Pr Ag	Oncologie médicale
161	MESSAOUDI Redouane	Pr Ag	Ophtalmologie
162	ALJALIL Abdelfattah	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
163	LAFFINTI Mahmoud Amine	Pr Ag	Psychiatrie
164	RHARRASSI Issam	Pr Ag	Anatomie-pathologique
165	ASSERRAJI Mohammed	Pr Ag	Néphrologie
166	JANAH Hicham	Pr Ag	Pneumo-phtisiologie
167	NASSIM SABAH Taoufik	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
168	ELBAZ Meriem	Pr Ag	Pédiatrie

169	BELGHMAIDI Sarah	Pr Ag	Ophtalmologie
-----	------------------	-------	---------------

170	FENANE Hicham	Pr Ag	Chirurgie thoracique
171	GEBRATI Lhoucine	MC Hab	Chimie
172	FDIL Naima	MC Hab	Chimie de coordination bio-organique
173	LOQMAN Souad	MC Hab	Microbiologie et toxicologie environnementale
174	BAALLAL Hassan	Pr Ag	Neurochirurgie
175	BELFQUIH Hatim	Pr Ag	Neurochirurgie
176	AKKA Rachid	Pr Ag	Gastro-entérologie
177	BABA Hicham	Pr Ag	Chirurgie générale
178	MAOUJOUD Omar	Pr Ag	Néphrologie
179	SIRBOU Rachid	Pr Ag	Médecine d'urgence et de catastrophe
180	EL FILALI Oualid	Pr Ag	Chirurgie Vasculaire périphérique
181	EL- AKHIRI Mohammed	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
182	HAJJI Fouad	Pr Ag	Urologie
183	OUMERZOUK Jawad	Pr Ag	Neurologie
184	JALLAL Hamid	Pr Ag	Cardiologie
185	ZBITOU Mohamed Anas	Pr Ag	Cardiologie
186	RAISSI Abderrahim	Pr Ag	Hématologie clinique
187	BELLASRI Salah	Pr Ag	Radiologie
188	DAMI Abdallah	Pr Ag	Médecine Légale
189	AZIZ Zakaria	Pr Ag	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
190	ELOUARDI Youssef	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
191	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Pr Ag	Hématologie clinique
192	EL FAKIRI Karima	Pr Ag	Pédiatrie
193	NASSIH Houda	Pr Ag	Pédiatrie
194	LAHMINI Widad	Pr Ag	Pédiatrie
195	BENANTAR Lamia	Pr Ag	Neurochirurgie
196	EL FADLI Mohammed	Pr Ag	Oncologie médicale

197	AIT ERRAMI Adil	Pr Ag	Gastro-entérologie
198	CHETTATTI Mariam	Pr Ag	Néphrologie
199	SAYAGH Sanae	Pr Ag	Hématologie

200	BOUTAKIOUTE Badr	Pr Ag	Radiologie
201	CHAHBI Zakaria	Pr Ag	Maladies infectieuses
202	ACHKOUN Abdessalam	Pr Ag	Anatomie
203	DARFAOUI Mouna	Pr Ag	Radiothérapie
204	EL-QADIRY Rabiy	Pr Ag	Pédiatrie
205	ELJAMILI Mohammed	Pr Ag	Cardiologie
206	HAMRI Asma	Pr Ag	Chirurgie Générale
207	EL HAKKOUNI Awatif	Pr Ag	Parasitologie mycologie
208	ELATIQI Oumkeltoum	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique
209	BENZALIM Meriam	Pr Ag	Radiologie
210	ABOULMAKARIM Siham	Pr Ass	Biochimie
211	LAMRANI HANCHI Asmae	Pr Ag	Microbiologie-virologie
212	HAJHOUJI Farouk	Pr Ag	Neurochirurgie
213	EL KHASSOUI Amine	Pr Ag	Chirurgie pédiatrique
214	MEFTAH Azzelarab	Pr Ag	Endocrinologie et maladies métaboliques
215	DOUIREK Fouzia	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
216	BELARBI Marouane	Pr Ass	Néphrologie
217	AMINE Abdellah	Pr Ass	Cardiologie
218	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ass	Cardiologie
219	WARDA Karima	MC	Microbiologie
220	EL AMIRI My Ahmed	MC	Chimie de Coordination bio-organique
221	ROUKHSI Redouane	Pr Ass	Radiologie
222	EL GAMRANI Younes	Pr Ass	Gastro-entérologie

223	ARROB Adil	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
224	SALLAHI Hicham	Pr Ass	Traumatologie-orthopédie
225	SBAAI Mohammed	Pr Ass	Parasitologie-mycologie
226	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Pr Ass	Chirurgie générale
227	BENCHAFAI Ilias	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
228	EL JADI Hamza	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
229	SLIOUI Badr	Pr Ass	Radiologie
230	AZAMI Mohamed Amine	Pr Ass	Anatomie pathologique

231	YAHYAOUI Hicham	Pr Ass	Hématologie
232	ABALLA Najoua	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
233	MOUGUI Ahmed	Pr Ass	Rhumatologie
234	SAHRAOUI Houssam Eddine	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
235	AABBASSI Bouchra	Pr Ass	Pédopsychiatrie
236	SBAI Asma	MC	Informatique
237	HAZIME Raja	Pr Ass	Immunologie
238	CHEGGOUR Mouna	MC	Biochimie
239	RHEZALI Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
240	ZOUTIA Btissam	Pr Ass	Radiologie
241	MOULINE Souhail	Pr Ass	Microbiologie-virologie
242	AZIZI Mounia	Pr Ass	Néphrologie
243	BENYASS Youssef	Pr Ass	Traumato-orthopédie
244	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ass	Dermatologie
245	YANISSE Siham	Pr Ass	Pharmacie galénique
246	DOULHOUSNE Hassan	Pr Ass	Radiologie
247	KHALLIKANE Said	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
248	BENAMEUR Yassir	Pr Ass	Médecine nucléaire
249	ZIRAOUI Oualid	Pr Ass	Chimie thérapeutique

250	IDALENE Malika	Pr Ass	Maladies infectieuses
251	LACHHAB Zineb	Pr Ass	Pharmacognosie
252	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ass	Dermatologie
253	AHBALA Tariq	Pr Ass	Chirurgie générale
254	LALAOUI Abdessamad	Pr Ass	Pédiatrie
255	ESSAFTI Meryem	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
256	RACHIDI Hind	Pr Ass	Anatomie pathologique
257	FIKRI Oussama	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
258	EL HAMDAOUI Omar	Pr Ass	Toxicologie
259	EL HAJJAMI Ayoub	Pr Ass	Radiologie
260	BOUMEDIANE El Mehdi	Pr Ass	Traumato-orthopédie
261	RAFI Sana	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques

262	JEBRANE Ilham	Pr Ass	Pharmacologie
263	LAKHDAR Youssef	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
264	LGHABI Majida	Pr Ass	Médecine du Travail
265	AIT LHAJ El Houssaine	Pr Ass	Ophtalmologie
266	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	Pr Ass	Chirurgie générale
267	EL MOUHAFID Faisal	Pr Ass	Chirurgie générale
268	AHMANNA Hussein-choukri	Pr Ass	Radiologie
269	AIT M'BAREK Yassine	Pr Ass	Neurochirurgie
270	ELMASRIOUI Joumana	Pr Ass	Physiologie
271	FOURA Salma	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
272	LASRI Najat	Pr Ass	Hématologie clinique
273	BOUKTIB Youssef	Pr Ass	Radiologie
274	MOUROUTH Hanane	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
275	BOUZID Fatima zahrae	Pr Ass	Génétique
276	MRHAR Soumia	Pr Ass	Pédiatrie

277	QUIDDI Wafa	Pr Ass	Hématologie
278	BEN HOUMICH Taoufik	Pr Ass	Microbiologie-virologie
279	FETOUI Imane	Pr Ass	Pédiatrie
280	FATH EL KHIR Yassine	Pr Ass	Traumato-orthopédie
281	NASSIRI Mohamed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
282	AIT-DRISS Wiam	Pr Ass	Maladies infectieuses
283	AIT YAHYA Abdelkarim	Pr Ass	Cardiologie
284	DIANI Abdelwahed	Pr Ass	Radiologie
285	AIT BELAID Wafae	Pr Ass	Chirurgie générale
286	ZTATI Mohamed	Pr Ass	Cardiologie
287	HAMOUCHE Nabil	Pr Ass	Néphrologie
288	ELMARDOULI Mouhcine	Pr Ass	Chirurgie Cardio-vasculaire
289	BENNIS Lamiae	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
290	BENDAOUD Layla	Pr Ass	Dermatologie
291	HABBAB Adil	Pr Ass	Chirurgie générale
292	CHATAR Achraf	Pr Ass	Urologie

293	OUMGHAR Nezha	Pr Ass	Biophysique
294	HOUMAID Hanane	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
295	YOUSFI Jaouad	Pr Ass	Gériatrie
296	NACIR Oussama	Pr Ass	Gastro-entérologie
297	BABACHEIKH Safia	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
298	ABDOURAFIQ Hasna	Pr Ass	Anatomie
299	TAMOUR Hicham	Pr Ass	Anatomie
300	IRAQI HOSSAINI Kawtar	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
301	EL FAHIRI Fatima Zahrae	Pr Ass	Psychiatrie
302	BOUKIND Samira	Pr Ass	Anatomie

303	LOUKHNATI Mehdi	Pr Ass	Hématologie clinique
304	ZAHROU Farid	Pr Ass	Neurochirurgie
305	MAAROUFI Fathillah Elkarim	Pr Ass	Chirurgie générale
306	EL MOUSSAOUI Soufiane	Pr Ass	Pédiatrie
307	BARKICHE Samir	Pr Ass	Radiothérapie
308	ABI EL AALA Khalid	Pr Ass	Pédiatrie
309	AFANI Leila	Pr Ass	Oncologie médicale
310	EL MOULOUA Ahmed	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
311	LAGRINE Mariam	Pr Ass	Pédiatrie
312	OULGHOUL Omar	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
313	AMOCH Abdelaziz	Pr Ass	Urologie
314	ZAHLAN Safaa	Pr Ass	Neurologie
315	EL MAHFOUDI Aziz	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
316	CHEHBOUNI Mohamed	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
317	LAIRANI Fatima ezzahra	Pr Ass	Gastro-entérologie
318	SAADI Khadija	Pr Ass	Pédiatrie
319	DAFIR Kenza	Pr Ass	Génétique
320	CHERKAOUI RHAZOUANI Oussama	Pr Ass	Neurologie
321	ABAINU Lahoussaine	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
322	BENCHANNA Rachid	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
323	TITOU Hicham	Pr Ass	Dermatologie

324	EL GHOUl Naoufal	Pr Ass	Traumato-orthopédie
325	BAHI Mohammed	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
326	RAITEB Mohammed	Pr Ass	Maladies infectieuses
327	DREF Maria	Pr Ass	Anatomie pathologique
328	ENNACIRI Zainab	Pr Ass	Psychiatrie

329	BOUSSAIDANE Mohammed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
330	JENDOUZI Omar	Pr Ass	Urologie
331	MANSOURI Maria	Pr Ass	Génétique
332	ERRIFAIY Hayate	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
333	BOUKOUB Naila	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
334	OUACHAOU Jamal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
335	EL FARGANI Rania	Pr Ass	Maladies infectieuses
336	IJIM Mohamed	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
337	AKANOUR Adil	Pr Ass	Psychiatrie
338	ELHANAFI Fatima Ezzohra	Pr Ass	Pédiatrie
339	MERBOUH Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
340	BOUROUMANE Mohamed Rida	Pr Ass	Anatomie
341	IJDAA Sara	Pr Ass	Endocrinologieet maladies métaboliques
342	GHARBI Khalid	Pr Ass	Gastro-entérologie
343	ATBIB Yassine	Pr Ass	Pharmacie clinique

LISTE ARRETEE LE 24/07/2024



DÉDICACES

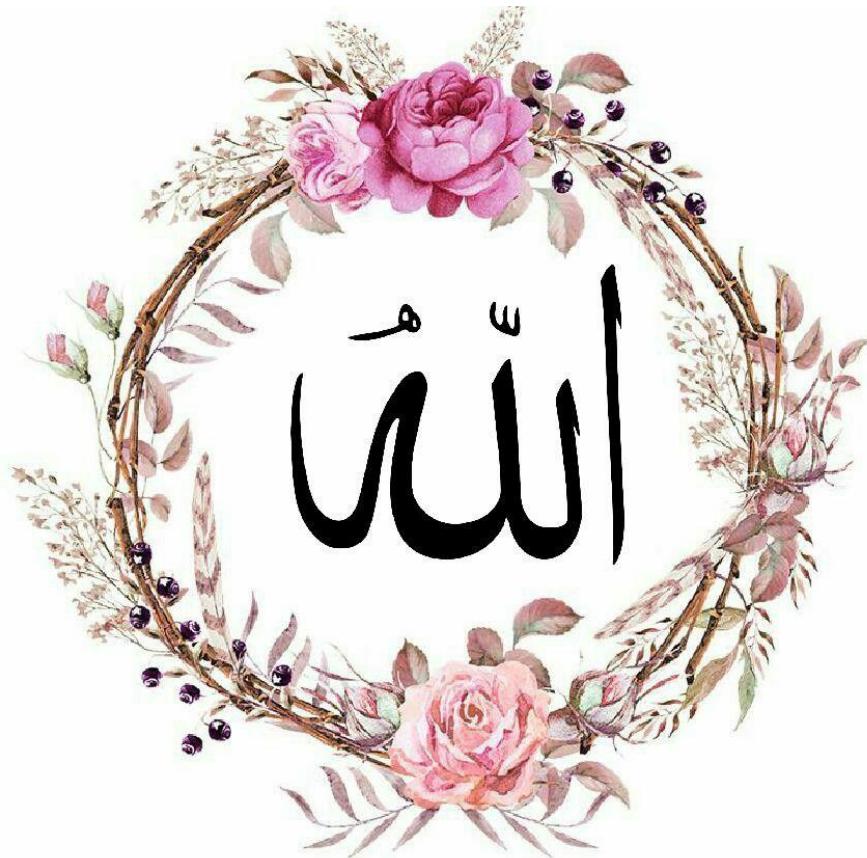
« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »

Marcel Proust

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



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



À Allah

Le tout puissant, clément et miséricordieux qui a illuminé ma voie, qui m'a inspiré et guidé dans le bon chemin, qui a facilité mes épreuves, qui a apaisé mon âme aux moments les plus difficiles, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu, je te dois ce que je suis devenue. Je te remercie et je te prie de m'aider à accomplir mon métier de médecin avec conscience et dignité.

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتَّهَمُ الصَّالِحَاتُ"

وَكَانَ فَضْلُ اللّٰهِ عَظِيْمًا

A te, il più meraviglioso dei papà

Papà, sei sempre stato molto più di un padre per me; sei stato il mio pilastro, la mia luce nei momenti di incertezza e la mia più grande fonte di conforto. Mi hai sempre detto di non preoccuparmi di nulla, che dovevo concentrarmi sui miei studi, e tu sei dedicato con anima e corpo a mantenere quella promessa. Anche oggi rimani fedele alle tue parole, e sono piena di gratitudine per tutto ciò che hai fatto per me.

Hai reso i giorni più difficili della mia vita infinitamente più leggeri grazie alla tua presenza rassicurante, al tuo amore incondizionato e alla tua capacità di trattarmi come una vera principessa. Mi hai sempre dato fiducia, e questa fiducia è stata la mia forza più grande, incoraggiandomi a dare il meglio di me stessa. Questa tesi, papà, è per te, per onorare la promessa che ti ho fatto e che sono orgogliosa di aver mantenuto.

Hai mantenuto le tue promesse con tanta determinazione e amore, e oggi ti rendo fiero, perché è grazie a te se sono qui, a realizzare questo sogno. Ti voglio bene più di ogni altra cosa, papà, e ti dedico questo traguardo con infinita gratitudine e rispetto. Sei e sarai sempre il mio eroe.

إلى أمي الحبيبة

أنتِ بداية قصتي، ونهايتها، ومعنى كل لحظة بينهما

أنتِ الحلم الذي تحقق فيه أمالِي، والسر الذي يحيا في كل نبضة من قلبي. أمي، لا تكفي الكلمات لوصف مكاننا في حياتي، فكل حرف من حروفك يحمل معاني لا تُحصى، وكل لحظة قضيتها بجانبك هي دربٌ من النور ينير عالمي

منذ أول لحظة رأت فيها عينيك الحياة، كان قلبك هو مأوي، وكان صوتك هو الطمأنينة التي أبحث عنها في كل مكان. علمتني أن القوة لا تعني القسوة، وأن الصبر ليس مجرد انتظار، بل هو إيمان كامل بأن كل شيء في مكانه الصحيح. كنتِ ملاذِي في جميع الظروف، في السعادة والحزن، في الأمل والقلق، لم تتركي يدي يوماً، بل كنتِ دائماً معي، تتسللين إلى روحي بحبك العميق الذي لا يتغير

أمي، هذه الأطروحة التي بين يديك ليست مجرد بحث علمي أو إنجاز أكاديمي، بل هي شهادة حية على كل لحظة تضحين فيها من أجلِي، على كل ليلة سهرت فيها على راحتِي، على كل كلمة طيبة نطقت بها لطمئني قلبي. في كل خطوة قطعتها، كان حبك هو الحافز، وفي كل فشل مررته به، كان إيمانك بي هو السند الذي أستند إليه إذا كانت الحياة رحلة، فأنتِ المحطة الأولى والأخيرة، أنتِ مصدر قوتي، مصدر إلهامي، ومنبع حبي. في كل إنجاز حققته، كان جزء منكِ هناك، في كل خطوة أخذتها، كنتِ خلفي، ترفعيني وتحمليني بثقلكِ وحبكِ

أمي، هذه الأطروحة ليست فقط نتيجة اجتهادي، بل هي ثمرة تضحياتكِ، وعطاءاتكِ اللامحدودة. في كل كلمة، في كل صفحة، في كل فكرة، هناك جزء منكِ. فقد كنتِ دائماً تحفزيني على تجاوز المستحيل، وتؤمنين بي حينما كنتِ أحتج لإيمان في نفسي

أنتِ كل شيء بالنسبة لي، فيكِ تكمن كل معاني الحياة. أنتِ لا تُمثلين لي أمّاً فقط، بل أنتِ الحياة نفسها، الأمل الذي لا ينتهي، والنور الذي ينير كل ظلمة قد تمر بحياتي.

أمي الحبيبة، لو استطعت أن أهديكِ هذا العالم بأسره، لما وفى ذلك حقكِ

أنتِ أكثر من كلمة، أنتِ أكثر من مشاعر، أنتِ الجزء الذي لا يتجزأ من روحي. حبكِ هو الأساس الذي بنيت عليه كل شيء في حياتي، وأنا ممتنة لكِ حتى آخر نفس في حياتي

أنتِ نور عيوني، وأغلى ما في حياتي، ولن أتمكن أبداً من رد جزء من جميلكِ



À toi, Alí

Je me considère comme une personne incroyablement chanceuse d'avoir un frère comme toi. Depuis que nous étions petits, tu as toujours été là pour moi, à chaque étape, dans les moments heureux comme dans les plus difficiles. Tu as investi tellement d'efforts pour moi, toujours prêt à me guider, à m'écouter, et à me soutenir, sans jamais hésiter. Ton amour et ton soutien inconditionnels sont des trésors que je porte dans mon cœur.

Les discussions sérieuses où tu m'as éclairée de ta sagesse, mais aussi ces instants plus légers, où nous avons ri de tout et de rien, resteront gravés dans ma mémoire. Ces moments partagés, nos petits secrets et nos confidences, ont renforcé notre lien, et je suis infiniment reconnaissante d'avoir un frère avec qui je peux tout partager, sans crainte, en toute confiance.

Tu n'es pas seulement mon frère, tu es mon modèle, mon allié, et mon ami. Ta bienveillance et ton amour ont forgé la personne que je suis aujourd'hui. Il n'y a pas de mots assez forts pour exprimer à quel point je t'aime et à quel point tu es important pour moi.

Merci d'être ce frère exceptionnel, d'être toujours présent, d'être toi. Tu es une partie essentielle de ma vie, et je te serai éternellement reconnaissante pour tout ce que tu fais pour moi.

À toi, Youness

Il n'existe pas de mots assez puissants pour exprimer la place que tu occupes dans ma vie. À toi, qui as toujours cru en moi, parfois bien plus que je ne croyais en moi-même.

Tu es celui qui porte sur ses épaules la sérénité de la maison, celui qui, par un simple geste ou un mot, apaise nos craintes et réchauffe nos coeurs. Ta présence est une lumière, un repère, une force sur laquelle nous nous appuyons tous.

Merci d'être cet homme exceptionnel, ce frère attentionné et aimant. Je suis fière de t'avoir dans ma vie, et reconnaissante pour tout ce que tu es et tout ce que tu fais pour moi et pour nous tous. Cette thèse, bien plus qu'un accomplissement personnel, est le reflet de tout ce que ton soutien et ton amour m'ont permis de réaliser.

Puisse-t-elle être un humble témoignage de la gratitude et de l'amour que je te porte.

À ma petite, Hind

Tu es, et tu resteras toujours, ma petite, peu importe le temps qui passe ou les chemins que nous emprunterons. Ton innocence, ta douceur et ta lumière sont des trésors qui illuminent ma vie. Je garde précieusement dans mon cœur ces moments où notre chambre résonnait de nos fous rires, ces instants de folie et de complicité qui n'appartiennent qu'à nous.

Je te dédie ce travail avec tout l'amour et l'admiration que je ressens pour toi, et je te souhaite un immense courage dans ton propre parcours.

Un jour, j'attends avec impatience de lire ta dédicace dans ton propre travail, et sache que je serai toujours là pour toi, dans chaque étape, pour te soutenir, t'encourager, et partager avec toi chaque réussite et chaque rêve réalisé.

Avec tout mon amour et ma fierté infinie.

À la mémoire de ma chère grand-mère, Lalla Zahya

Toi qui nous entourais de ton amour, comme si nous étions un petit groupe d'âmes protégées sous la chaleur de tes ailes. Ta maison, imprégnée de ton parfum unique, reste gravée dans ma mémoire comme un refuge où tout semblait plus doux, plus simple. Chaque pièce, chaque objet, murmure encore ton nom et raconte des histoires empreintes de ton amour.

Aujourd'hui, chaque fois que je passe près de cette route qui mène à ton refuge, les larmes me montent aux yeux. Ce chemin semble m'appeler, comme si ton sourire m'y attendait encore. Ton absence pèse, mais ton souvenir me réchauffe.

Grand-mère, je regarde souvent le ciel en me demandant si, de ton paradis, tu veilles sur moi. J'espère de tout cœur que tu es fière de ce que je suis devenu, que mes réussites honorent tout l'amour et les leçons que tu m'as transmises.

Aujourd'hui, ton absence est une douleur, mais aussi une force. Chaque choix, chaque réussite, chaque pas que je fais, je les fais en pensant à toi, en portant en moi l'héritage de ton amour et de ta bienveillance.

Je te dédie cette thèse, car elle porte aussi en elle une part de toi. Elle est le fruit de tes encouragements, de ton inspiration, de tout ce que tu as semé en moi avec patience et tendresse.

Grand-mère, tu restes mon étoile, celle qui brille même dans les nuits les plus sombres. Tu es et seras toujours dans mon cœur, dans mes pensées, et dans chacune de mes prières.

À Mohamed

Bien que tu sois aujourd'hui à des milliers de kilomètres, sache que tu restes toujours tout près de mon cœur. Ton soutien inconditionnel, ta disponibilité sans faille et ta générosité resteront gravés en moi pour toujours.

Je n'oublierai jamais ces leçons de mathématiques, patiemment expliquées avec cette clarté et cette passion qui te caractérisent. Tu as toujours été là, prêt à aider, avec une gentillesse et une servabilité rares.

J'aurais tant aimé que tu sois à mes côtés pour partager ce moment unique. Je sais, au fond de moi, que tu aurais été fier de moi, tout comme je suis fière d'avoir un cousin aussi exceptionnel que toi. Puisses-tu sentir à travers cette dédicace tout l'amour, la gratitude et l'admiration que je te porte. Merci pour tout ce que tu es et pour tout ce que tu as fait pour moi.

À mon oncle Salah, ma douce tante Fatima, mes cousines et cousin

Vous avez toujours été bien plus que de simples membres de la famille. Vous avez été des modèles, des conseillers et des sources de réconfort, présents à chaque étape de ma vie. Par votre générosité, votre bienveillance et vos conseils avisés, vous avez contribué à façonner la personne que je suis aujourd'hui.

Chacun de vous a apporté quelque chose d'unique à mon parcours, que ce soit par des éclats de rire partagés, des moments de soutien ou des leçons de vie précieuses. Vous avez toujours su être là dans les moments de joie comme dans les épreuves, et votre amour constant m'a permis de surmonter bien des défis. Cette thèse est aussi une façon de vous rendre hommage, de vous remercier pour tout ce que vous m'avez offert. Vous êtes des piliers dans ma vie, et je vous porte dans mon cœur avec une gratitude infinie.

Merci d'être présents, d'être vous, et de faire partie de cette belle aventure familiale.

À tous les membres de la famille HANNIOUI, petits et grands

Je vous remercie pour vos encouragements et votre soutien tout au long de mon parcours. Je vous dédie ce travail tout en vous souhaitant une vie meilleure pleine de bonheur, de prospérité, et de réussite.

À ma moitié éternelle, Khaoula

Il y a des rencontres qui changent une vie, et la nôtre en est une. Depuis ce jour en troisième année primaire où nos chemins se sont croisés, tu es devenue une partie de moi, une extension de mon cœur, une lumière constante dans ma vie, mon âme sœur tout simplement.

Tu es la seule personne avec qui je peux être totalement moi-même, sans crainte, sans retenue. Près de toi, mon cœur se calme, mon esprit s'apaise, et je ressens cette sécurité rare, ce refuge précieux que seule ta présence peut m'offrir.

Nous partageons bien plus qu'une amitié, nous partageons une connexion inexplicable, un lien si profond que personne ne pourra jamais comprendre. Avec toi, les mots ne sont même plus nécessaires ; un regard suffit, un sourire éclaire tout, et le silence devient complice.

Tu es mon pilier quand tout vacille, ma boussole dans les tourments, et la lueur qui éclaire mes ténèbres. Ton soutien indéfectible, ta douceur infinie et ton amour constant ont jalonné chaque étape de mon chemin. Sans toi, rien n'aurait été pareil, car tu es ce joyau unique, cette âme précieuse qui, par sa simple présence, transforme tout en magie.

Cette dédicace, je te l'offre avec tout l'amour et la reconnaissance que mes mots ne pourront jamais exprimer pleinement. Merci pour tout ce que tu es, pour tout ce que tu m'apportes, et pour ce lien unique que nous partageons.

Tu es et resteras toujours ma moitié, mon pilier, et la plus belle rencontre de ma vie.

Avec tout mon amour, pour toujours.

À la plus douce, Souha

Tu es l'un des plus beaux cadeaux que cette ville m'a offerte, une âme rare et précieuse qui a su illuminer ma vie par ta présence. Je ne pourrai jamais oublier tous les moments où tu étais là pour moi, où tu m'as soutenue avec une bienveillance infinie, même dans mes folies les plus improbables. Tu ne m'as jamais dit non, et pour cela, je te serai éternellement reconnaissante.

Ta gentillesse, ton écoute, et ton dévouement font de toi une amie exceptionnelle. Et comment ne pas mentionner ton talent extraordinaire au piano ? Tu es, sans aucun doute, la plus talentueuse des pianistes, et ton art est le reflet de la beauté de ton âme.

Merci pour tout, pour ces rires partagés, ces discussions profondes, et surtout pour être cette personne incroyable sur laquelle je peux toujours compter. Sache que tu auras toujours une place unique dans mon cœur.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

À Youssra

Chaque souvenir que nous avons partagé est un éclat de joie gravé dans ma mémoire. Avec toi, les jours ordinaires se sont transformés en instants extraordinaires, et les folies que nous avons vécues ensemble resteront à jamais des chapitres précieux de mon histoire.

Tu as ce don unique de rendre la vie plus douce, plus joyeuse, et surtout de transformer chaque instant en une parenthèse de douceur, de joie et de souvenirs impérissables.

Merci d'être cette personne exceptionnelle, ce rayon de soleil dans mon univers. Que cette dédicace soit un modeste reflet de l'affection immense que je te porte.

À Ayoub

Je te dédie ces mots en souvenir de tout ce que nous avons partagé, des instants qui resteront gravés à jamais dans mon cœur. Je n'oublierai jamais nos discussions profondes qui refaisaient le monde, nos gardes ensemble, ces éclats de rire qui illuminaient même les jours les plus sombres.

Je repense avec tendresse à ces moments où nous parlions de nos rêves, de nos projets et de nos folles ambitions. À chaque moment difficile, il suffisait que nous soyons ensemble pour transformer les mauvais jours en beaux souvenirs, uniques et irremplaçables. Ta présence dans ma vie est un trésor que je chérис, un pilier de force, et une source d'inspiration. Merci pour ton soutien, ton écoute, et cette amitié si rare et précieuse.

À Mohamed

À toi, qui as été bien plus qu'une personne extraordinaire, une âme qui comprend la mienne sans avoir besoin de mots. Dans les moments de doute comme dans les instants de joie, tu as su être cette lumière rassurante qui éclaire mon chemin.

Avec toi, chaque instant est marqué par une paisibilité unique, et ton amitié, si sincère et authentique, est une source inestimable de réconfort et de joie. Ce lien que nous partageons est pour moi un trésor, une force qui m'a accompagnée tout au long de cette aventure. Je te remercie de tout cœur pour ta présence infaillible et ton soutien indéfectible, et je t'adresse ici tout mon amour.

Merci d'être celui avec qui chaque difficulté devient plus légère et chaque étape, un peu plus belle.

À Imad

Il est difficile de mettre en mots tout ce que ton amitié représente pour moi. Tu as été là dans chaque étape de ce parcours, portant mes doutes, apaisant mes peurs, et célébrant mes petites victoires comme si elles étaient les tiennes. Ton soutien a été une ancre dans les moments de tempête et une lumière dans les jours d'incertitude.

Ta générosité, ta loyauté, et ta façon naturelle de donner sans attendre en retour font de toi une personne qui marque une vie.

Merci pour ton soutien indéfectible et pour tout ce que tu es. Ton amitié est un cadeau, et je suis fière) de pouvoir la compter parmi les choses les plus précieuses de ma vie.

À mes amis et collègues : Safae, Ilham, Ahmed, Mouad, Issam, Meriem, Kenza, Amine, Ichrak, Loay, Chadí, Chaïmae, Oussama
Ce travail est le résultat d'efforts personnels, mais il ne serait pas complet sans reconnaître que votre soutien, même discret, a fait partie de ce chemin. Merci pour les échanges, les discussions, et la manière dont chacun de vous, à sa manière, a contribué à mon épanouissement et à la réalisation de ce travail.

Cette thèse vous est dédiée, en reconnaissance de votre influence, et de l'impact que vous avez eu, chacun à sa façon, dans mon parcours.

À moi-même

Pour avoir persévétré, même lorsque le doute m'envahissait. Pour avoir cru en mes rêves, même lorsque le chemin semblait obscur et semé d'embûches. Pour chaque sacrifice consenti, chaque effort fourni, et chaque pas courageux fait en avant, malgré les défis. Cette thèse est le reflet de ma détermination, de ma force intérieure et de ma passion profonde.

Aujourd'hui, je me rends hommage, non pas simplement pour l'étape franchie, mais pour le courage d'avoir poursuivi ce voyage jusqu'au bout. Pour avoir trouvé la force de me relever après chaque épreuve, d'affronter mes peurs avec dignité, et de continuer à avancer avec foi et espoir, malgré tout.

Cette réussite est le fruit de mon travail, de mes rêves et de ma résilience. Et aujourd'hui, je suis fière de moi, de ce que j'ai accompli, et de la personne que je suis devenue.

À moi, pour chaque rêve concrétisé, chaque défi surmonté, et pour ne jamais avoir baissé les bras.

À tous ceux que j'ai involontairement omis de citer, toutes les personnes avec qui j'ai grandi et auprès de qui je me suis construite. Merci !



REMERCIEMENTS



A notre maître et président du jury de thèse
Monsieur le professeur AIT BENALI Saïd
Professeur de Neurochirurgie.

C'est un immense honneur de vous compter parmi nos juges. Nous vous exprimons notre profonde gratitude pour avoir accepté, avec tant de bienveillance, de présider cette instance.

Tout au long de notre parcours, nous avons pu admirer vos grandes qualités humaines et professionnelles, ainsi que la richesse et la clarté de vos connaissances, qui font de vous un maître respecté et estimé de tous.

Veuillez agréer, cher maître, l'expression de notre profond respect et de notre sincère considération.

A notre maître et rapporteur de thèse
Monsieur le professeur LAGHMARI Mehdi
Professeur de Neurochirurgie.

C'est avec un grand plaisir que je me suis adressée à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement et j'étais très touchée par l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de me confier ce travail. Merci de m'avoir guidée tout au long de ce travail. Merci pour l'accueil aimable et bienveillant que vous m'avez réservé à chaque fois. Veuillez accepter, cher maître, dans ce travail l'assurance de mon estime et de mon profond respect. Vos qualités humaines et professionnelles jointes à votre compétence et votre dévouement pour votre profession seront pour moi un exemple à suivre dans l'exercice de cette honorable mission.

Puisse DIEU le tout puissant vous accorder bonne santé, prospérité et bonheur.

A notre maître et juge de thèse
Monsieur le professeur HAJHOUJI Farouk
Professeur de Neurochirurgie

L'accueil que vous nous avez réservé et la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans ce jury nous sont allés droit au cœur. Vous m'avez toujours accueilli avec bienveillance et sympathie. Votre rigueur dans le travail, votre disponibilité, votre gentillesse et votre conscience professionnelle font de vous un praticien exemplaire. Permettez-moi, de vous adresser ici mes sincères remerciements.



Abréviations :

Liste des Abréviations :

- **AG** : Anesthésie générale
- **ART** : Angulation Régionale Traumatique
- **ASIA** : American Spinal Cord Injury Association (Association américaine des lésions médullaires)
- **AVP** : Accident de la voie publique
- **CHU** : Centre Hospitalier et Universitaire
- **CR** : Cyphose Régionale
- **CV** : Cyphose Vertébrale
- **IRM** : Imagerie Par Résonance Magnétique
- **NMDA** : N-methyl-D-Aspartate
- **RX** : Radiographie
- **TDM** : Tomodensitométrie
- **TLICSS** : The Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (Classification des lésions thoraco-lombaires et leur score de gravité)
- **TTT** : Traitement
- **PMMA** : Polyméthacrylate de méthyle



LISTE DES FIGURES

Liste des figures :

- Figure 1 : Répartition annuelle allant de 2021 à 2023
- Figure 2 : Répartition selon la fréquence par mois
- Figure 3 : Répartition des patients selon le sexe
- Figure 4 : Répartition des patients selon l'âge
- Figure 5 : Répartition géographique
- Figure 6 : Circonstances des traumatismes du rachis
- Figure 7 : Répartition selon le mode d'admission
- Figure 8 : Répartition selon la localisation du syndrome rachidien
- Figure 9 : Méthode de mesure de déformation vertébrale
- Figure 10 : TDM préopératoire en coupe sagittale et fenêtre osseuse du rachis lombo-sacré montrant une fracture tassemement communitive de grade II de L1 avec discret recul du mur vertébral postérieur et une fracture tassemement de grade I de L2 sans recul du mur postérieur
- Figure 11 : TDM préopératoire en coupe sagittale et fenêtre osseuse du rachis lombo-sacré montrant une fracture tassemement cunéiforme degré 3 avec communication du corps vertébral de L2 avec discret recul du mur postérieur
- Figure 12 : Répartition selon le niveau du traumatisme
- Figure 13 : Répartition selon le mécanisme de la lésion
- Figure 14 : Nombre de vertèbre atteinte par traumatisme
- Figure 15 : Répartition selon le niveau de fracture
- Figure 16 : Répartition selon la classification Magerl
- Figure 17 : Répartition selon la classification AO Spine
- Figure 18 : IRM lombaire préopératoire en coupes sagittales en séquence T1 et T2 et en coupe axiale en séquence T2 centrée sur L2 montrant une fracture tassemement du plateau supérieur de L2 sans œdème spongieux vertébral avec discret recul du mur postérieur
- Figure 19 : Délai entre la survenue du traumatisme et l'intervention chirurgicale
- Figure 20 : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court de fracture L1
- Figure 21 : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court L1-L3
- Figure 22 : A gauche : IRM lombaire en séquence T2 montrant une fracture tassemement par impaction du plateau supérieur de L1, sans recul du mur postérieur.
- A droite : Radiographie standard du rachis lombaire face et profil en post opératoire après fixation du matériel d'ostéosynthèse.
- Figure 23 : A gauche : IRM lombaire en séquence STIR montrant un tassemement du plateau supérieur de L2, sans œdème du spongieux vertébral avec discret recul du mur postérieur.

- A droite : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court associée à une kyphoplastie de L2
- Figure 24 : A gauche : IRM lombaire en séquence T2 montrant une fracture tassement par impaction du plateau supérieur de L1, avec œdème du spongieux vertébral étendu au pédicule s'associant à un bombement du mur postérieur.
- A droite : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court D12-L2
- Figure 25: Rachis vue antérieure, postérieure et de profil
- Figure 26 : 1-corps vertébral 2-foramen vertébral 3-9-arc postérieur
- Figure 27: Arc postérieur
- Figure 28 : Vertèbre type et trou vertébral
- Figure 29 : Vertèbre dorsale type vue de haut et de profil
- Figure 30 : Vertèbre lombaire type vue supérieure et latéral
- Figure 31 : Système articulaire dorso-lombaire
- Figure 32 : Coupe transversale de la charnière dorso-lombaire à hauteur de L1
- Figure 33 : Muscles du groupe postérieur
- Figure 34 : Vue antérolatérale de la région dorsolombaire
- Figure 35 : Coupe transversale des structures intracanalaires du rachis dorsal
- Figure 36: Arborescence artérielle métamérique spino-médullaire
- Figure 37 : Arborescence veineuse métamérique spino-médullaire
- Figure 38 : Vue postérieure *in situ* de la moelle et des racines spinales
- Figure 39 : Différentes courbures du rachis
- Figure 40: Mouvement flexion-extension du rachis
- Figure 41: Mouvements flexion-extension et rotation du rachis
- Figure 42 : Fracture tassement vertébral
- Figure 43 : Fracture éclatement vertébral
- Figure 44 : Lésions de flexion-distraction
- Figure 45 : Lésions du rachis par rotation
- Figure 46 : La contusion médullaire et son évolution dans le temps de une heure à huit semaines selon Senegas
- Figure 47 : Les 3 colonnes antéropostérieures selon DENIS
- Figure 48 : Classification de DENIS
- Figure 49 : Principales caractéristiques des trois types lésionnels
- Figure 50 : Lésions par compression du corps vertébral
- Figure 51: Lésions par distraction
- Figure 52 : Lésions par flexion distraction postérieure à prédominance ligamentaire, Stade B3 de Magerl
- Figure 53 : Lésion rotatoire des 3 colonnes
- Figure 54 : Lésion de translation due à une force de cisaillement C3 de Magerl
- Figure 55 : Classification AO Spine des fractures thoracolombaires
- Figure 56 : Algorithme de la classification AO Spine

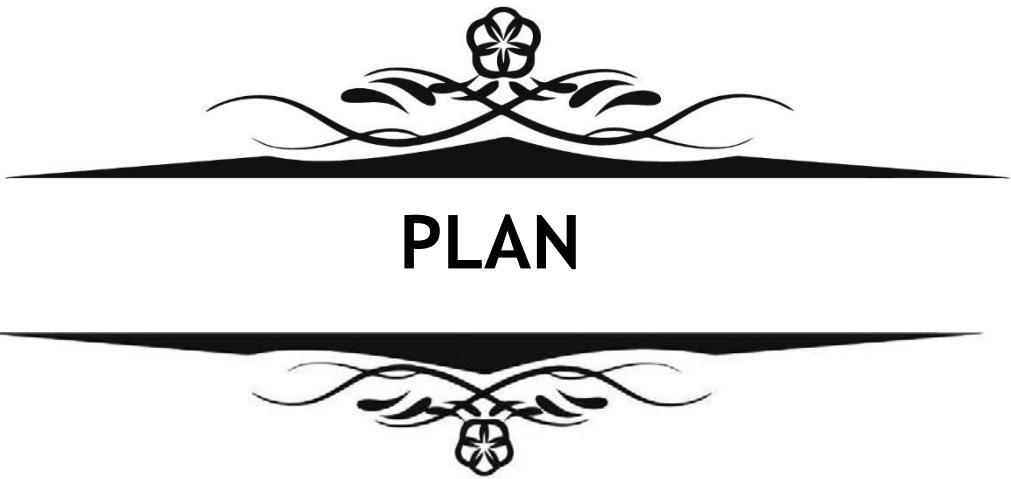
- Figure 57 : Le testing musculaire du membre supérieur et du membre inférieur pour établir le Score ASIA
- Figure 58 : Dermatomes des nerfs de la colonne vertébrale
- Figure 59 : Les paramètres rachidiens segmentaires
- Figure 60 : Mesure de la cyphose vertébrale et de la cyphose régionale sur les coupes sagittales
- Figure 61 : Installation en hyperlordose
- Figure 62 : Installation en décubitus ventral sur 3 coussins
- Figure 63 : Installation avec deux amplificateurs de brillance
- Figure 64 : Vue opératoire du repérage du point d'entrée
- Figure 65 : Contrôle de face à l'amplificateur de brillance du point d'entrée pour la visée pédiculaire
- Figure 66 : Contrôle de profil à l'amplificateur de brillance de la direction de la visée et du positionnement de l'aiguille dans le pédicule
- Figure 67 : Vue opératoire montrant la progression de l'aiguille au marteau en contrôlant sur la vue de face en scopie
- Figure 68 : Contrôle fluoroscopique simultané
- Figure 69 : Mise en place de la vis
- Figure 70 : Contrôle scopique de profil simultané
- Figure 71 : Contrôle scopique de l'implantation des vis pédiculaires et la mise en place des tiges
- Figure 72 : Vertébroplastie réalisée pour fracture traumatique L2
- Figure 73 : Kyphoplastie avec stents
- Figure 74 : Principe de fonctionnement de l'implant SpineJack
- Figure 75 : Fracture de type A.3.2 au niveau de L1 avant et après l'intervention SpineJack®



LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux :

- Tableau 1 : Répartition selon le syndrome rachidien
- Tableau 2 : Angulation physiologique (Stagnara)
- Tableau 3 : La déformation cyphotique post traumatique en préopératoire
- Tableau 4 : Nature de l'intervention
- Tableau 5 : Évaluation de la douleur selon l'EVA en pré et postopératoire
- Tableau 6 : Évolution de la déformation vertébrale en postopératoire immédiat
- Tableau 7 : Classification de MAGERL
- Tableau 8 : Les trois paramètres de la classification TLICSS avec les points attribués à chaque type
- Tableau 9 : Étude comparative de la répartition selon le sexe des patients traités par chirurgie percutanée du rachis
- Tableau 10 : Étude comparative de la répartition selon l'âge des patients traités par chirurgie percutanée du rachis
- Tableau 11 : Répartition de l'étiologie dans différentes études
- Tableau 12 : Niveau approximatif du déficit neurologique
- Tableau 13 : Cotation de la contraction musculaire
- Tableau 14 : Étude des réflexes
- Tableau 15 : Comparaison du pourcentage des lésions associées avec la littérature
- Tableau 16 : Profil physiologique selon Stagnara
- Tableau 17 : Répartition du niveau lésionnel selon la littérature
- Tableau 18 : Répartition du niveau de fracture selon la littérature
- Tableau 19 : Délai d'intervention de notre série, comparé à la littérature
- Tableau 20 : Durée de l'intervention selon la littérature
- Tableau 21 : Durée d'hospitalisation postopératoire selon la littérature
- Tableau 22 : Tableau comparatif de la moyenne d'EVA en préopératoire et postopératoire
- Tableau 23 : Comparaison entre les séries du taux de mauvais placement des vis pédiculaires mis en place en percutané



INTRODUCTION	1
PATIENTS & MÉTHODES	4
I. Type de l'étude	5
II. Échantillonnage	5
1. Les critères d'inclusion	5
2. Les critères d'exclusion	5
III. Méthode	5
1. Critères épidémiologiques	5
2. Critères cliniques	6
3. Critères radiologiques	6
4. Critères thérapeutiques	6
5. Critères évolutifs	6
IV. Considérations éthiques	6
V. But de l'étude	6
RESULTATS	8
I. Données épidémiologiques	9
1. Répartition selon la fréquence par an	9
2. Répartition selon la fréquence par mois	10
3. Répartition selon le sexe	11
4. Répartition selon l'âge	11
5. Répartition géographique	12
6. Répartition selon les circonstances du traumatisme	13
II. Données cliniques	14
1. Mode d'admission	14
2. Antécédents	14
3. Symptomatologie rachidienne	14
4. Symptomatologie neurologique	15
5. Traumatismes associés	16
III. Données para cliniques	16
1. Radiographie standard du rachis dorsolombaire	16
2. Tomodensitométrie du rachis dorsolombaire	18
3. Imagerie par résonnance magnétique	25
4. Bilan lésionnel associé	26
IV. Traitement	26
1. Traitement médical	26
2. Traitement orthopédique	26
3. Traitement chirurgical	26
V. Évolution	28
1. Évolution de la douleur selon l'échelle EVA	28
2. Les complications postopératoires	29
3. Imagerie postopératoire	29
ICONOGRAPHIE	31
DISCUSSION	37
I. Anatomie descriptive du rachis dorsolombaire	38
1. Généralités	38
2. Ostéologie	39
3. Arthrologie	44

4. Myologie	46
5. Contenu du canal vertébral	49
6. Éléments vasculaires	50
7. Éléments nerveux	51
8. Rapports viscéraux	54
II. Biomécanique du rachis dorso-lombaire	55
1. La stabilité rachidienne	55
2. La cinétique rachidienne	57
III. Physiopathologie vertébro-médullaire des lésions du rachis dorsolombaire	59
1. les mécanismes élémentaires	60
2. Physiopathologie de la lésion médullaire	64
IV. Classification des fractures du rachis dorsolombaire	68
1. L'intérêt de la classification	68
2. Classification de Denis	68
3. Classification TLICSS	71
4. Classification de l'AO Spine	76
V. Épidémiologie	82
1. Répartition selon le sexe	82
2. Fréquence selon l'âge	82
3. Fréquence selon les circonstances de survenue	83
VI. Étude clinique	84
1. Interrogatoire	84
2. Examen général	84
3. Examen rachidien	85
4. Examen neurologique	86
5. Lésions associées	90
VII. Étude Paraclinique	91
1. Radiographie standard du rachis dorsolombaire	91
2. La tomodensitométrie ou scanner du rachis dorsolombaire	95
3. Imagerie par résonnance magnétique	96
4. Discussion des résultats radiologiques de notre série avec les autres séries de la littérature	97
VIII. Traitement	100
1. Traitement médical	100
2. Traitement chirurgical percutané	103
3. Techniques chirurgicales	104
4. Durée de l'intervention	120
5. Durée d'hospitalisation postopératoire	121
IX. Explorations radiologiques postopératoires	121
X .Évolution	122
1. Évolution de la douleur selon l'EVA	122
2. Évolution selon les paramètres de la CV et l'ART	123
XI. Complications	125
1. Complications mécaniques	125
2. Complications neurologiques	125
3. Complications vasculaires	126
4. Complications infectieuses	126

5. Complications générales	126
XII. Prévention et recommandations	128
CONCLUSION	130
RESUMES	133
ANNEXES	140
BIBLIOGRAPHIE	147



Les traumatismes du rachis, souvent causés par des accidents de la circulation, des chutes de hauteur ou des blessures sportives, représentent un défi majeur pour les équipes médicales.

Ces lésions peuvent provoquer des fractures complexes, mettant en péril la stabilité de la colonne vertébrale et engendrer des complications neurologiques graves, telles que des paralysies partielles ou complètes. Une prise en charge rapide et efficace est essentielle pour réduire le risque de séquelles à long terme et favoriser la réinsertion fonctionnelle du patient[1] [2].

Les techniques chirurgicales traditionnelles impliquaient une approche ouverte, nécessitant de grandes incisions et un décollement musculaire important. Bien que ces interventions aient montré leur efficacité, elles sont associées à une récupération longue et à un risque accru de complications post-opératoires, comme les infections et la douleur chronique[2,3].`

En réponse à ces limites, la *chirurgie percutanée* a émergé comme une alternative mini-invasive. En insérant des vis pédiculaires et des tiges de manière précise à travers de petites incisions, et sous guidage radiologique, cette approche permet une stabilisation immédiate tout en réduisant les traumatismes aux tissus environnants[4].

Parmi les avantages notables de cette technique figurent une réduction des douleurs postopératoires, une diminution du risque d'infection et une récupération plus rapide permettant une mobilisation précoce du patient.

Elle offre également l'avantage de limiter, voire d'éliminer, le besoin de dispositifs d'immobilisation externe comme le corset.

Toutefois, cette chirurgie nécessite une expertise technique et un équipement sophistiqué, tels que des systèmes de navigation en temps réel pour guider les instruments avec une grande précision[1].

Cette thèse se propose d'explorer l'efficacité et les limites de la chirurgie percutanée dans le traitement des fractures traumatiques du rachis. À travers une revue de la littérature et une

La chirurgie percutanée du rachis traumatique Expérience du CHU Mohamed VI

analyse de cas cliniques, nous chercherons à évaluer comment cette technique peut améliorer les résultats fonctionnels et la qualité de vie des patients, tout en identifiant les défis liés à son utilisation et les perspectives d'avenir.



MATERIELS ET METHODES



I. Type de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective, analytique et descriptive, portant sur 10 malades opérés de fractures du rachis dorsolombaire, dans le service de Neurochirurgie au CHU Mohammed VI de Marrakech sur une période de 3 ans, de 2021 à 2023.

II. Échantillonnage

1. Les critères d'inclusion :

Nous avons inclus tous les patients, sans limite d'âge, admis aux urgences ou directement au service pour une lésion du rachis d'origine post traumatique, durant la période citée précédemment ayant bénéficié d'un traitement chirurgical percutané.

2. Les critères d'exclusion :

Nous avons exclus de cette étude :

- Lésions non traumatiques : malformations congénitales du rachis (scoliose idiopathique, cyphose), infections rachidiennes (spondylodiscite, abcès épidual).
- Fractures cervicales.
- Fractures pathologiques (métastase, tumeur primitive).

III. Méthode

Les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutives ont été collectées à l'aide d'une fiche d'exploitation prédefinie (Annexe 1). Ces informations ont permis d'évaluer l'efficacité de la chirurgie percutanée dans le traitement des lésions traumatiques du rachis.

1. Critères épidémiologiques :

Les données épidémiologiques liées aux patients pris en charge par chirurgie percutanée du rachis traumatique ont été recueillies.

2. Critères cliniques :

Le statut neurologique qui doit être évalué et consigné aux différents temps de la prise en charge : La classification de Frankel (Annexe 3) /ASIA (Annexe 2).

3. Critères radiologiques :

Les données d'imagerie ont permis de documenter :

- Le niveau et la nature des lésions vertébrales.
- La classification des fractures selon **Magerl** (Annexe 4) et **AO Spine**.
- Contrôle radiologique postopératoire pour évaluer la stabilité de l'ostéosynthèse.

4. Critères thérapeutiques :

L'intervention percutanée a été documentée en se basant sur :

- Le type d'instrumentation et de techniques de guidage utilisées.
- La durée de l'intervention.
- La durée d'hospitalisation.

5. Critères évolutifs :

L'évolution postopératoire n'a été évaluée qu'à court terme en raison des contraintes de suivi à long terme.

IV. Considérations éthiques

Les dossiers des patients et les informations collectées ont été traités de manière confidentielle, en conformité avec les règles éthiques en vigueur.

V. But de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de :

- Analyser l'efficacité de la chirurgie percutanée dans le traitement des traumatismes du rachis.
- Identifier les spécificités épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques des patients pris en charge par cette approche.

- Comparer nos résultats avec les données de la littérature médicale internationale.
- Mettre en évidence les avantages de la chirurgie percutanée, notamment :
 - Réduction des complications opératoires.
 - Diminution des douleurs postopératoires et récupération rapide.
- Étudier les défis et limites de cette technique dans notre contexte hospitalier.



I. Données épidémiologiques

1. Répartition selon la fréquence par an :

Nous avons inclus 10 patients ayant bénéficié d'une chirurgie percutanée du rachis traumatique sur une période de 36 mois (3 ans), ce qui correspond à une moyenne de 3,33 patients/an. La répartition annuelle est la suivante :

- 3 patients en 2021
- 4 patients en 2022
- 3 patients en 2023

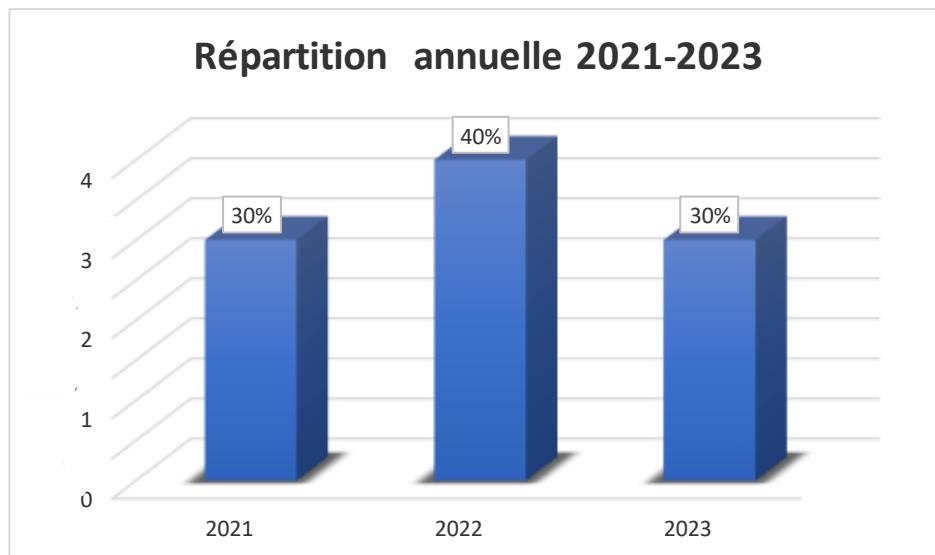


Figure 1 : Répartition annuelle allant de 2021 à 2023

2. Répartition selon la fréquence par mois :

Nous avons observé que les traumatismes nécessitant une chirurgie percutanée sont plus fréquents en printemps et hiver, et moins fréquents en été et automne :

- 4 cas soit 40 % sont survenus en période printanière (mars à mai).
- 3 cas soit 30 % sont survenus en période hivernale (janvier, février, décembre).
- 1 cas soit 10 % est survenu en période estivale (juin à août).
- 2 cas soit 20 % sont survenus en période automnale (septembre à novembre).

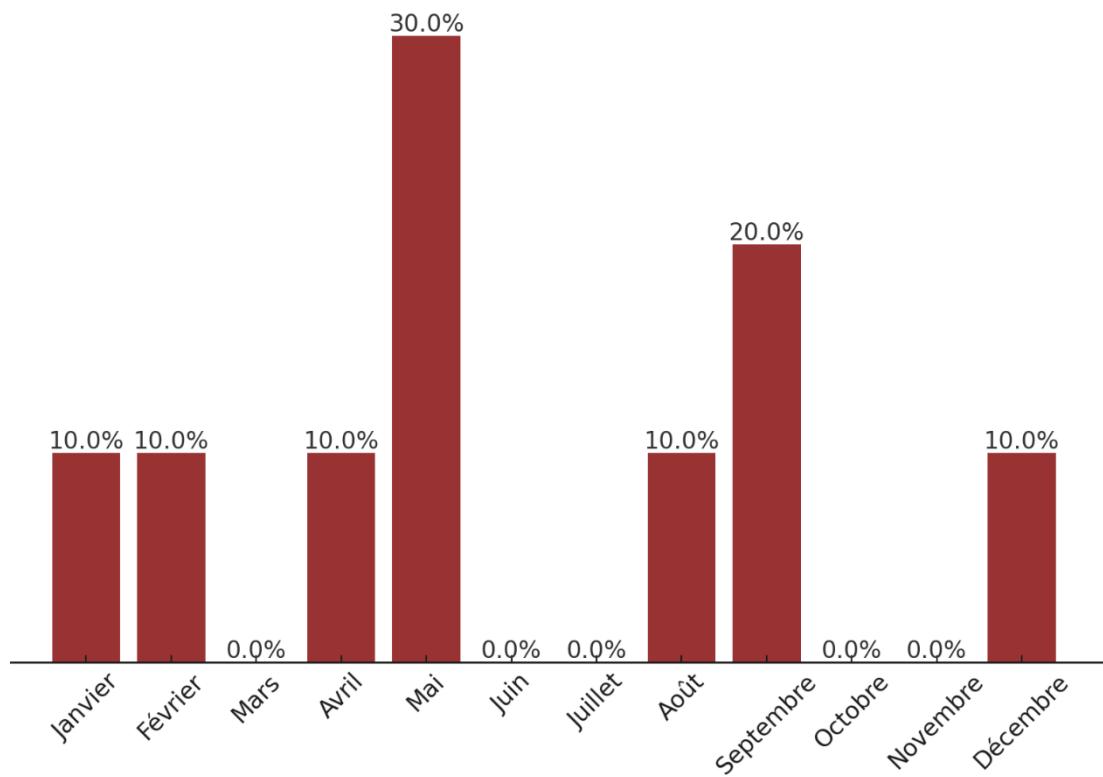


Figure 2 : Répartition selon la fréquence par mois

3. Répartition selon le sexe :

Nous avons observé une prédominance masculine parmi nos patients, avec 7 hommes (70 % des cas) contre 3 femmes (30 % des cas), ce qui correspond à un sexe ratio (H/F) de 2,3.

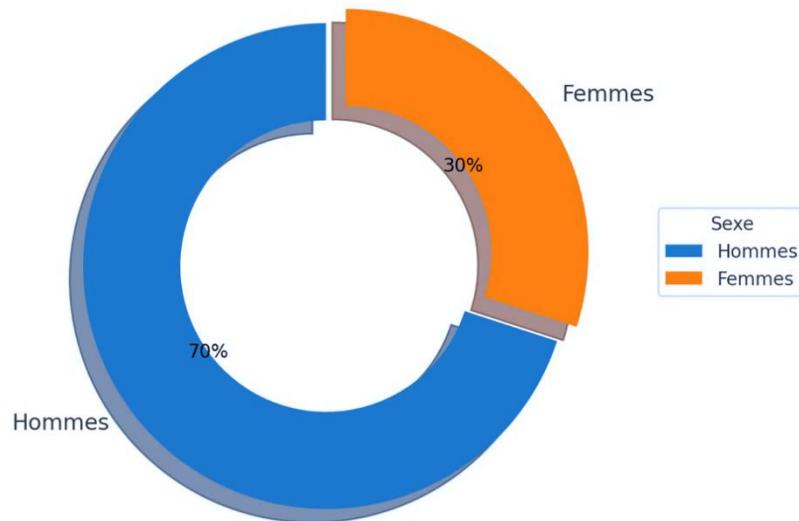


Figure 3 : Répartition des patients selon le sexe

4. Répartition selon l'âge :

Dans notre étude, l'âge des patients variait entre 16 et 68 ans, avec un âge moyen de 45 ans. La tranche d'âge la plus représentée est celle des 41 à 50 ans, représentant 40 % des cas.

Les autres tranches d'âge se répartissent de la manière suivante :

- 51-60 ans : 20 %
- < 20 ans : 10 %
- 20-30 ans : 10 %
- 31-40 ans : 10 %
- > 60 ans : 10 %

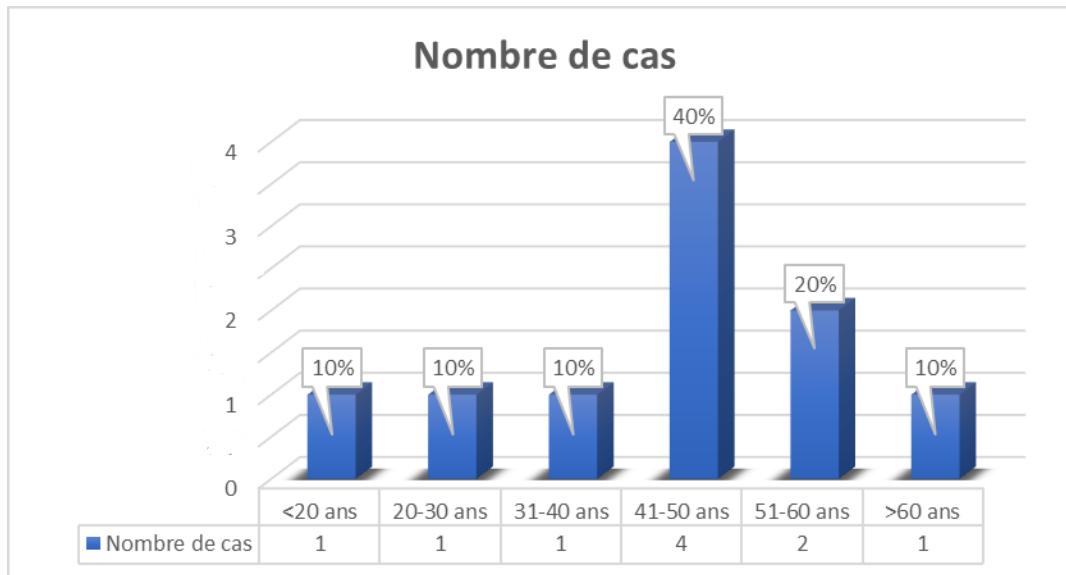


Figure 4 : Répartition des patients selon l'âge

5. Répartition géographique :

Dans notre étude, la majorité des patients proviennent de la région de Marrakech, représentant 30 % des cas. Une proportion importante de 20 % des patients vient de Benguerir, et 20 % sont des patients étrangers (Italie et Côte d'Ivoire). Le reste des patients se répartit comme suit : 10 % de Kelaa des Sraghna, 10 % de Youssoufia, et 10 % de Chichaoua.

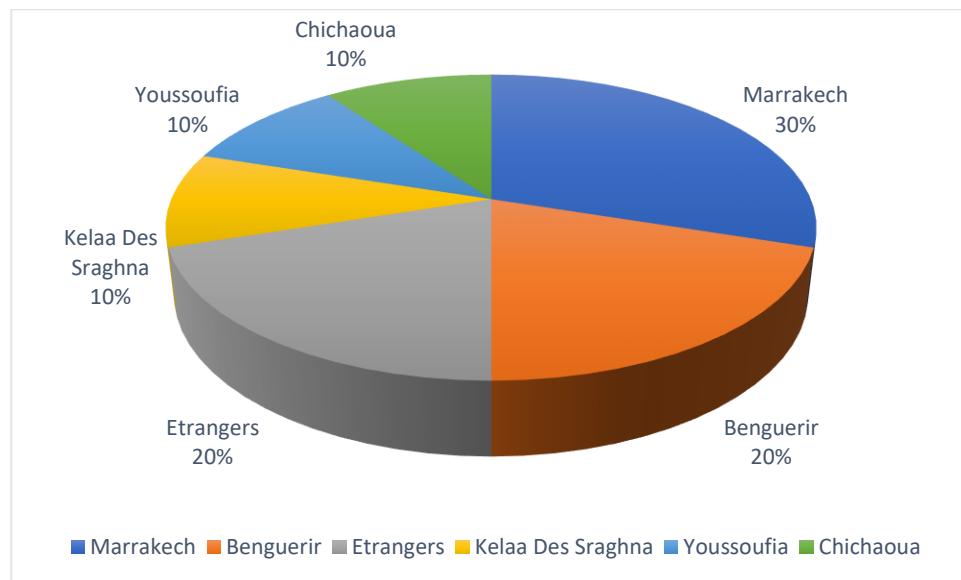


Figure 5 : Répartition géographique

6. Répartition selon les circonstances du traumatisme :

Les traumatismes du rachis pris en charge par chirurgie percutanée sont causés par divers mécanismes, dont les principaux sont les chutes d'une hauteur élevée et les accidents de la voie publique (AVP).

- Les chutes d'un lieu élevé représentaient 60 % des cas dans le cadre des accidents de travail.
- Les accidents de la voie publique concernaient 40 % des cas.

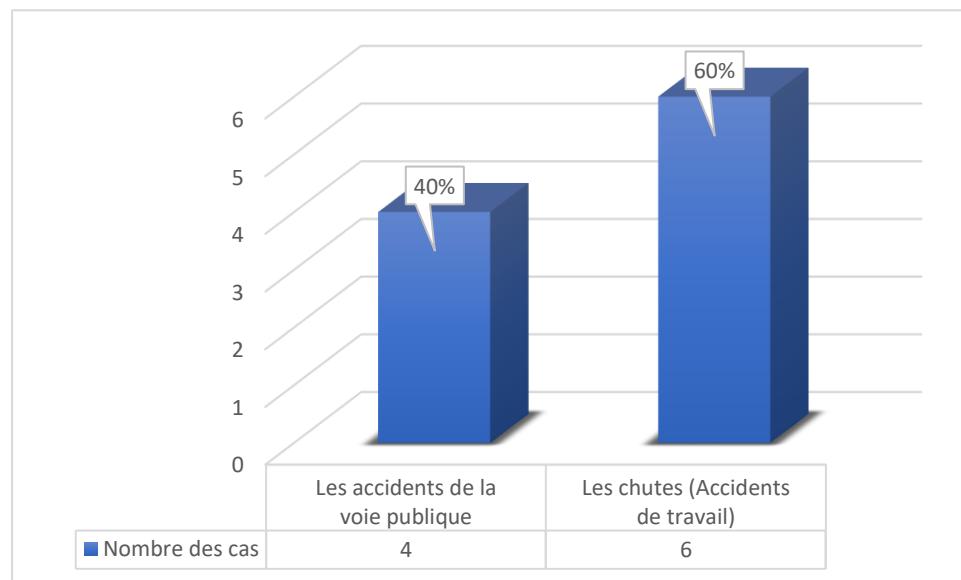


Figure 6 : Circonstances des traumatismes du rachis

II. Données cliniques

1. Mode d'admission :

Tous les patients ont été admis par la voie des urgences. Nous avons noté que 30% d'entre eux (03 cas) ont été référés des hôpitaux régionaux contre 70% (07 cas) qui ont été admis directement des urgences.

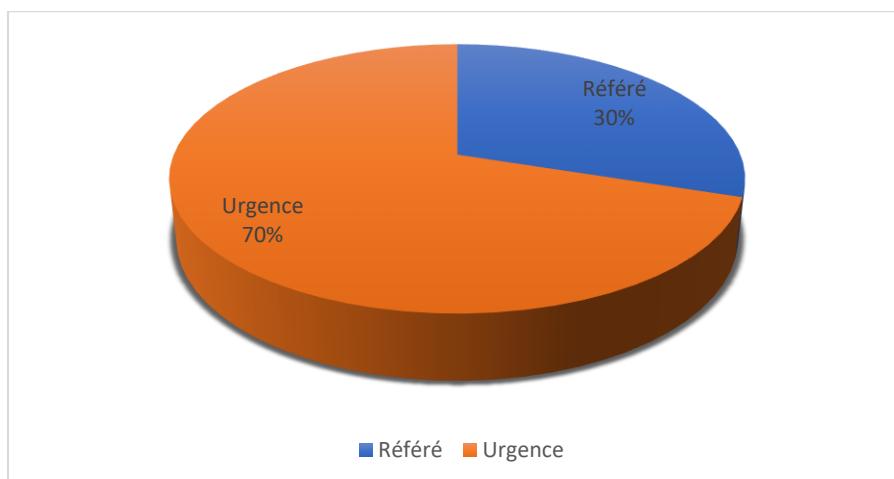


Figure 7 : Répartition selon le mode d'admission

2. Antécédents :

Parmi nos 10 cas, un seul patient présentait des antécédents, à savoir un tabagisme chronique évalué à 30 paquets-années ainsi qu'un alcoolisme chronique. Les autres patients ne présentaient aucun antécédent notable.

3. Symptomatologie rachidienne :

3.1 Examen général :

A l'admission, tous nos patients étaient retrouvés conscients (score de Glasgow à 15/15) avec un bon état hémodynamique et respiratoire.

3.2 Syndrome rachidien :

Le syndrome rachidien a été retrouvé chez tous nos patients avec en tête de liste la douleur rachidienne (spontanée ou provoquée).

Tableau 1 : Répartition selon le syndrome rachidien

Syndrome rachidien	Nombre de cas	Pourcentage
Douleur provoqué ou spontanée	10	100%
Raideur rachidienne	4	40%
Déformation rachidienne	1	10%

Localisation du syndrome rachidien :

Le syndrome rachidien se localisait dans la région dorsale dans 30% des cas, suivie par la localisation lombaire dans 70% des cas.

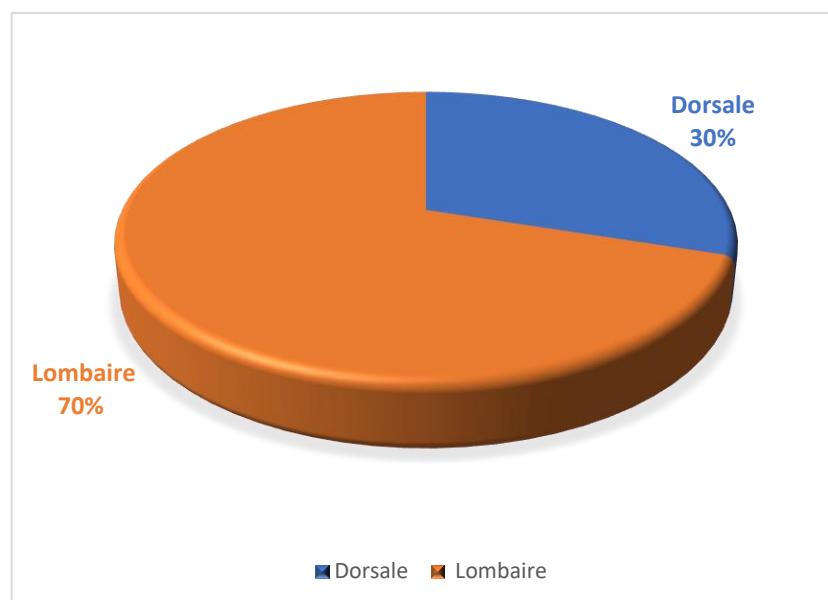


Figure 8 : Répartition selon la localisation du syndrome rachidien

4. Symptomatologie neurologique :

Sur la totalité des patients opérés (10 cas), aucun ne présentait de déficit sensitivo-moteur.

Au terme de notre examen neurologique, nous avons réparti nos patients selon l'échelle de déficience FRANKEL modifiée par l'ASIA (American Spinal Injury Association) et nous avons obtenu que 100 % des patients sont classés en stade (E).

5. Traumatismes associés :

Un patient, soit 10 % des cas, s'est présenté dans un tableau de polytraumatisé. Les 9 autres patients, soit 90 % des cas, ne présentaient aucun traumatisme associé.

III. Données paracliniques

1. Radiographie standard du rachis dorsolombaire

Des radiographies standards en incidences face et profil ont été réalisées chez tous nos patients, soit 100% des cas.

- **Sur l'incidence de profil :**

Une analyse radiologique précise a été effectuée dans un second temps grâce aux radiographies préopératoires, afin de déterminer les paramètres rachidiens segmentaires.

- **La cyphose vertébrale locale (CV)**, est mesurée entre la tangente au plateau supérieur et le plateau inférieur de la vertèbre lésée.
- **La cyphose régionale (CR)** ou l'index sagittal est l'angle défini par la tangente au plateau supérieur de la vertèbre sus-jacente à la vertèbre fracturée et la tangente au plateau inférieur de la vertèbre sous-jacente à la vertèbre lésée.
- **Angulation régionale traumatique (ART)**, c'est la déformation régionale sagittale provoquée par le traumatisme, elle est positive pour une déformation en flexion et négative pour une déformation en extension.
- **ART= CR - angulation physiologique.**

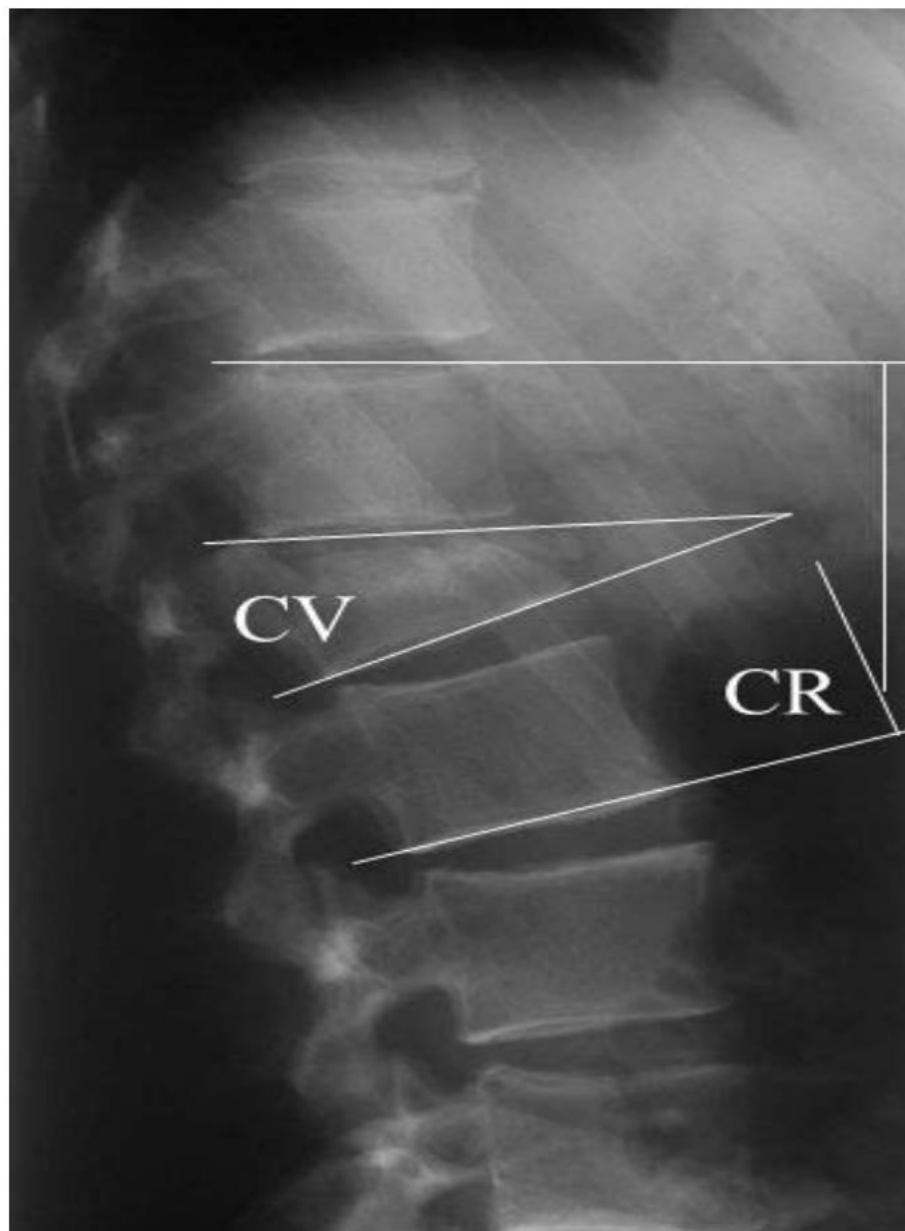


Figure 9 : Méthode de mesure de déformation vertébrale

Nous avons retenu les valeurs physiologiques mesurées par Stagnara [5] pour le rachis dorsal et lombaire.

Tableau 2 : Angulation physiologique (Stagnara)

D11	D12	L1	L2	L3	L4	L5
+9°	+7°	-1°	-8°	-18°	-33°	-36°

Les paramètres de la cyphose vertébrale locale CV et de l'angulation régionale traumatique ART sont dépendants du niveau de fracture.

Au cours de notre étude, notre effectif se compose de 2 catégories : les fractures de la charnière dorsolombaire et les fractures lombaires.

• En préopératoire :

Tableau 3 : La déformation cyphotique post traumatique en préopératoire

Étage de la fracture	Les paramètres segmentaires rachidiens	cyphose vertébrale (CV) moyenne	Angulation régionale traumatique (ART) moyenne
Les fractures de la charnière dorsolombaire	18,3° [13,8° – 24°]	14,2° [9° – 19°]	
Les fractures lombaires	7,5° [(-2°) – 10,5°]	-14,7° [(-25°) – (-18°)]	

2. Tomodensitométrie du rachis dorsolombaire

Une TDM hélicoïdale du rachis dorsolombaire en coupes millimétriques sans injection de produit de contraste avec reconstruction dans les trois plans de l'espace, a été réalisée systématiquement chez tous les patients et nous a permis d'établir un profil diagnostic précis des lésions.

La chirurgie percutanée du rachis traumatique Expérience du CHU Mohamed VI

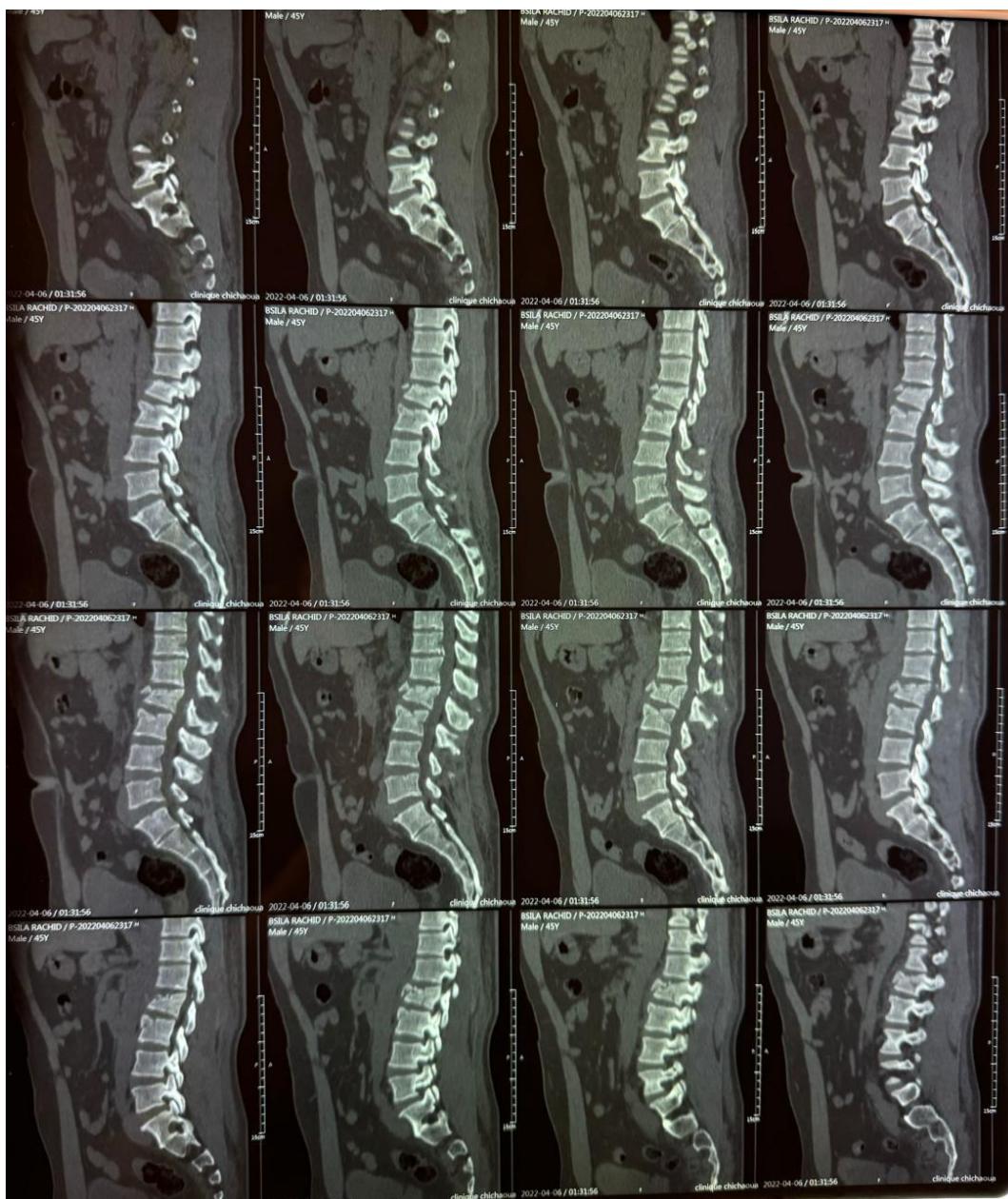


Figure 10 : TDM préopératoire en coupe sagittale et fenêtre osseuse du rachis lombo-sacré montrant une fracture tassement communitive de grade II de L1 avec discret recul du mur vertébral postérieur et une fracture tassement de grade I de L2 sans recul du mur postérieur

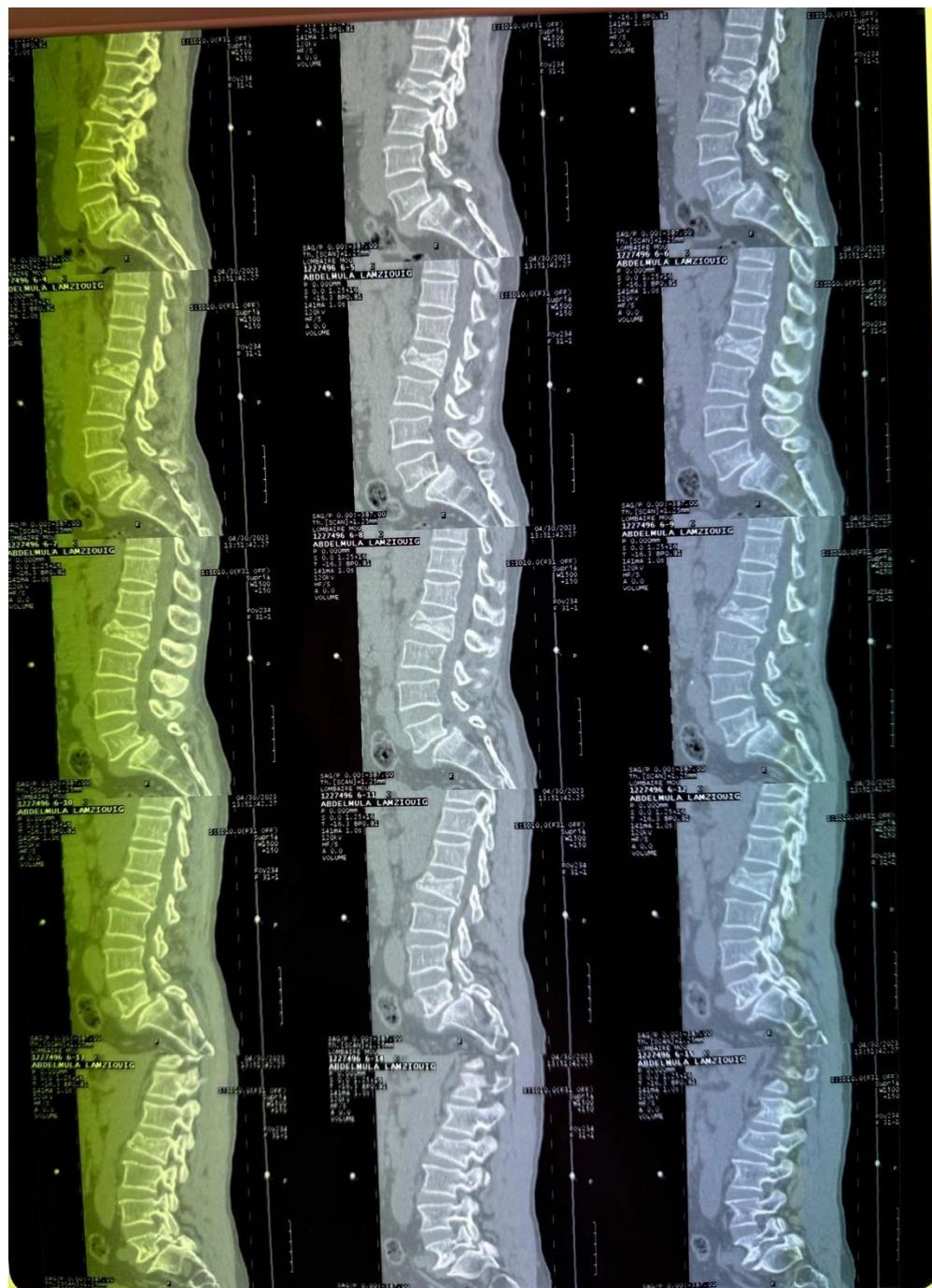


Figure 11 : TDM préopératoire en coupe sagittale et fenêtre osseuse du rachis lombo-sacré montrant une fracture tassemement cunéiforme degré 3 avec communication du corps vertébral de L2 avec discret recul du mur postérieur (à noter : Spondylolisthesis L5-S1 dégénératif)

2.1 Niveau lésionnel :

Dans notre étude, le niveau des lésions a principalement été observé au niveau de la charnière dorsolombaire, avec 6 cas (60%), tandis que 4 patients (40%) présentaient une atteinte au niveau lombaire.

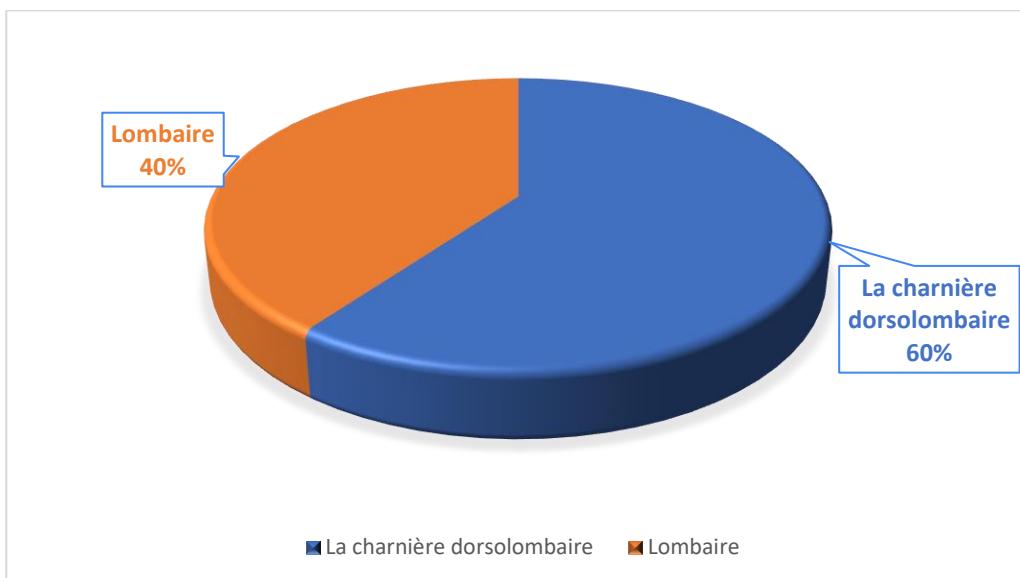


Figure 12 : Répartition selon le niveau du traumatisme

2.2 Nature des lésions :

Dans notre étude, nous avons identifié deux mécanismes lésionnels principaux : la compression et la compression avec composante de distraction.

Parmi les 10 patients de notre série, une large majorité de 9 patients (90%) présentent des fractures par compression pure, tandis qu'un seul patient (10%) présente une fracture par compression associée à une composante de distraction.

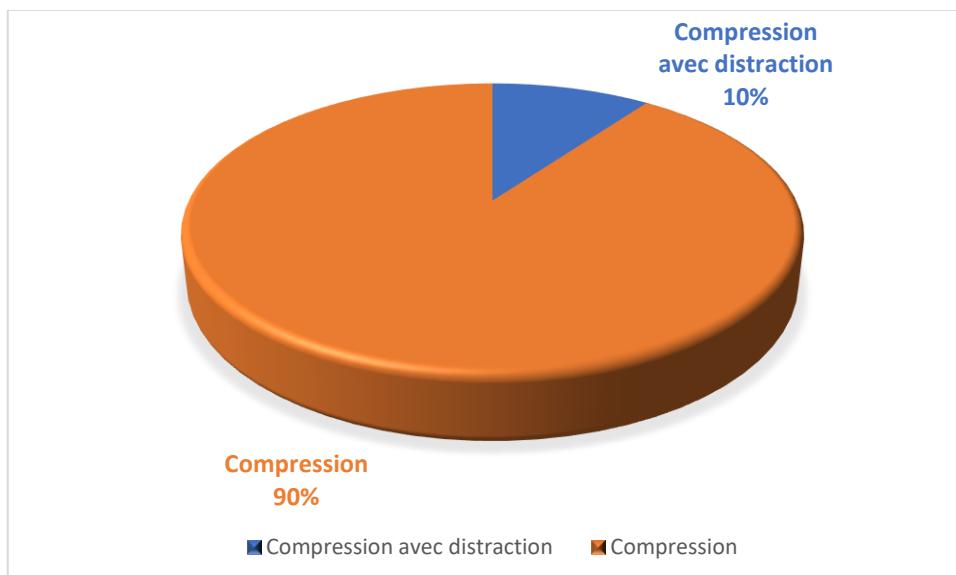


Figure 13 : Répartition selon le mécanisme de la lésion

2.3 Nombre de vertèbres atteintes par traumatisme dorsolombaire :

- Nous avons noté que la majorité des patients soit 60% (6as), présentaient une atteinte d'une seule vertèbre.
- L'atteinte intéressant deux vertèbres a été objectivé chez 2 patients, soit 20 %.
- L'atteinte de trois vertèbres a été objectivé chez 2 patients, soit 20 % .

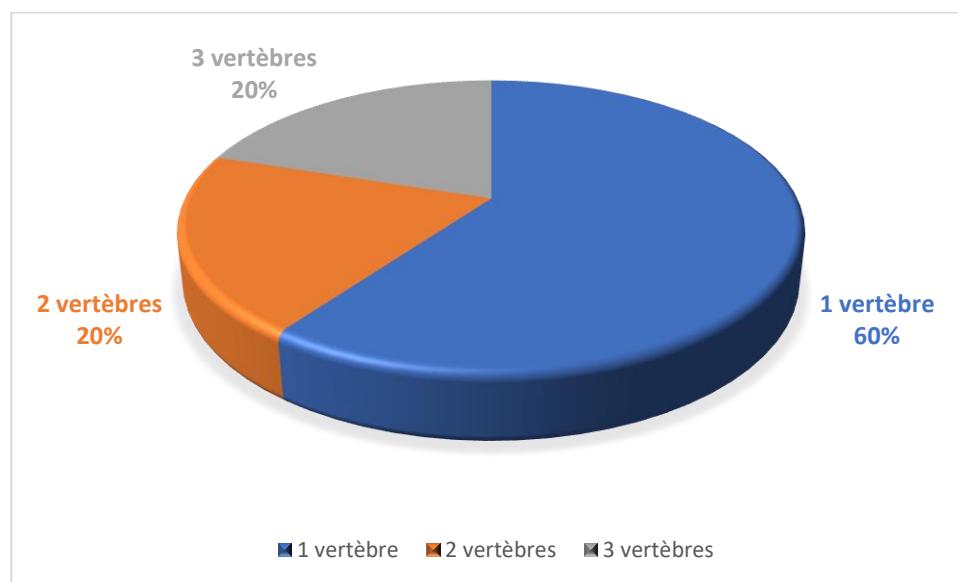
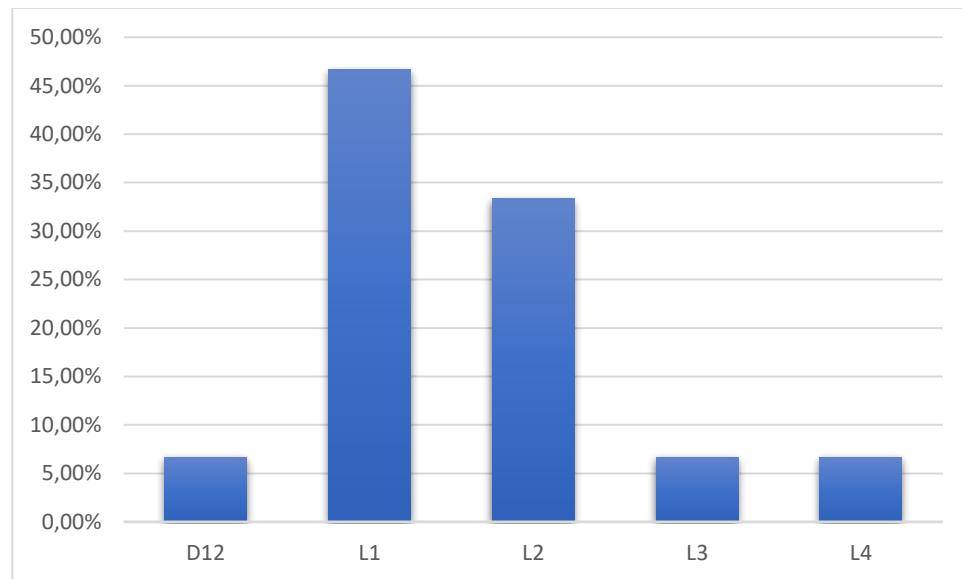


Figure 14 : Nombre de vertèbre atteinte par traumatisme

2.4 Répartition des fréquences des lésions par vertèbres

Nous avons constaté une prédominance des lésions au niveau de la première vertèbre lombaire (L1) avec 46,67% des cas, suivie de la deuxième vertèbre lombaire (L2) avec 33,33% des cas. Les fractures de la vertèbre D12, ainsi que celles des vertèbres lombaires L3 et L4, ont chacune été observées dans 6,67% des cas.



cFigure 15: Répartition selon le niveau de fracture

2.5 Classification Magerl :

D'après la classification de Magerl, une prédominance des fractures de type A3 (Burst fracture) a été observée dans 50% des cas, suivie des fractures de type A2 dans 30% des cas, et du type A1 (fracture tassemant) dans 20% des cas.

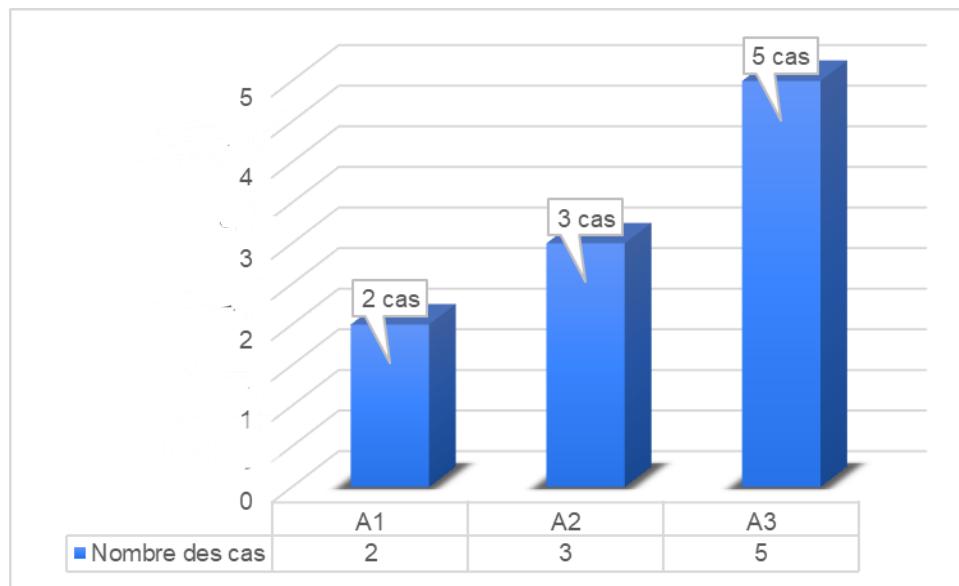


Figure 16 : Répartition selon la classification Magerl

2.6 Classification AO Spine :

Selon la classification AO Spine, on note une prédominance des fractures de type **A4** avec 40 % des cas, suivie des fractures **A2** avec 30 % des cas, des fractures **A1** avec 20 % des cas et enfin des fractures **A3** avec 10 % des cas .

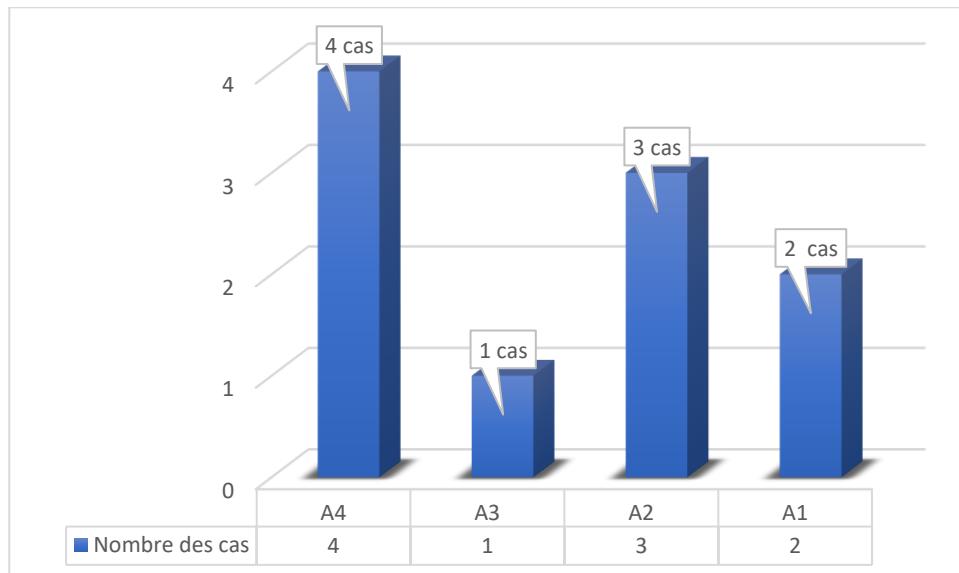


Figure 17 : Répartition selon la classification AO Spine

3. Imagerie par résonnance magnétique

Une IRM a été réalisée en préopératoire chez (06) patients soit 60% des cas .



Figure 18 : IRM lombaire préopératoire en coupes sagittales en séquence T1 et T2 et en coupe axiale en séquence T2 centrée sur L2 montrant une fracture tassemement du plateau supérieur de L2 sans œdème spongieux vertébral avec discret recul du mur postérieur

4. Bilan lésionnel associé

Un bilan préopératoire a été effectué chez tous les patients. Il était composé de :

- Un électrocardiogramme.
- Un bilan biologique : hémogramme, bilan d'hémostase, groupage sanguin-rhésus, fonction rénale, ionogramme sanguin.
- Autres explorations en fonction du contexte (radio thorax , radio des membres, radiographie du bassin).

IV. Traitements

1. Traitements médicaux :

Tous nos patients ont été immobilisés et ont systématiquement bénéficié d'un traitement symptomatique à base d'antalgique palier I, et éventuellement une prophylaxie anti thrombotique et antibiotique.

2. Traitements orthopédiques :

Dans notre étude, un traitement orthopédique, réalisé par un corset dorsolombaire a été proposé chez un seul patient en attente du geste chirurgical.

3. Traitements chirurgicaux :

3.1 Délai entre le traumatisme et l'intervention chirurgicale :

La plupart des interventions ont eu lieu dans les 5 premiers jours suivant le traumatisme , soit :

- 50 % des patients ont été opérés dans un délai de 1 à 5 jours.
- 10 % des patients ont été opérés dans un délai de 6 à 10 jours.
- 30 % des patients ont été opérés dans un délai de 11 à 24 jours.
- 10 % des patients ont été opérés le jour même.

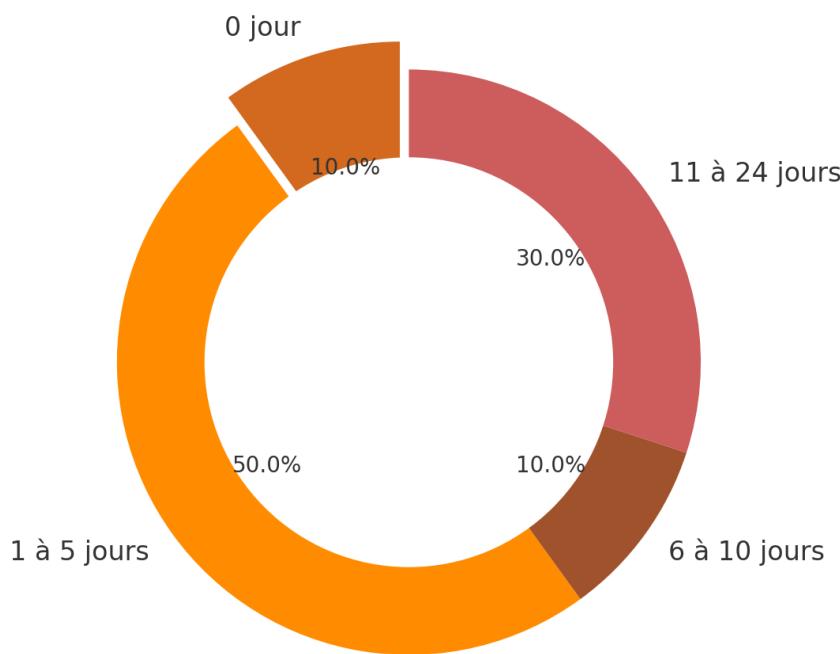


Figure 19 : Délai entre la survenue du traumatisme et l'intervention chirurgicale

Le délai moyen d'intervention était de 7,5 jours, avec des extrêmes allant de 0 jour (intervention le jour même) à 24 jours.

3.2 Type d'anesthésie :

La totalité de nos patients ont été opérés sous anesthésie générale.

3.3 Technique chirurgicale :

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'un traitement chirurgical par voie postérieure.

- En décubitus ventral
- Sous anesthésie générale en intubation orotrachéale
- Repérage scopique des niveaux pédiculaires des vertèbres concernées
- Pré asepsie, badigeonnage, champs stérile
- Vissage percutané sous guidage scopique face et profil
- + kyphoplastie (chez un seul cas)
- Mise en place des tiges
- Verrouillage de l'ostéosynthèse
- Fermeture plan par plan

3.4 Nature de l'intervention :

Dans notre série, la totalité des patients soit 100% des cas (10patients) ont bénéficié d'une ostéosynthèse montage court (04 vis+02 tiges).

Une kyphoplastie a été pratiquée dans 10% des cas.

Tableau 4 : Nature de l'intervention

Nature d'intervention	Pourcentage
Ostéosynthèse montage court (04 vis + 02tiges)	100%
Kyphoplastie	10%

3.5 Durée de l'intervention :

La durée moyenne de l'intervention était de 80 minutes.

3.6 Durée d'hospitalisation post opératoire :

La durée moyenne d'hospitalisation en post opératoire était de 24 à 48h.

V. Évolution

1. Évolution de la douleur selon l'échelle EVA :

Les résultats de l'échelle EVA montrent une diminution significative de la douleur, passant d'une moyenne de 7,3 en préopératoire à 2,2 en postopératoire.

Tableau 5 : Évaluation de la douleur selon l'EVA en pré et postopératoire

Évaluation	Moyenne EVA
Préopératoire	7,3
Postopératoire	2,2

2. Les complications postopératoires :

2.1 Les complications immédiates

Aucune complication immédiate n'a été observée dans notre série. Aucun cas d'infection urinaire, de complication thromboembolique, d'infection pulmonaire ni d'hématome n'a été rapporté.

2.2 Les complications à moyen terme :

Aucune complication cutanée, notamment sous forme d'escarres, n'a été notée dans les suivis à moyen terme de nos patients.

2.3 Les complications tardives

Aucune complication tardive n'a été constatée, incluant l'absence de débricolage du matériel d'ostéosynthèse, de pseudarthrose, ni de déformation postopératoire dans la durée. Aucun cas de paraparésie ni de troubles génito-sphinctériens n'a été rapporté parmi les patients suivis.

Aucun décès n'a été constaté dans notre série.

3. Imagerie postopératoire :

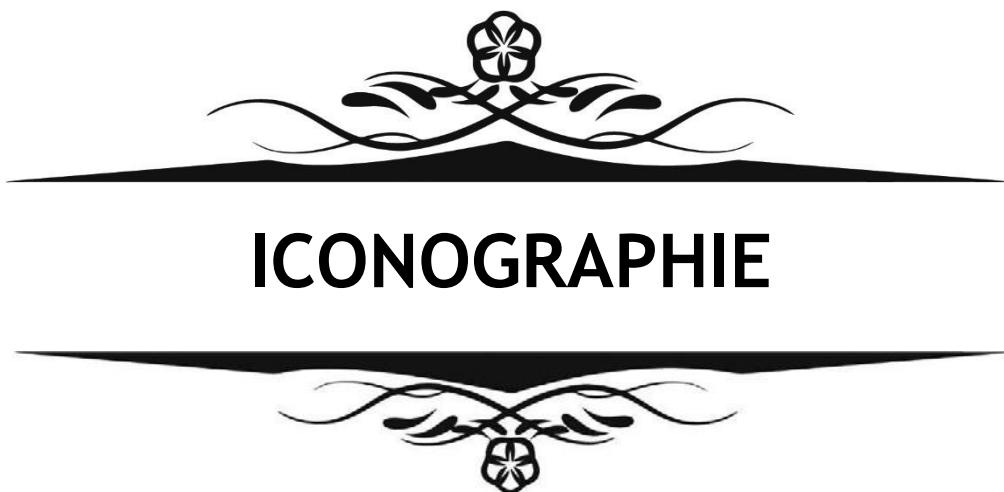
La radiographie conventionnelle face/profil de contrôle a été réalisée chez tous nos patients. Sur l'incidence de profil, la qualité de la réduction et le maintien de cette réduction ont été évalués par la mesure des (CV) et (ART) en postopératoire immédiat.

Tableau 6 : Évolution de la déformation vertébrale en postopératoire immédiat

Étage de la fracture	Les paramètres segmentaires rachidiens	Cyphose vertébrale (CV) moyenne	Angulation régionale traumatique (ART) moyenne
Les fractures de la charnière dorsolombaire		14	12
Les fractures lombaires		4,4	-11

L'analyse comparative des mesures de la cyphose vertébrale (CV) et de l'angle régional traumatique (ART) en préopératoire et postopératoire révèle des améliorations notables. Pour les fractures de la charnière dorsolombaire, la CV a diminué de 18,3° à 14°, soit une réduction de 4,3°, correspondant à une amélioration de 23,5 %. L'ART est passé de 14,2° à 12°, marquant une réduction de 2,2°, équivalente à une amélioration de 15,5 %. Concernant les fractures lombaires, la CV a été corrigée de 7,5° à 4,4°, indiquant une réduction de 3,1°, soit une amélioration de 41,3 %. L'ART a évolué de -14,7° à -11°, montrant une correction de 3,7°, ce qui représente une amélioration de 25,2 %. Ces résultats témoignent de l'efficacité de la chirurgie percutanée dans la correction des déformations vertébrales, avec des gains significatifs tant au niveau de la cyphose vertébrale que de l'angle régional traumatique.

Pour le suivi à long terme, il nous manque des données sur le suivi radiologique des patients (un nombre non négligeable de perdus de vue sur l'analyse finale).



ICONOGRAPHIE



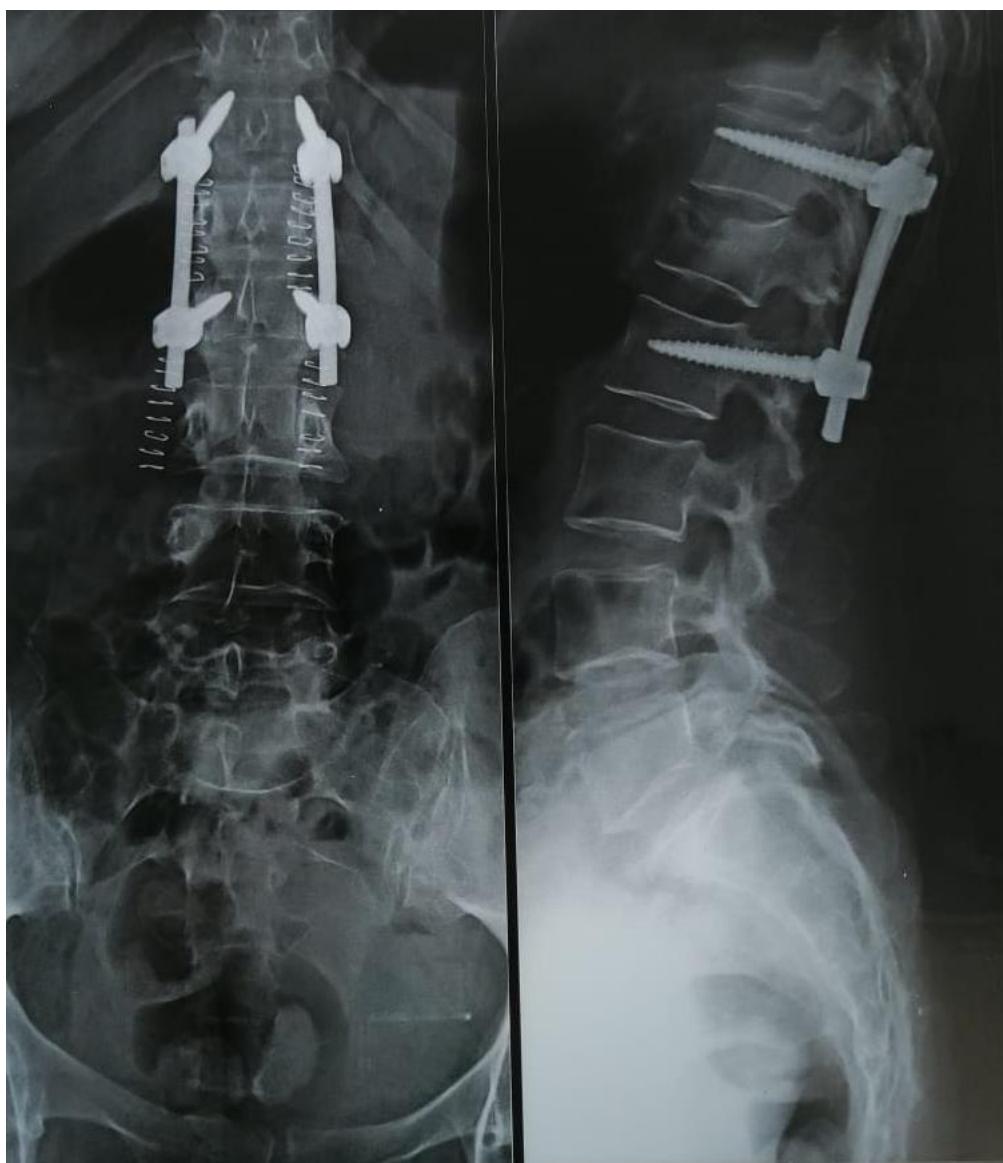


Figure 20 : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court de fracture L1

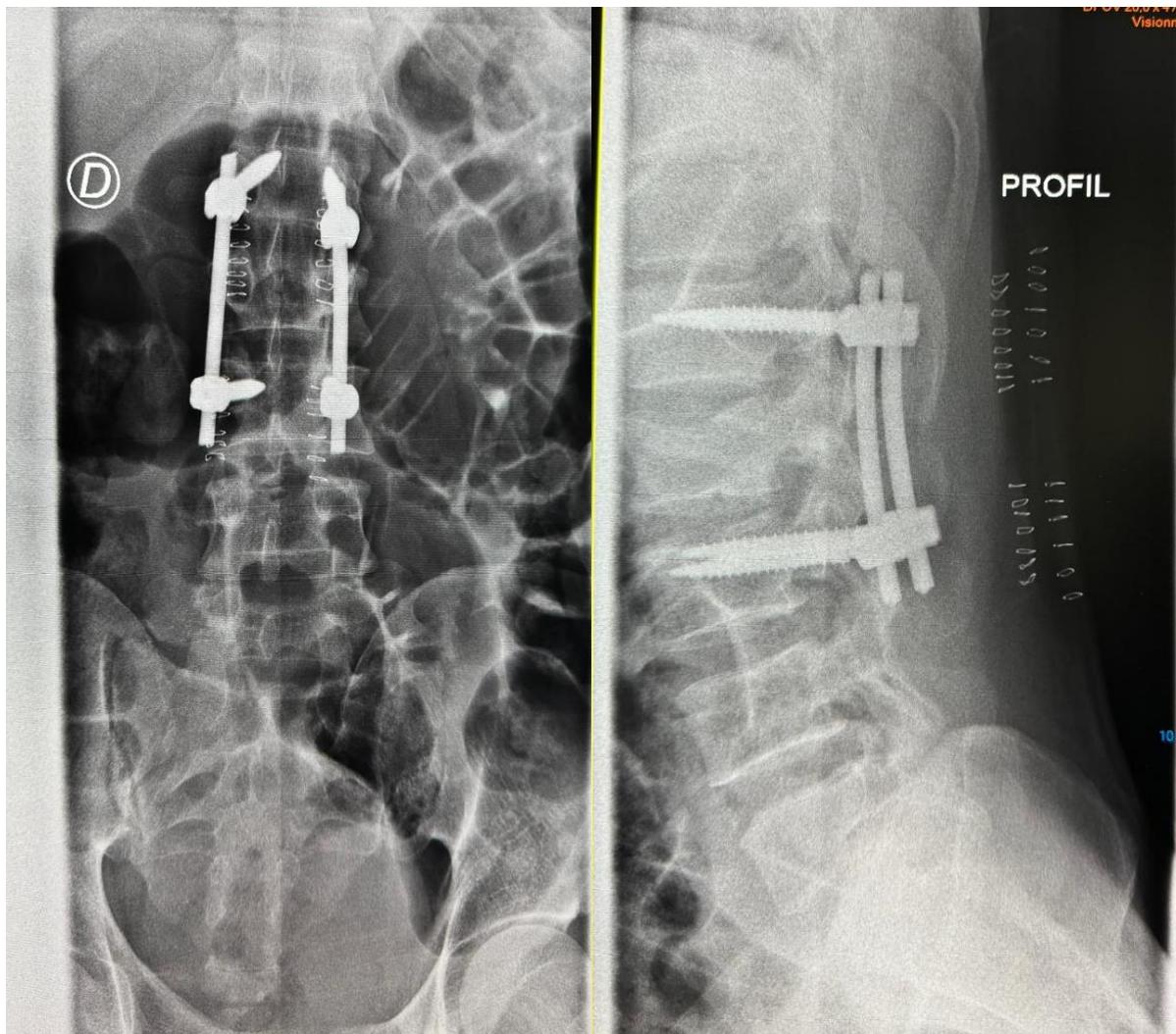


Figure 21 : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court L1-L3

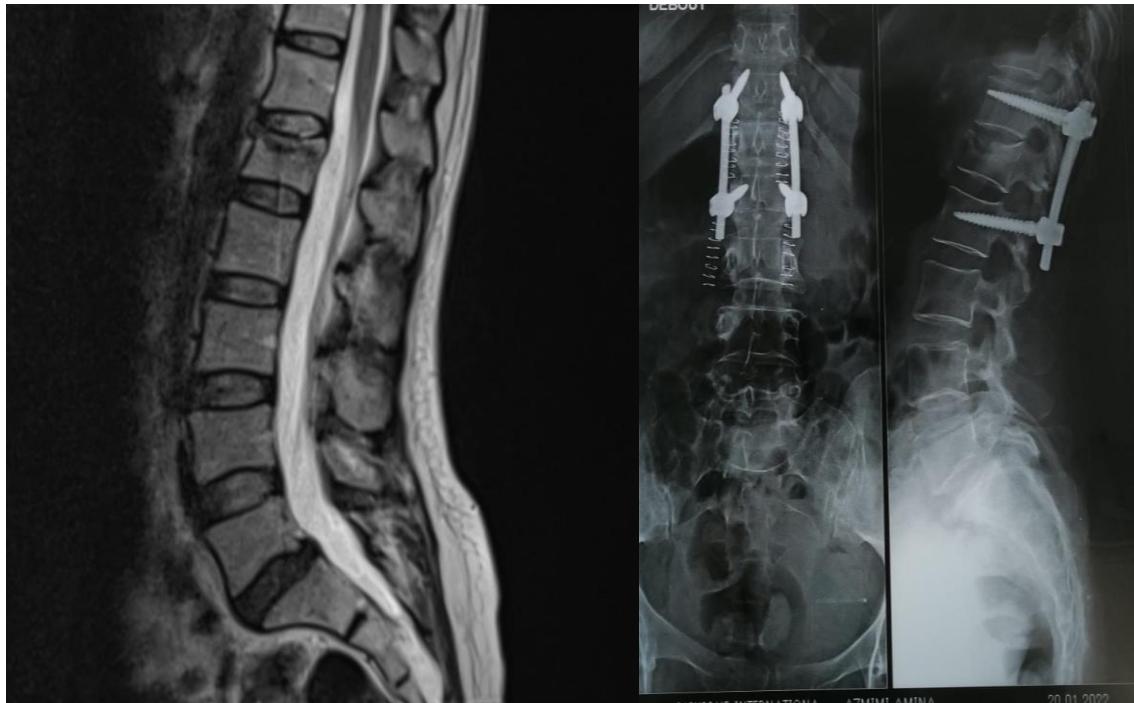


Figure 22 : A gauche : IRM lombaire en séquence T2 montrant une fracture tassement par impaction du plateau supérieur de L1,sans recul du mur postérieur.

A droite : Radiographie standard du rachis lombaire face et profil en post opératoire après fixation du matériel d'ostéosynthèse.

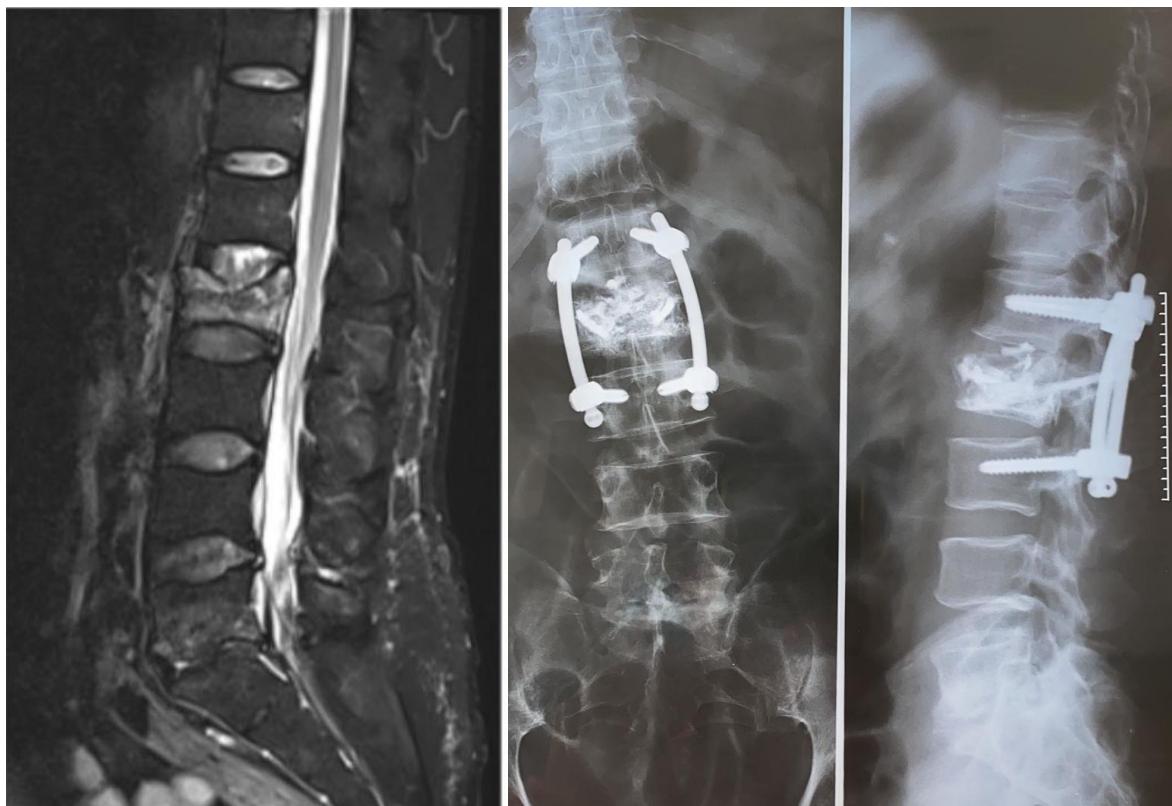


Figure 23 : A gauche : IRM lombaire en séquence STIR montrant un tassement du plateau supérieur de L2, sans œdème du spongieux vertébral avec discret recul du mur postérieur.

A droite : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court associée à une kyphoplastie de L2



Figure 24 : A gauche : IRM lombaire en séquence T2 montrant une fracture tassement par impaction du plateau supérieur de L1, avec œdème du spongieux vertébral étendu au pédicule s'associant à un bombement du mur postérieur.

A droite : Radiographie postopératoire face et profil du rachis lombaire montrant une ostéosynthèse montage court D12-L2



I. Anatomie descriptive du rachis dorsolombaire

1. Généralités [2]:

Le rachis ou colonne vertébrale est un élément squelettique du corps humain qui s'étend de la base du crâne au bassin.

Elle est constituée de 7 vertèbres cervicales, 12 vertèbres dorsales, 5 vertèbres lombaires, 5 vertèbres sacrées et 3 à 5 vertèbres coccygiennes. (Figure 25)

La charnière dorsolombaire du rachis est une zone de transition qui comprend les trois dernières vertèbres dorsales et les deux premières vertèbres lombaires (de la vertèbre T10 à la vertèbre L2). De cette région, nous décrirons la charpente osseuse, le système articulaire, les groupes musculaires, les éléments nobles vasculaires et nerveux ainsi que les rapports viscéraux.

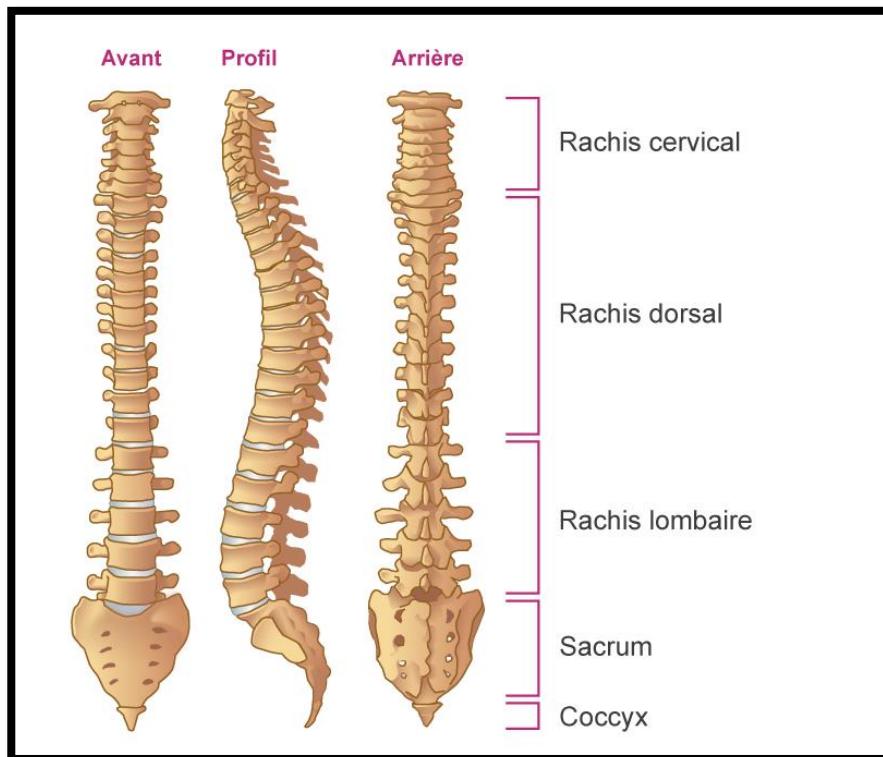


Figure 25: Rachis vue antérieure, postérieure et de profil

2. Ostéologie :

2.1 La vertèbre type :

Une vertèbre se compose d'un corps vertébral (également appelé arc antérieur) et d'un arc postérieur, qui ensemble délimitent le foramen vertébral. (Figure 26)

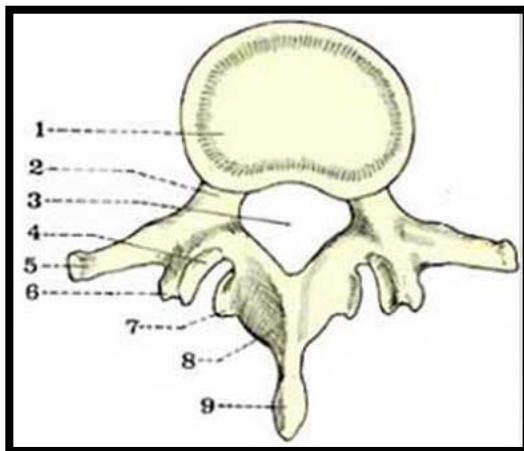


Figure 26 : 1-corps vertébral 2-foramen vertébral 3-9-arc postérieur

2.2 Le corps vertébral :

Il est globalement de forme cylindrique à grand axe vertical avec des faces supérieure et inférieure encore appelées plateaux vertébraux. Ces derniers sont légèrement excavés et criblés de foramen vasculaires au centre, plus compactes en périphérie. Ils entrent chacun en rapport avec un disque intervertébral.

2.3 L'arc postérieur :

Situé à la partie postérieure de la vertèbre, en arrière du corps, il est constitué de plusieurs éléments que sont :

- *Les pédicules* : au nombre de 2, ils sont implantés au niveau des faces postéro-latérales des corps. Chaque bord présente une incisure limitant le foramen intervertébral qui livre passage aux vaisseaux et nerfs spinaux.
- *Les lames* : au nombre de 2, elles sont dirigées obliquement et médialement en bas et en arrière. Elles se réunissent et limitent dorsalement le foramen vertébral

- *Le processus épineux* : il résulte de la jonction des deux lames et se projette en arrière et en bas.
- *Les apophyses transverses* : au nombre de deux, elles prennent forme au niveau de la jonction d'une lame et d'un pédicule et sont dirigées latéralement.
- *Les apophyses articulaires ou processus zygapophysaires* : elles sont au nombre de quatre par vertèbre (2 supérieures et 2 inférieures de chaque côté). Elles naissent de l'union des pédicules et des lames.

Les 2 apophyses articulaires du même côté forment une colonnette verticale qui s'articule avec les apophyses articulaires sus et sous-jacentes.

Les surfaces articulaires supérieures ont une orientation en arrière tandis que les surfaces articulaires inférieures sont orientées en avant.

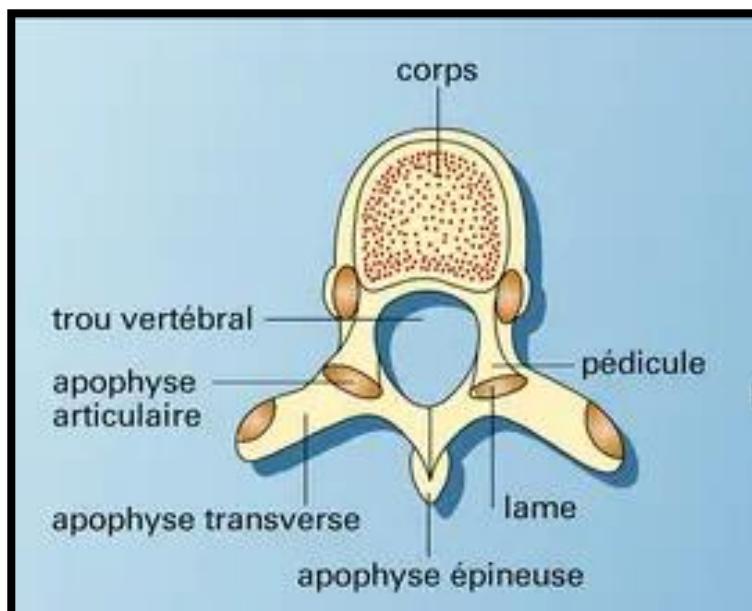


Figure 27: Arc postérieur

2.4 Le canal vertébral :

Le canal vertébral ou trou vertébral est délimité par le bord postérieur du corps vertébral en avant, par les pédicules situés en regard de la moitié supérieure du corps vertébral et par les lames. Il présente un diamètre constant jusqu'à la charnière dorsolombaire.

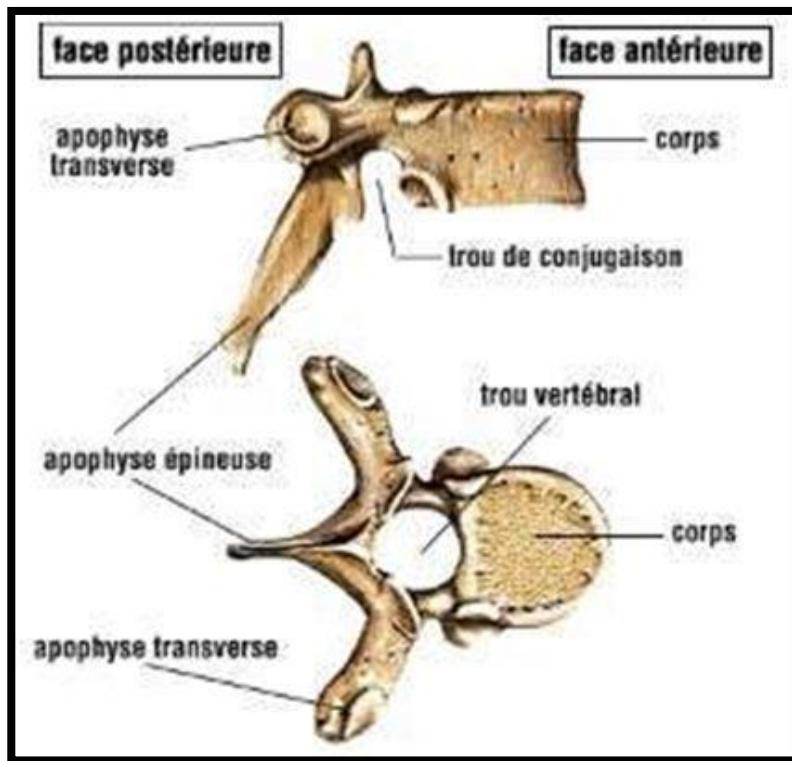


Figure 28 : Vertèbre type et trou vertébral

2.5 Les vertèbres thoraciques D10 – D12 :

Le corps de quasiment toutes les vertèbres thoraciques, présente à la partie postérieure de chacune de ses faces latérales deux facettes articulaires semi-lunaires taillées en biseau aux dépens des rebords supérieur et inférieur de la vertèbre : les fossettes costales.

La fossette costale supérieure s'articule avec la côte de même numéro, l'inférieure avec la côte de numéro $n+1$. Les vertèbres D10, D11 et D12 ont la particularité de ne posséder qu'une seule paire de fossettes costales pour la côte de même numéro.

Elles se situent à l'emplacement des fossettes costales supérieures au niveau de D10 et au milieu des faces latérales au niveau D11 et D12 pour s'articuler avec les côtes flottantes.

Les pédicules sont horizontaux et les lames sont aussi hautes que larges, orientées en bas et en arrière dans un plan quasiment frontal.

Les apophyses transverses de vertèbres dorsales sont orientées latéralement et en arrière. Elles présentent une surface articulaire à la face antérieure de leur extrémité libre, qui répond au tubercule costal. Cependant, les apophyses transverses de D11 et D12 étant peu développées, elles ne décrivent pas d'articulation costo-transversaire .

Les apophyses articulaires supérieures sont orientées en haut et en arrière. Celles inférieures, en bas et en avant. Elles sont disposées en palissade se continuant presque insensiblement avec celui des lames.

Avec les lames, les apophyses épineuses très obliques vers le bas, ferment en arrière le foramen vertébral grossièrement circulaire et qui contient le renflement lombaire de la moelle ainsi que ses racines.

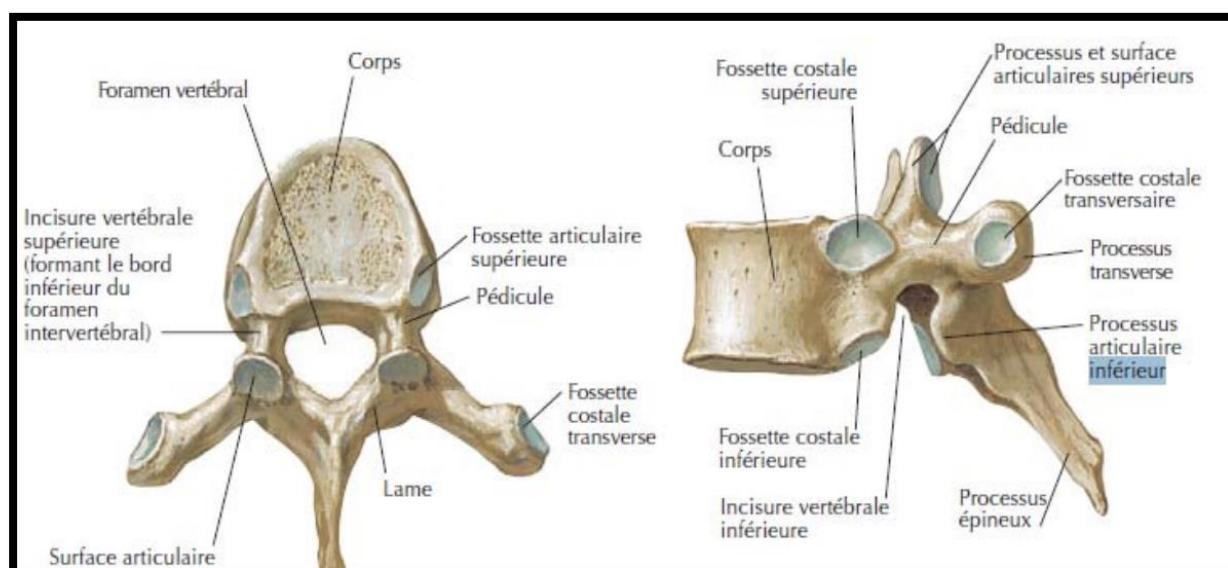


Figure 29 : Vertèbre dorsale type vue de haut et de profil

2.6 Les vertèbres lombaires L1 et L2 :

Les vertèbres lombaires L1 et L2 présentent une morphologie comparable à celle des vertèbres lombaires types, avec les caractéristiques suivantes :

- *Un corps vertébral volumineux et en forme de rein, plus large que haut .*
- *Des pédicules massifs .*

- Des *apophyses transverses* orientées obliquement vers l'extérieur et l'arrière. Ces dernières sont considérées comme des reliquats des côtes, et leur longueur augmente en direction caudale.
- Le *massif articulaire* est plus développé et disposé dans un plan presque sagittal. Les facettes supérieures sont orientées vers le haut, l'intérieur et légèrement vers l'avant, tandis que les facettes inférieures pointent vers le bas, l'extérieur et légèrement vers l'arrière .
- Sur la face latérale du massif articulaire, à l'intérieur et sous l'émergence de l'apophyse transverse, se trouve le tubercule mamillaire, un repère clé pour l'ostéosynthèse du rachis lombaire .
- Les *lames* sont larges, obliques vers le bas et l'arrière, et plus hautes que larges. Elles se rejoignent sur la ligne médiane pour former une apophyse épineuse très massive et rectiligne .
- Le *canal vertébral*, de forme triangulaire, abrite le cône terminal ainsi que les racines de la queue de cheval.

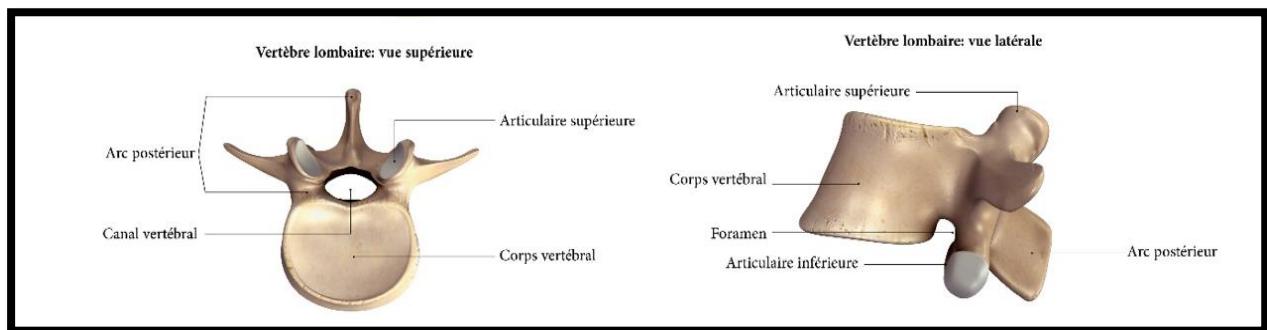


Figure 30 : Vertèbre lombaire type vue supérieure et latéral

3. Arthrologie

3.1 Les Articulations corporéales

- Il s'agit de symphyses articulaires entre les plateaux des corps vertébraux adjacents par l'intermédiaire des disques intervertébraux et dont les moyens d'union sont les ligaments longitudinaux.
- Les plateaux vertébraux sont concaves et recouverts de cartilage hyalin.
- Les disques intervertébraux constitués d'un fibrocartilage périphérique dense, d'un anneau fibreux, d'un cartilage gélatineux central et un noyau pulpeux. Ils ont une forme de lentille biconvexe et leur épaisseur est croissante de T6-T7 à L5-S1.
- Le ligament longitudinal antérieur : tendu de la basilaire exocrânienne de l'os occipital à la face postérieure de S2, il adhère au périoste antérieur des corps vertébraux et aux anneaux fibreux.
- Le ligament longitudinal postérieur : tendu de la face endocrânienne de l'os occipital où il prolonge la membrane tectoria et double les ligaments cruciforme et alaire, jusqu'au coccyx. Il régularise le mur postérieur, en étant plus large sur les disques que sur les corps.

3.2 Les Articulations des arcs postérieurs :

- Les apophyses articulaires supérieures et inférieures sont unies par une capsule et de petits renforcements ligamentaires. Elles constituent les facettes articulaires zygapophysaires.
- Les lames vertébrales sont unies entre elles par les ligaments jaunes, tendus de la face antérieure de la lame sus-jacente au bord supérieur de la lame sous-jacente. Ces ligaments sont particulièrement épais et renforcés dans la région lombaire. Ils limitent la flexion.
- Le ligament interépineux tendu entre le bord inférieur et le bord supérieur de deux processus adjacents.

- Le ligament surépineux (supra-épineux), épais cordon fibreux tendu entre l'apex de chaque processus épineux, de la vertèbre cervicale C7 à la crête sacrale ; il se prolonge crânialement par le ligament nuchal qui se termine sur la protubérance occipitale externe.
- Les processus transverses sont unis par des ligaments inter-transversaires peu développés.

3.3 Les articulations costo-vertébrales :

- L'articulation de la tête costale : unit la tête de la côte aux corps vertébraux de la vertèbre de même numéro et de la vertèbre sus-jacente. Elle se décompose en deux articulations synoviales séparées par le ligament intra-articulaire de la tête costale.
- L'articulation costo-transversaire : de type synovial qui met en contact le tubercule costal et le processus transverse de la vertèbre de même numéro. Elle est renforcée par des ligaments : le ligament costo-transversaire supérieur, le ligament costo-transversaire latéral, le ligament costo-transversaire interosseux et le ligament costo-lamellaire.

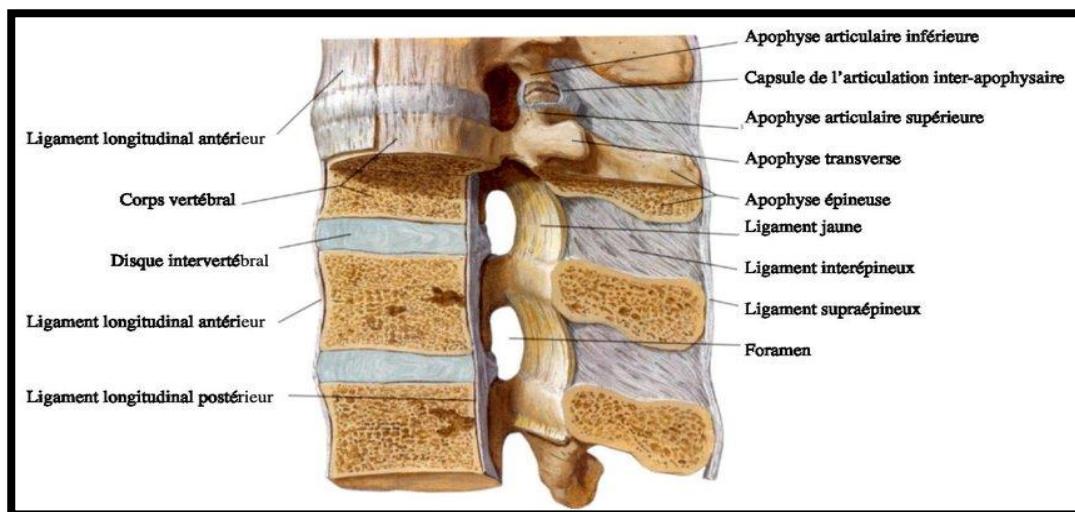


Figure 31 : Système articulaire dorso-lombaire

4. Myologie

1.1 Le groupe latéral ou juxta-vertébral :

Disposé dans le plan frontal des côtes et des apophyses transverses, ce plan musculaire :

- Comprend les muscles intercostaux, le muscle carré des lombes, les muscles psoas (avec les petits muscles inter-transversaires).
- Est doublé de fascias sur ses deux faces, fascias endo et exo thoraciques du côté intercostal, fascia iliaca devant le psoas, fascia de revêtement du carré des lombes en avant et aponévrose du muscle transverse en arrière.
- Subdivise topographiquement la charnière dorsolombaire en une région postérieure et une région antérieure.

Signalons la présence à la face postérieure du carré des lombes, du ligament lombocostal de Henlé s'insérant entre les deux premières apophyses transverses lombaires et la 12ème côte et servant de repère chirurgical pour ne pas effondrer le cul-de-sac pleural toujours situé au-dessus de son bord inférieur.

1.2 Le groupe postérieur :

Placé en arrière de l'aponévrose du transverse, des côtes et des apophyses transverses, il comprend:

- Les muscles érecteurs du rachis qui remplissent les gouttières vertébrales et débordent sur l'aponévrose du transverse.
- Le muscle petit dentelé postérieur et inférieur en haut et le petit oblique de l'abdomen en bas situés en arrière des muscles spinaux,
- Le muscle grand dorsal et son aponévrose tendineuse d'attache, l'aponévrose lombaire, qui recouvrent tous les muscles précédents.

Étant donné l'insertion des muscles spinaux sur toute la surface postérieure du rachis, il s'ensuit que son abord chirurgical ne peut se réaliser que par la désinsertion complète de ces muscles jusqu'à la base des apophyses transverses de façon à respecter leurs pédicules vasculonerveux situés contre la région isthmique des colonnes articulaires.

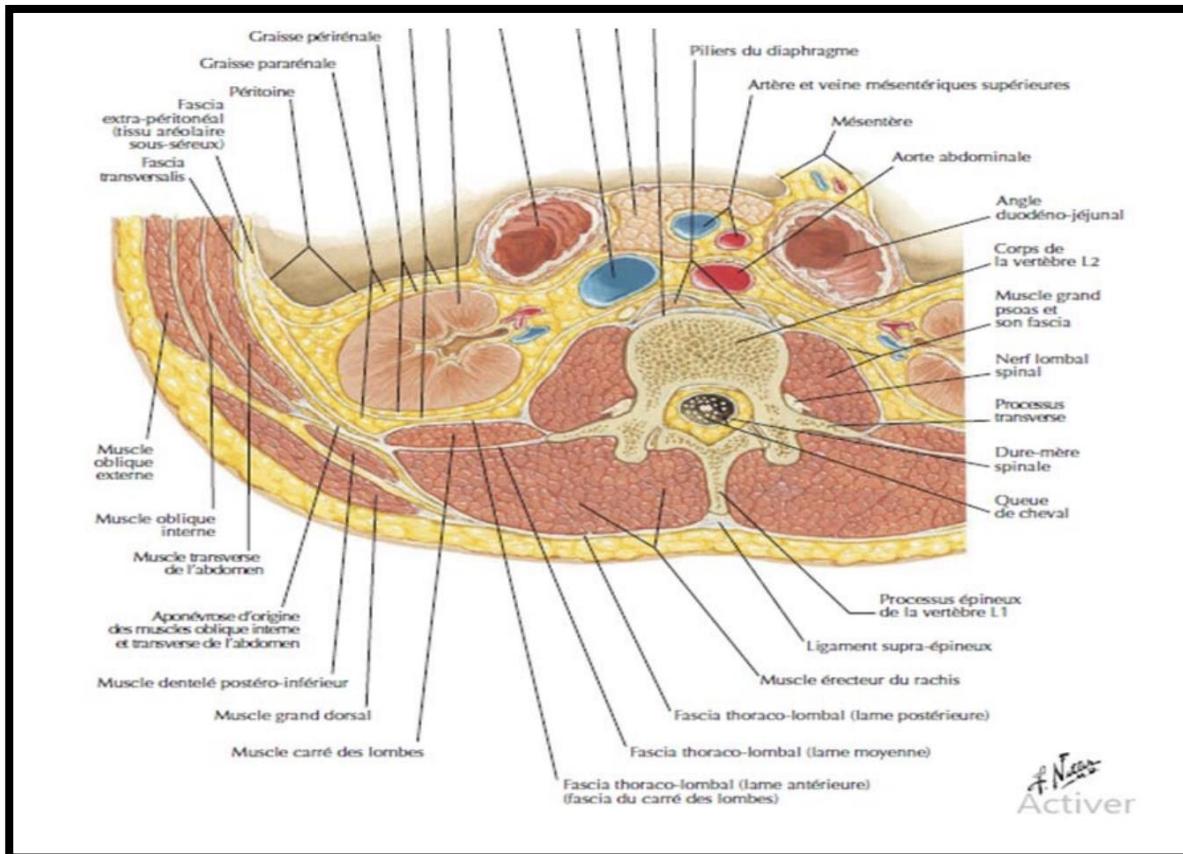


Figure 32 : Coupe transversale de la charnière dorso-lombaire à hauteur de L1

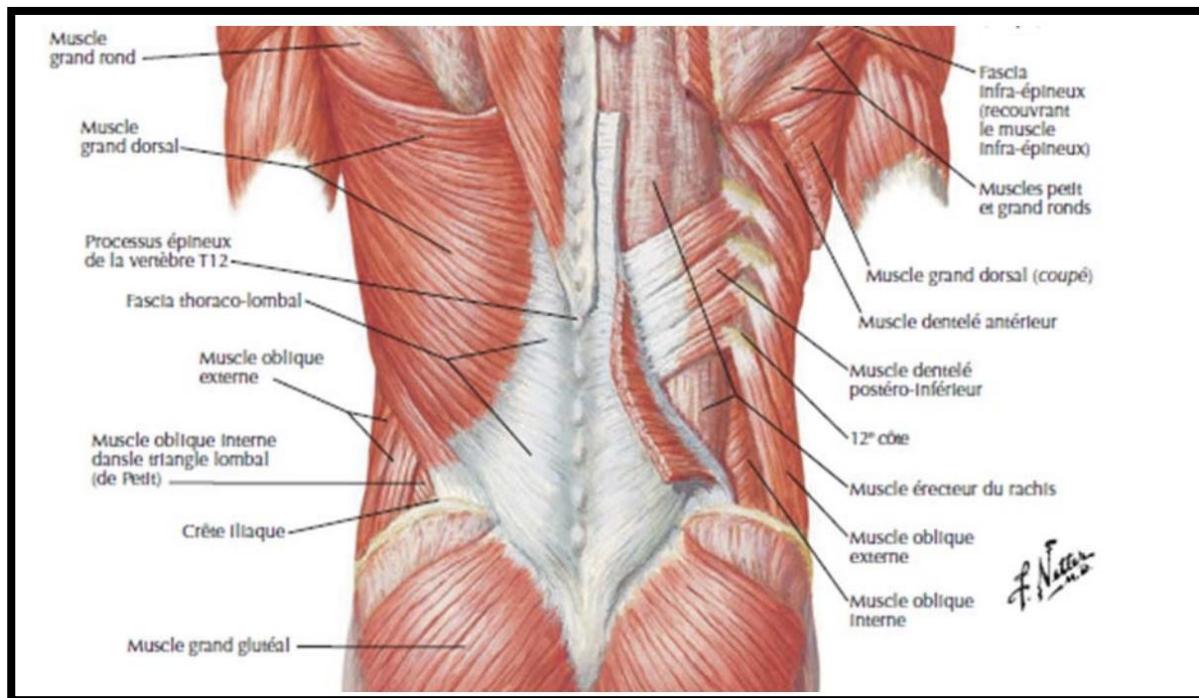


Figure 33 : Muscles du groupe postérieur

1.3 Le groupe antérieur :

Représenté par un seul muscle, le diaphragme, cloison musculo-tendineuse prévertébrale séparant la cavité thoracique de la cavité abdominale. Par sa portion verticale, le diaphragme tapisse toute la face antérieure de la région dorsolombaire.

Devant les corps vertébraux sur la ligne médiane se situe l'orifice ou hiatus aortique du diaphragme formé par les piliers droit et gauche. Ces piliers s'insèrent sur la face antérieure des trois premières vertèbres lombaires en se confondant avec le ligament longitudinal antérieur. Ils entourent l'aorte et s'entrecroisent au-devant d'elle pour terminer l'orifice qui se projette à hauteur de D12. L'aorte adhère à la partie antérieure de l'orifice mais s'en trouve complètement libre sur toutes les autres faces qui deviennent ainsi les faces chirurgicales pour mobiliser l'aorte.

A partir de cet orifice, des fibres charnues constitueront la portion verticale du diaphragme s'entrecroisant à nouveau pour former un deuxième orifice, le hiatus œsophagien situé légèrement à gauche bien plus antérieur à la région. De chaque côté des piliers du

diaphragme se trouve l'arcade du psoas ou ligament arqué médial dont les insertions se font sur les flancs de L1 et le sommet des apophyses transverses de LI, exceptionnellement de L2.

En dehors de ces arcades du psoas se situent les insertions de l'arcade du carré des lombes (ligament arqué latéral) entre le sommet de l'apophyse transverse de L1 et la pointe de la 12ème côte ou de la 11ème lorsque la 12ème

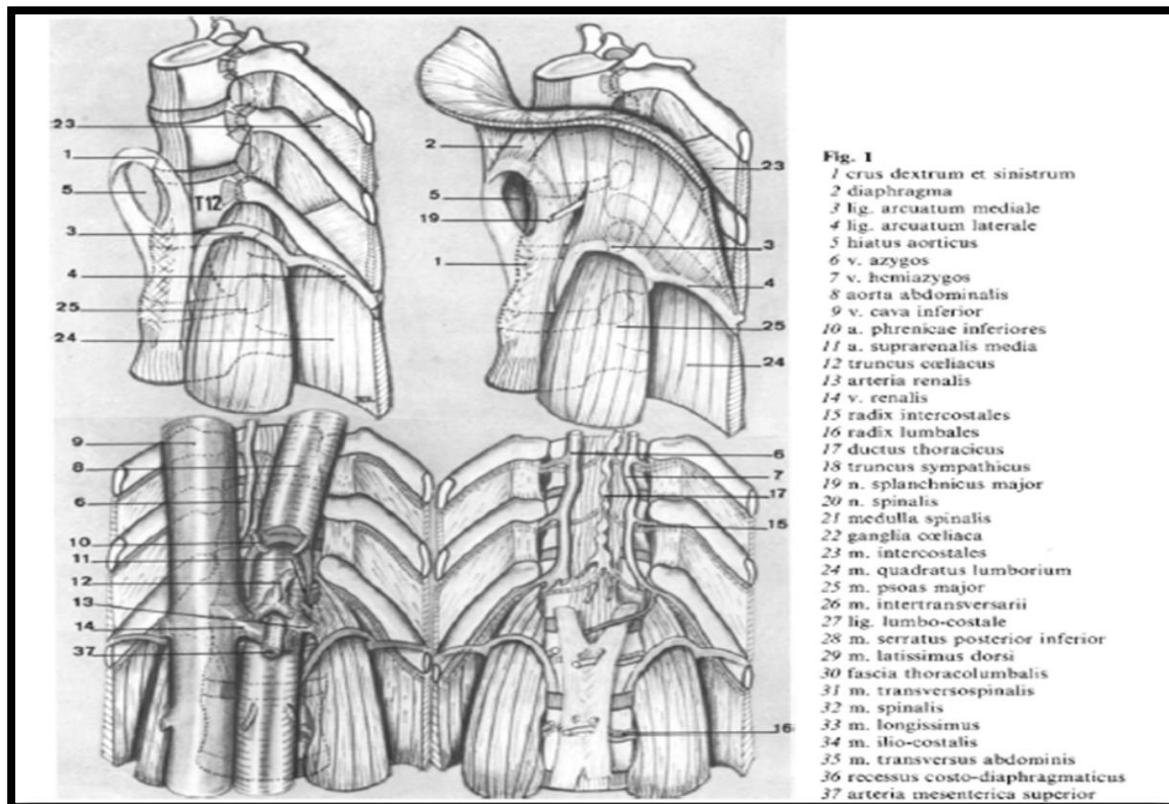


Figure 34.: Vue antérolatérale de la région dorsolumbraire

5. Contenu du canal vertébral

Le contenu du canal vertébral peut être étudié en considérant les espaces intradural et épidural :

- Dans l'espace intradural, loge de haut en bas, le renflement lombaire et le cône terminal de la moelle épinière ainsi que la partie initiale du filum terminal et les portions intradurales descendantes des racines de la queue de cheval.

- Dans l'espace épidual : on retrouve les plexus veineux périduraux, la graisse péridurale et de façon étagée, les racines sortantes thoraciques et lombaires.

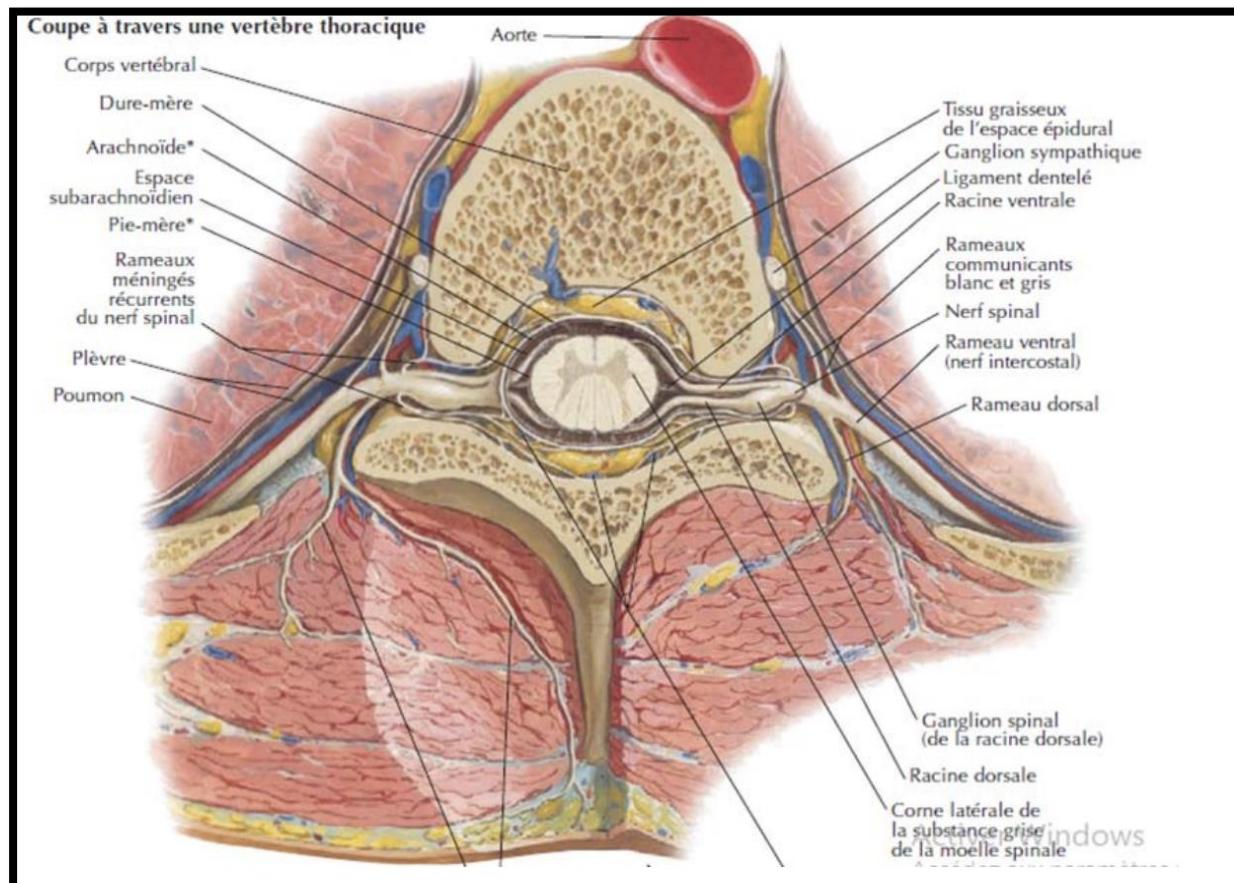


Figure 35 : Coupe transversale des structures intracanalaires du rachis dorsal

6. Éléments vasculaires

La disposition des éléments vasculaires est sujette à des variations. Cependant, de façon générale, leur description peut être approchée selon une arborescence à 3 niveaux :

6.1 L'axe aortico-cave :

L'aorte à gauche et la veine cave inférieure à droite représentent pour tous les abords chirurgicaux du rachis dorsolombaire, la limite antérieure à ne pas dépasser. Dans la partie supra diaphragmatique, les deux vaisseaux divergent en étant séparés par la paroi postérieure

du diaphragme. En infra diaphragmatique, elles sont accolées devant les corps vertébraux, débordant plus à droite qu'à gauche.

Leurs branches collatérales sont antérieures viscérales (diaphragmatiques inférieures, surrénales, rénales, génitales, et postérieures pariétales (intercostales et lombaires).

6.2 Les vaisseaux collatéraux pariétaux :

De situation rétro aortico-cave, ce sont les 3 derniers pédicules intercostaux et les 2 premiers pédicules lombaires. Les artères naissent des flancs de l'aorte et les veines joignent le système azygos au niveau dorsal et la veine cave inférieure au niveau lombaire. Ces vaisseaux pariétaux décrivent un trajet circonférentiel où se connectent à la partie postérieure, selon une disposition étagée métamérique, les vaisseaux dorso-spinaux et les vaisseaux intrarachidiens.

6.3 Les vaisseaux dorso-spinaux et intra-rachidiens :

Les vaisseaux dorso-spinaux sont destinés aux parois ostéo-musculaires et cheminent entre les apophyses transverses et articulaires.

Les vaisseaux intrarachidiens (radiculo-médullaires) sont repérés à hauteur de leur passage par les trous de conjugaison, parfois d'un tronc commun avec les vaisseaux dorsospinaux. Ils mettent en relation le cercle vasculaire péri-médullaire et les vaisseaux collatéraux pariétaux.

Sur le plan artériel, l'une des branches intra rachidiennes particulièrement développée constitue l'artère d'Adamkiwiecz dont l'émergence est à gauche variable entre D8 et L5. Malgré des suppléances vasculaires entre les branches artérielles intrarachidiennes, l'artère d'Adamkiewicz est la principale branche nourricière du renflement lombaire de la moelle épinière.

7. Éléments nerveux

Les racines spinales des trois derniers nerfs intercostaux et des deux premiers nerfs lombaires, sortent du rachis par les trous de conjugaison correspondants et cheminent, pour les dorsaux, au niveau des espaces intercostaux où ils peuvent servir de fil conducteur pour certaines techniques d'abord latéral du rachis.

Les nerfs lombaires ayant un trajet vertical au milieu des deux chefs du psoas, ne peuvent jouer aucun rôle de repère et au contraire doivent être évités.

La chaîne sympathique dorsale chemine sur les flancs des dernières vertèbres dorsales immédiatement au-devant des têtes costales sous la plèvre pariétale.

La chaîne lombaire au-dessous du diaphragme chemine dans l'angle formé par les flancs aortico-caves et le relief des muscles psoas.

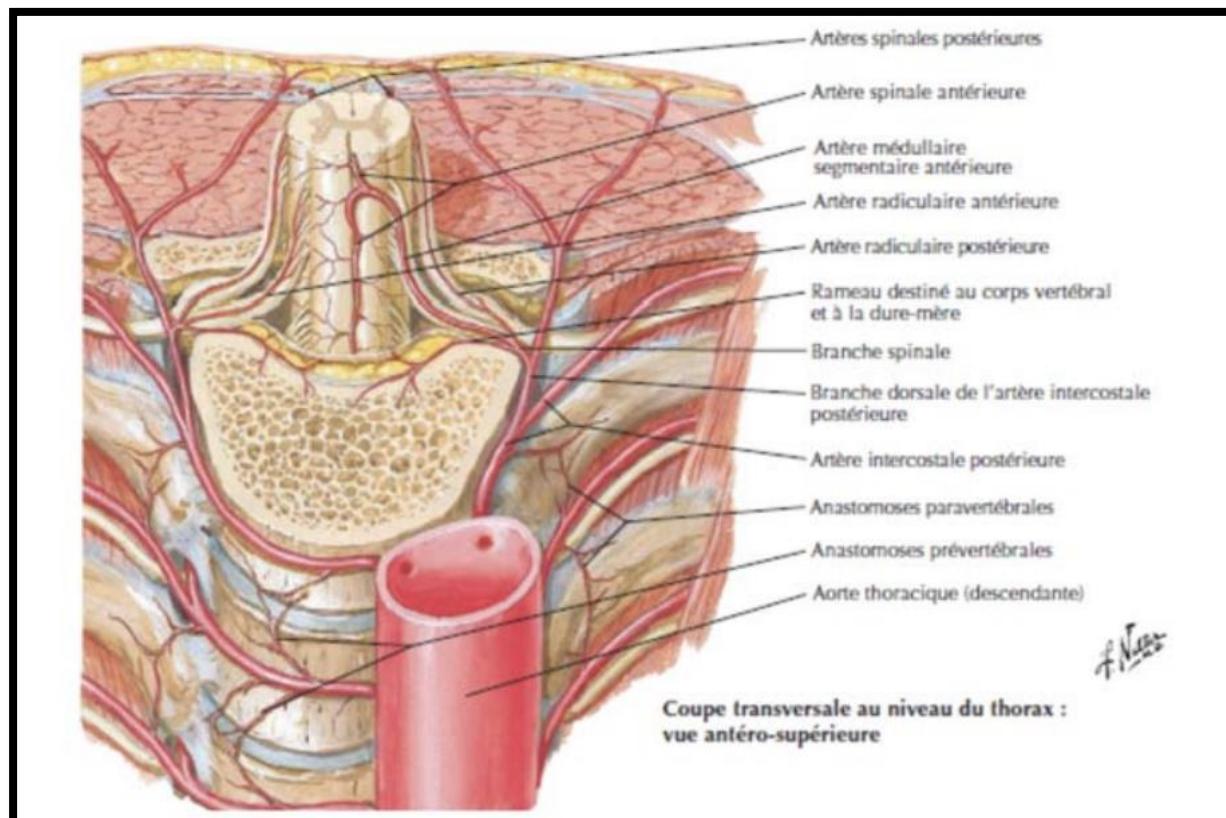


Figure 36: Arborescence artérielle métamérique spino-médullaire

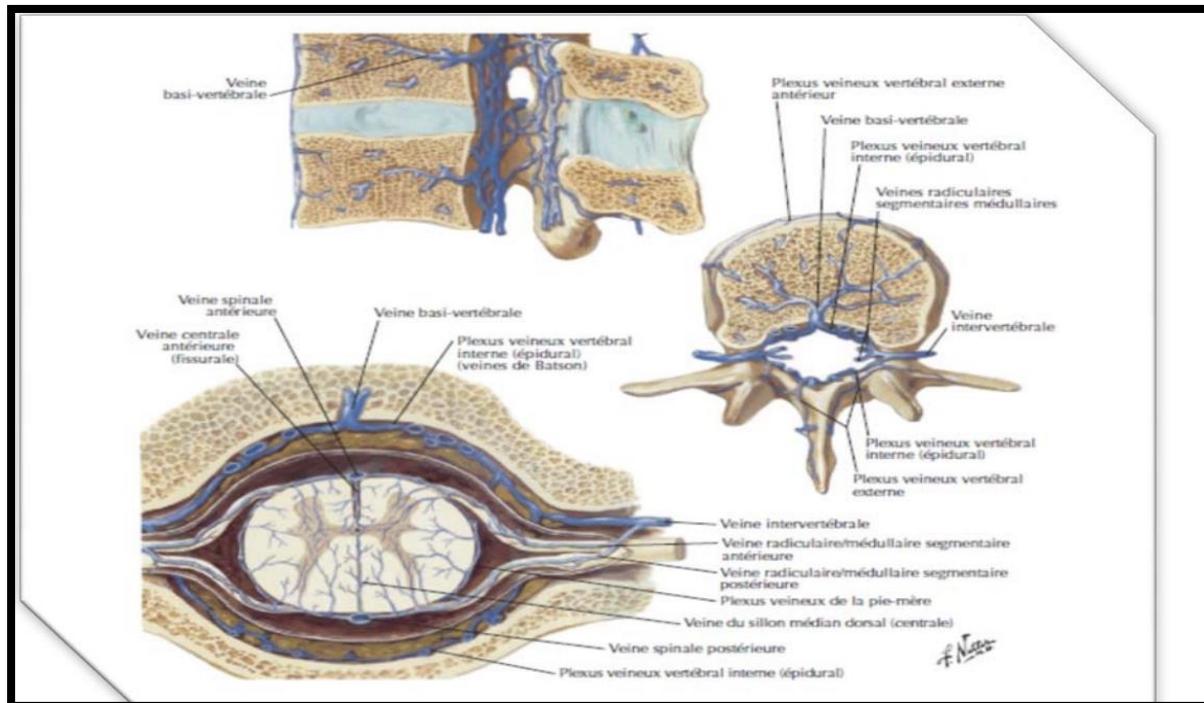


Figure 37 : Arborescence veineuse métamérique spino-médullaire

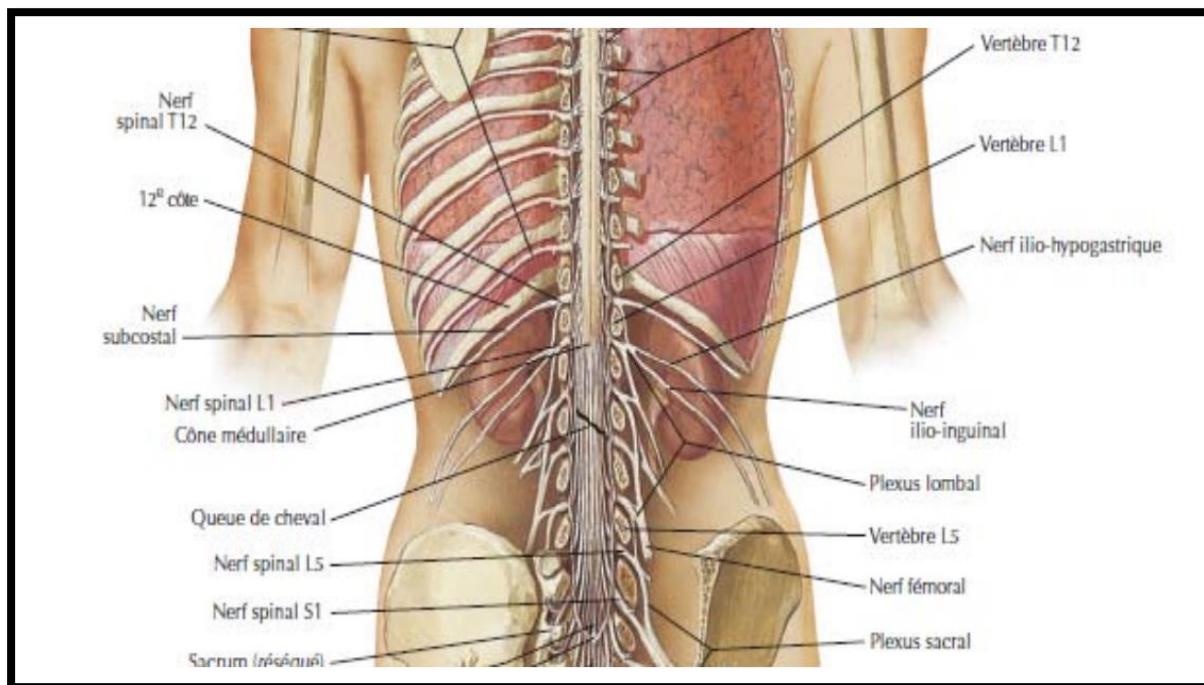


Figure 38 : Vue postérieure in situ de la moelle et des racines spinales

8. Rapports viscéraux

8.1 Les rapports sus-diaphragmatiques avec la cavité thoracique :

Sur la ligne médiane, se situe la partie inférieure du médiastin postérieur représentée par l'aorte thoracique, doublée en arrière par le canal thoracique et l'origine des veines azygos, et sur les côtés la chaîne sympathique et les grand splanchniques. Le bas-fond de cette région est le récessus vertébro-diaphragmatique ou espace infra-médiastinal postérieur de Rossi où le diaphragme n'est couvert d'aucune séreuse.

Latéralement se situent les culs-de-sac pleuraux costo-diaphragmatiques (récessus costo-diaphragmatiques) dont l'un des feuillets recouvre la face postérieure du diaphragme en lui adhérant intimement. Le bord inférieur du poumon ne descend jamais à moins de 3 cm du cul-de-sac pleural laissant ainsi une zone muette (Huard et Montagné). La limite inférieure du cul-de-sac pleural coupe en effet la 11ème côte à 12 cm de la ligne des épineuses, la 12ème à 6 cm et remonte au niveau du col de la 12ème côte.

8.2 Les rapports sous-diaphragmatiques abdominaux :

Ils se font sur la ligne médiane avec la région cœliaque de Luschka et sur les côtés avec les loges surréno-rénales. La face inférieure du diaphragme est recouverte de péritoine très adhérent, des coupoles jusqu'à 8 cm des insertions des piliers postérieurs.

En arrière de cette zone se trouve l'espace rétropéritonéal où le diaphragme est recouvert seulement par les éléments postérieurs des loges surréno-rénales : le fascia péri-rénal et la graisse para-rénale de Gérota.

Les rapports viscéraux plus antérieurs intra-péritonéaux (estomac, foie, rate, bourse omentale) un moindre intérêt dans les abords de la charnière dorsolombaire.

II. Biomécanique du rachis dorso-lombaire :

Le rachis supporte des charges importantes en raison du poids du corps sus-jacent et des forces générées par les efforts de soulèvement, ce qui nécessite une grande stabilité. En même temps, il doit, avec les hanches, assurer la mobilité du tronc.

1. La stabilité rachidienne :[6-9]

La stabilité rachidienne est définie par Louis comme la qualité du rachis grâce à laquelle les pièces vertébrales maintiennent leur cohésion lors des mouvements physiologiques du corps[8].

L'instabilité est une notion biomécanique signifiant la perte de rigidité. Le rachis n'étant pas un édifice rigide, Saillant[10] utilise le terme de déstabilisation du rachis et définit l'instabilité comme l'atteinte de l'un des éléments de stabilité du rachis. Cette notion est valable aussi bien au niveau du rachis cervical qu'au niveau du rachis dorsolombaire[11]. La déstabilisation est la perte de l'un ou de plusieurs éléments de stabilité, avec un passage d'un état d'équilibre stable vers un état d'équilibre instable, sans retour à la position d'équilibre initiale. Cette phase est souvent transitoire avec une évolution soit vers un nouvel état d'équilibre instable, soit vers une restabilisation dans une position vicieuse. La déstabilisation est évolutive et variable dans le temps. Selon White et Panjabi[12,13], l'atteinte de la stabilité est tridimensionnelle, un mouvement principal n'étant jamais isolé.

- La stabilité intrinsèque du rachis est maintenue par le triple appui vertébral, comprenant le corps vertébral et les zygapophyses, ainsi que par les différentes structures fibreuses : l'annulus fibrosus, les ligaments longitudinaux antérieur et postérieur, les ligaments jaunes, ainsi que les ligaments interépineux et supraépineux.
- La stabilité extrinsèque est assurée par les muscles érecteurs du rachis, qui, grâce à de faibles contractions, permettent une adaptation continue de la posture.

- De par sa structure polyarticulaire, le rachis possède des possibilités dynamiques variées en fonction du niveau considéré.
- Au niveau de la jonction thoraco-lombaire, la juxtaposition des cinq vertèbres de T10 à L2, réalise une charpente solide et mobile. Du point de vue dynamique, il s'agit d'une région charnière entre, dans le plan sagittal, un rachis dorsal peu mobile en flexion et un rachis lombaire très mobile et, dans le plan horizontal, entre un rachis lombaire peu mobile en rotation et un rachis dorsal inférieur très mobile en rotation du fait de l'orientation des articulaires dorsales et de l'absence de gril costal fixe. Cette double discontinuité dynamique est à l'origine de l'importante vulnérabilité de cette zone aux traumatismes. La colonne thoracique est la région la moins mobile en raison de la stabilité apportée par la cage thoracique. La colonne lombaire devient cependant moins rigide et le plus éloignée de la région thoracique.

Pour cela, les conditions dégénératives sont plus susceptibles de prendre lieu au niveau distal, alors que les traumatismes sont plus visibles en proximal dans la région thoracolombaire.

Toujours au regard de la stabilité en statique, la posture est décrite par une succession de courbures inversées dans le plan sagittal, développées au cours de la croissance, qui augmentent la résistance du rachis aux efforts de compression axiale) : la lordose cervicale, la cyphose thoracique, la lordose lombaire et la cyphose sacrée. Le rôle de ces courbures est d'absorber les forces de réaction du sol et de transmettre les charges (poids) de la partie supérieure du corps vers les extrémités inférieures, de manière à ce que les articulations intervertébrales supportent uniquement 25–47% de la contrainte totale verticale.

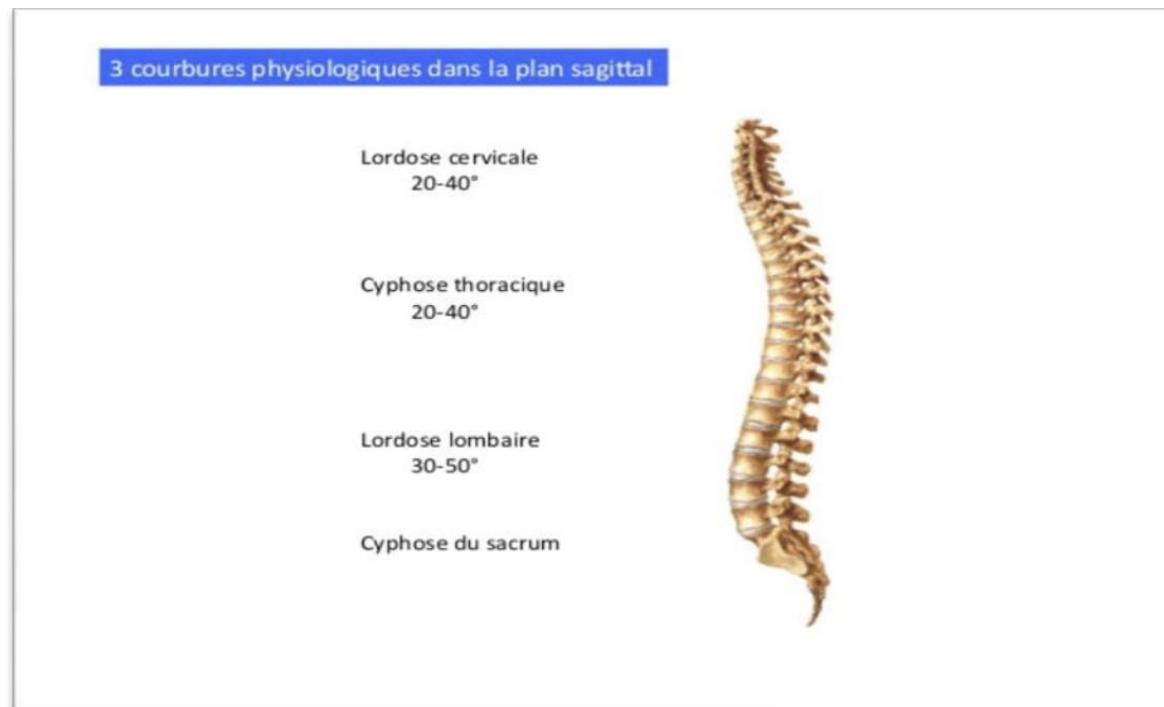


Figure 39 : Différentes courbures du rachis

2. La cinétique rachidienne [14]

Le disque intervertébral permet une grande étendue de mouvements entre deux vertèbres (6 degrés de liberté), mais ceux-ci sont limités par le jeu des articulations zygapophysaires et la mise en tension des ligaments. Plus précisément, les massifs articulaires se comportent comme des guides dont la fonction est d'orienter le mouvement, et les structures capsulo-ligamentaires et les muscles comme des freins qui vont rendre le mouvement harmonieux et lui donner des limites physiologiques. Les amplitudes de ces mouvements sont très variables suivant les individus (âge, sexe, musculature et élasticité des tissus) et suivant le niveau considéré.

- L'axe antéropostérieur dans le plan sagittal définit la flexion-extension.
- Le mouvement de flexion-extension semble avoir une amplitude totale variable selon les différents auteurs, entre 57° et 90°.
- L'axe transversal dans le plan frontal définit le mouvement d'inclinaison latérale droite et gauche.

- L'inclinaison latérale unilatérale (droite ou gauche) se chiffre entre 20–28° avec une forte limitation (amplitude quasi-nulle) au niveau L5-S1, du fait de l'existence des ligaments ilio-lombaires.

La rotation axiale est très réduite, du fait de la configuration des articulations zygapophysaires; ce mouvement se produit autour d'un axe situé en zone postérieure, sollicitant ainsi le disque intervertébral en cisaillement, ce qui le limite fortement (entre 5° et 13°).

Étant donné que l'inclinaison latérale et la rotation axiale sont couplées (dû à la disposition des facettes articulaires postérieures), les efforts appliqués sur les disques intervertébraux lors des mouvements physiologiques sont une combinaison de compression, traction et cisaillement.

Il existe d'autres mouvements :

- Glissement d'avant en arrière.
- Compression (rapprochement).
- Distraction (éloignement).

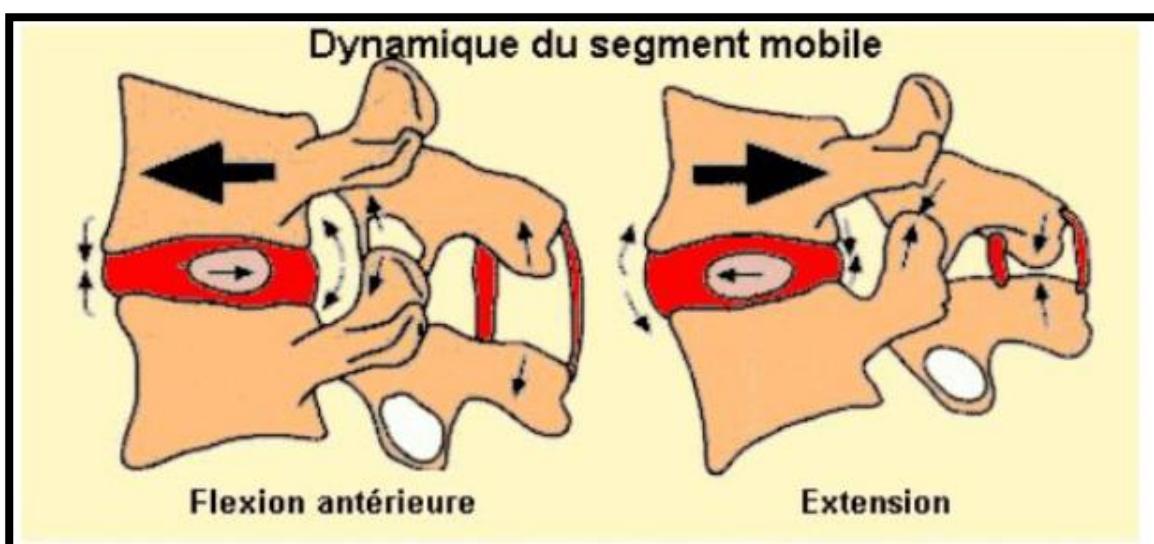


Figure 40: Mouvement flexion-extension du rachis

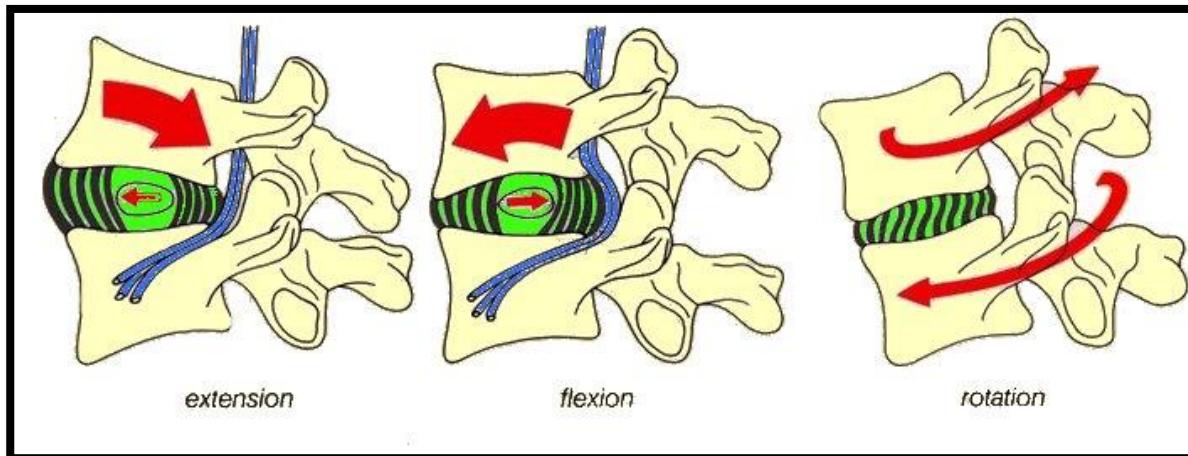


Figure 41: Mouvements flexion-extension et rotation du rachis

III. Physiopathologie vertébro-médullaire des lésions du rachis dorso-lombaire [15,16]

Les fractures du rachis dorsolombaire résultent généralement d'accidents à haute cinétique. En raison de sa nature transitionnelle entre le rachis thoracique, relativement rigide, et le rachis lombaire, plus flexible, la charnière dorsolombaire est la région la plus fréquemment affectée lors des traumatismes du rachis dorsolombaire.

La compréhension de la biomécanique du rachis est essentielle pour appréhender les traumatismes rachidiens et leurs mécanismes. La notion de stabilité et d'instabilité constitue un pilier de cette biomécanique, bien que sa détermination soit parfois difficile. Toutefois, cette distinction est cruciale dans la prise en charge, notamment pour décider d'une approche chirurgicale ou non chirurgicale. Les résultats et conclusions issus de diverses études ne peuvent être systématiquement appliqués à l'interprétation morphologique des fractures, comme l'ont montré les différentes méthodes d'analyse.

La classification des fractures a évolué au fil du temps, parallèlement aux avancées dans la compréhension de la biomécanique, des mécanismes des traumatismes et de l'identification des éléments de stabilité vertébrale. À ce jour, plusieurs systèmes de classification ont été développés, intégrant plus ou moins le concept de stabilité.

1. Les mécanismes élémentaires[17,18] :

Dans l'ensemble, les mécanismes de base sont la compression, la traction, la rotation et le cisaillement. Ces forces peuvent s'exercer de manière indépendante ou combinée. Théoriquement, elles peuvent s'appliquer dans n'importe quel plan de l'espace. En pratique, la compression prédomine dans le plan crano-caudal, la traction dans le plan sagittal, et la rotation dans le plan axial transverse.

1.1 La compression[7,16,19,20] :

On parle de mécanisme de compression si la force traumatique agit perpendiculairement aux plateaux vertébraux. C'est le mécanisme le plus fréquent. Ce mécanisme implique généralement la colonne antérieure (ligament longitudinal antérieur et moitié antérieure du corps vertébral). Il regroupe environ deux tiers des lésions traumatiques vertébrales. La nature des lésions dépend de la violence du traumatisme et de l'état du disque.

Les fractures de compression résultent donc d'une charge axiale sur une colonne vertébrale fléchie. Ces fractures sont stables parce que la colonne médiane est intacte, une exception étant lorsque la colonne antérieure a été fortement compressée avec rupture du complexe ligamentaire postérieur. La douleur est le principal symptôme et les déficits neurologiques ont tendance à être assez peu fréquents, car une telle fracture n'implique pas de rétropulsion de fragments osseux dans le canal vertébral.

- Les contusions osseuses sont des lésions à faible énergie. Elles sont en rapport avec des fractures de l'os trabéculaire respectant l'os cortical.
- **Le tassement vertébral** correspond à une perte de hauteur du corps vertébral. Expérimentalement, il survient sur un nucléus altéré. L'atteinte prédomine sur le plateau supérieur. Il peut également s'agir d'une fracture isolée du plateau inférieur. Il est de type cunéiforme si la compression survient sur un rachis en légère flexion. Il est global si la compression agit dans un plan strictement vertical.(Figure 42)
- **La fracture-séparation** répond à une impaction du nucléus pulposus sur le plateau vertébral supérieur de la vertèbre sous-jacente. Cette lésion ne peut théoriquement

survenir que si le nucléus est sain. Le trait de fracture est vertical et siège de préférence dans un plan frontal d'où l'image en diabolo sur une radiographie de profil.

1.2 La fracture – éclatement ou « burst fractures » (Figure 43)

Représentant la majorité des blessures thoraco-lombaires, la fracture d'éclatement implique, par compression à la fois les colonnes antérieure et moyenne et est causée par une charge axiale . Cette fracture se caractérise par une perte de hauteur de la colonne antérieure et une perturbation de la paroi postérieure du corps vertébral. Par rapport aux autres fractures par compression, les fractures par éclatement sont relativement instables selon la classification proposée par Denis(21). Cependant, certains auteurs pensent que certaines fractures éclatées peuvent être considérées comme des fractures stables[22]. Dans la classification AO, les fractures éclatées peuvent être codées comme fractures A3 ou C, ce qui indique une grande variance du degré de stabilité à la rupture. Les patients présentant des fractures éclatées subissent fréquemment une perte de correction et une défaillance de l'implant après réduction postérieure et instrumentation pédiculaire à segment court[23,24] . Les fragments osseux rétropulsés du corps vertébral conduisent souvent à une altération du canal rachidien et à des lésions ultérieures du contenu neuronal. Le risque nerveux peut se manifester en avant ou en arrière du canal vertébral :

- La neuro-agressivité du chevalet antérieur est la somme de l'angulation sagittale et du fragment osseux inter-pédiculaire basculé dans le canal dont la tomodensitométrie évalue la sténose avec précision.
- La neuro-agressivité postérieure existe avec l'éclatement de l'arc postérieur qui peut provoquer la déchirure du fourreau méningé sous-jacent. Des radicelles nerveuses parfois incarcérées dans le foyer de fracture postérieure doivent rendre très minutieux les gestes de laminectomie.

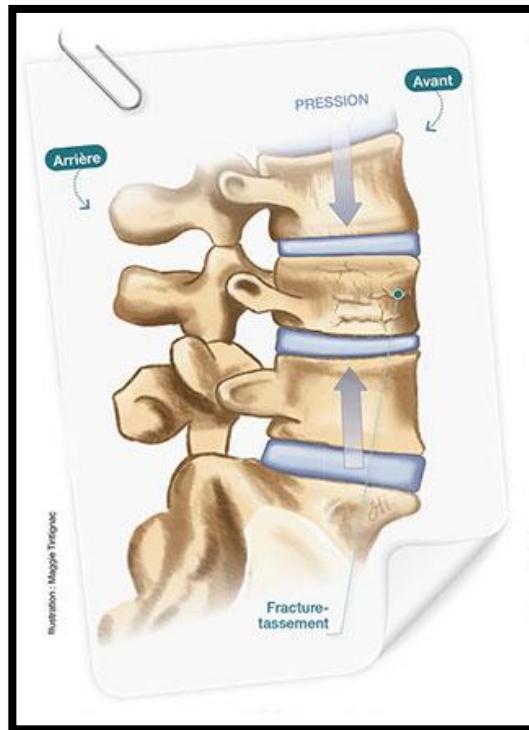


Figure 42 : Fracture tassemement vertébral

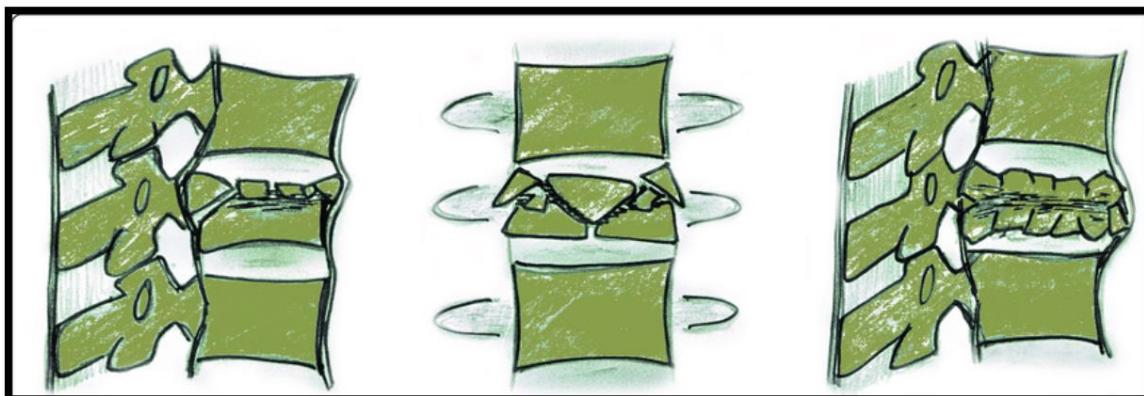


Figure 43 : Fracture éclatement vertébral

1.3 Les lésions par traction (flexion-distraction) :

Ces lésions représentent environ 15 % des traumatismes du rachis. Un traumatisme de traction survient lorsque la force s'exerce perpendiculairement à l'axe du rachis, généralement dans le plan sagittal, avec un axe de rotation situé au niveau ou en avant de la colonne antérieure. Ce type de lésion provoque un mouvement d'hyperflexion lorsqu'elle agit

d'arrière en avant, et d'hyperextension lorsqu'elle agit dans le sens inverse. Ces traumatismes entraînent une mise en tension des différentes structures du segment mobile rachidien. Toutefois, les traumatismes de traction sont rarement isolés. Le plus souvent, ils résultent d'un point d'appui sur la vertèbre, donnant lieu à des lésions en flexion-compression, où les forces sont réparties de part et d'autre du pivot de rotation.

Ces lésions touchent généralement la colonne postérieure et centrale, ou peuvent affecter les trois colonnes du rachis. Elles surviennent fréquemment lors d'accidents de la route, notamment chez les personnes portant une ceinture de sécurité, et peuvent affecter à la fois les tissus mous et/ou les structures osseuses. Les lésions de flexion-distraction sont classées comme des lésions de type B selon la classification AO.

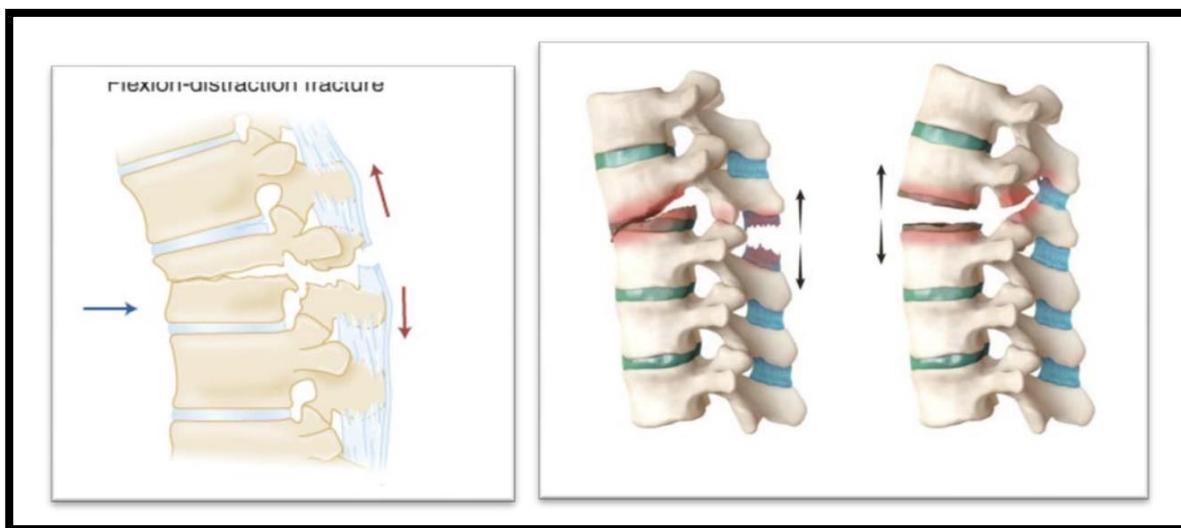


Figure 44 : Lésions de flexion-distraction

1.4 Les lésions par rotation et/ou cisaillement :

Ces lésions résultent d'un mouvement de torsion ou de translation appliqué perpendiculairement à l'axe du rachis dans un plan horizontal. Elles sont caractéristiques des traumatismes à haute énergie et doivent être systématiquement envisagées chez le polytraumatisé. Représentant environ 19 % des lésions rachidiennes, elles sont souvent accompagnées de complications neurologiques. Les tassements et déplacements intervertébraux sont observés en plan sagittal et/ou coronal. En plus des fractures verticales et

horizontales déjà mentionnées, on observe également des fractures zygapophysaires, des fractures des processus transversaires, des décapitations ou des luxations inter-apophysaires postérieures. Ces blessures sont très instables et impliquent les trois colonnes du rachis.

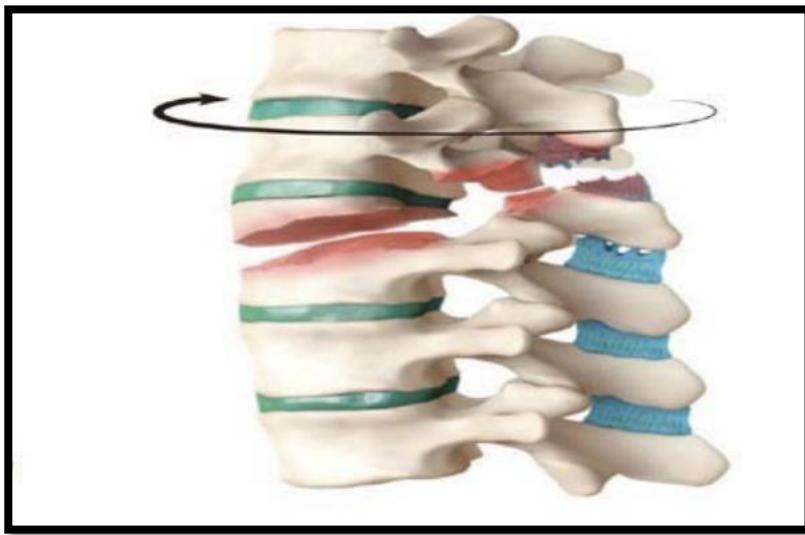


Figure 45 : Lésions du rachis par rotation

2. Physiopathologie de la lésion médullaire:[25,26]

Lors des traumatismes, la force exercée sur la moelle épinière résulte généralement d'une combinaison de pressions agissant sur les colonnes vertébrales, entraînant une lésion médullaire. Cette dernière est présente dans 14 à 30 % des fractures de la colonne vertébrale.

2.1 Les aspects lésionnels :[27,28]

Les aspects lésionnels les plus fréquemment observés au décours d'un traumatisme médullaire sont :

a) **La commotion médullaire ou « choc spinal » :**

Il s'agit d'un désordre fonctionnel survenant lors d'un traumatisme sévère au voisinage du rachis, sans compression ni dilacération de la moelle elle-même. C'est un état transitoire de dépression des fonctions médullaires sans lésion anatomique décelable. Il s'agit d'un bloc de conduction où tous les réflexes sont abolis, mais sans lésion véritable de la moelle. C'est un

syndrome qui récupère totalement en 48 heures au plus, spontanément ou après réduction du déplacement.

b) **La contusion médullaire :**

Lésion médullaire définitive mais incomplète par un traumatisme contondant de la moelle, avec pour traduction anatomique une moelle œdématisée et ecchymotique en surface. Mais la récupération neurologique reste incomplète et aléatoire, ce qui la distingue de la commotion.

c) **La dilacération médullaire :**

Il s'agit d'une interruption du tissu médullaire, avec éclatement du fourreau dural et écrasement de la substance médullaire, parfois réduite à une véritable « bouillie » nécrotique et infarcie. Elle peut être occasionnée par des fragments osseux, par une blessure avec une arme blanche ou arme à feu, par une fracture luxation ou par un étirement médullaire excessif.

d) **Les lésions péri-médullaires :**

- *Les hémorragies péri-médullaires* : les hématomes périduraux et les hématomes sous-duraux sont fréquents, mais ils sont rarement responsables d'une compression significative du tissu nerveux. Les hémorragies sous arachnoïdiennes ne s'observent jamais dans cette étiologie.
- *Les kystes arachnoïdiens* : ils peuvent former de véritables méningocèles intra-rachidiennes éventuellement responsables d'aggravations neurologiques tardives.

e) **La compression médullaire :**

Elle se voit lorsque le diamètre antéro-postérieur du canal est réduit d'au moins 50 %, elle peut être causée par une luxation vertébrale ou par des fragments osseux intracanalaires.

2.2 La lésion secondaire :

Ces lésions surviennent au-dessus et au-dessous de la lésion primaire. L'ischémie médullaire est le mécanisme principal de constitution de ces lésions. Un traumatisme médullaire entraîne une perte d'autorégulation rendant le débit sanguin global et/ou régional complètement dépendant de la pression de perfusion. Se créent alors des zones de pénombres ischémiques qui participent à l'évolution d'un traumatisme médullaire et pourraient être

accessibles à un traitement visant à restituer un débit médullaire dans cette zone. Les phénomènes vasculaires sont impliqués soit au moment de l'impact, soit secondairement au travers d'une anomalie de l'hématose (hypoxie, hypercapnie), d'une anomalie de l'hémodynamique ou de lésions micro ou macro circulatoires et participent ainsi à la constitution de ces lésions secondaires. La limitation de ces lésions secondaires est à l'origine de multiples études à la recherche d'agents pharmacologiques capables d'arrêter cette cascade d'événements .

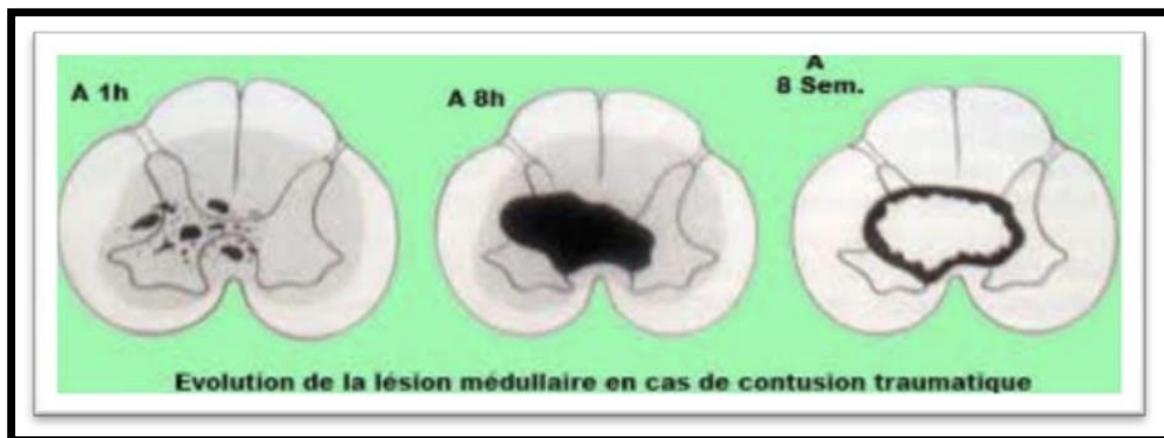


Figure 46 : La contusion médullaire et son évolution dans le temps de une heure à huit semaines selon Senegas

2.3 Caractéristiques histologiques des lésions médullaires traumatiques [29]

La lésion initiale, conséquence directe du traumatisme mécanique déclenche une cascade de réactions médullaires et cellulaires, commençant dans les premières minutes suivant le traumatisme, pouvant se poursuivre pendant quelques jours ou quelques semaines et aboutissant à la lésion définitive responsable du handicap clinique. La manifestation clinique définitive d'un traumatisme médullaire résulte de toute une série de modifications dynamiques survenant au sein du tissu traumatisé. Cette lésion secondaire est le résultat de tous les changements tissulaires pathogènes. Différents mécanismes et réactions interviennent dans la genèse de cette lésion, mais les mécanismes principaux sont les suivants :

2.4 La phase aiguë[27,30]

- L'apparition rapide des sites hémorragiques dans la zone centrale de la moelle traumatisée est actuellement un fait solidement établi [30]. Les premiers signes visibles sont des altérations de la micro-vascularisation de la substance grise, puis apparaissent des pétéchies hémorragiques. Ces lésions vasculaires s'étendent progressivement à toute la substance grise et dans une moindre mesure à la substance blanche. Cette hémorragie peut être due à la rupture mécanique des parois des artéries et des veines lors du traumatisme. Les phénomènes hémorragiques apparaissent très tôt (15 mn après le traumatisme) et progressent rapidement [18].
- L'ischémie : la survenue d'une hypoperfusion au niveau de la substance grise médullaire après un traumatisme a été clairement démontrée par plusieurs études[19].

Concernant la substance blanche, les choses sont moins nettes puisque certains auteurs y trouvent une hyperhémie et d'autres une ischémie, mais il est bien établi que la substance blanche résiste mieux à ischémie que la substance grise. Cette hypoperfusion peut être due en partie à la libération, au niveau du site lésionnel, de certaines substances vasoconstrictrices, comme les thromboxanes, les leucotriènes et le plaquelet activating factor (PAF) [17]. D'autres mécanismes ont été évoqués pour expliquer cette hypoperfusion : hypotension systémique post-traumatique ou perte d'autorégulation de la circulation médullaire. Cette baisse de la perfusion, conduit rapidement à une baisse de la teneur en oxygène au sein du tissu lésé qui peut persister pendant quelques heures. Malgré toutes ces données, le rôle exact des mécanismes ischémiques dans la survenue des lésions anatomiques et de déficits neurologiques après un traumatisme médullaire n'est cependant pas très clair de nos jours [30].

L'apparition des phénomènes thrombotiques est plus tardive (24 heures) ; ils déclenchent une réaction gliale et causent des altérations neuronales et lésions de nécrose axonales qui s'étendent de la substance grise vers la substance blanche.

2.5 La phase subaigüe :

Au cours de cette phase apparaît une phase de réactivité des cellules du système nerveux central conduisant à une gliose réactionnelle (astrocytes et microglies). Le traumatisme entraîne

par son impact mécanique, une rupture des vaisseaux et de la barrière hémato-médullaire, aboutissant à un œdème vasogénique qui cause des effets néfastes en diminuant le débit sanguin local. Les effets néfastes de l'œdème peuvent s'exercer par l'intermédiaire d'une compression mécanique des tissus environnants ou par constitution d'un environnement biochimique anormal.

Dans les études expérimentales, l'œdème apparaît d'abord dans les régions centromédullaires, puis diffuse sur un mode centrifuge [28].

Tous ces phénomènes sont associés à une réaction inflammatoire classique faisant intervenir les granulocytes, monocytes et macrophages.

2.6 La phase tardive :

Dure 1 à 8 semaines et se caractérise par l'apparition d'une nécrose et d'une liquéfaction de la zone traumatisée. A ce stade, peut s'installer une dégénérescence wallérienne avec des zones plus ou moins importantes de nécrose et une cavitation évoluant vers des zones kystiques ; ou alors, il y aura une démyélinisation et une fibrose cicatricielle avec disparition progressive de l'œdème. Cette zone lésionnelle va ensuite évoluer vers une cicatrice appelée cicatrice gliale, véritable mur de fibrose qui empêche toute repousse axonale et évolue vers l'atrophie médullaire.

IV. Classification des traumatismes du rachis dorso-lombaire

1. L'intérêt de la classification :

Les classifications ont pour but d'aider le clinicien à poser les données du problème, un pronostic et proposer une assistance pour le meilleur choix thérapeutique. Elles servent également de langage pour évaluer les effets thérapeutiques, les suivis épidémiologiques, les mesures de prévention comme les modifications des ceintures de sécurité en réponse à la profusion des seat-belt fractures. L'historique de ces classifications montre qu'elles n'ont cessé d'évoluer par regroupement pour ne retenir finalement plus que trois mécanismes primaires. Leur acceptation est d'autant plus grande qu'elles sont simples d'utilisation, facilement compréhensibles, reproductibles.

2. Classification de DENIS :[21]

Elle est fondée sur le concept d'un rachis à trois colonnes dans le plan sagittal.

Les fractures sont divisées en lésions mineures et majeures. Les lésions mineures comprennent les fractures isolées d'un processus articulaire, transverse, épineux et les spondylolyses du sportif.

Les lésions majeures comprennent 04 groupes principaux divisés en sous-groupes :

+ Le groupe I ou lésions par compression n'affectant que la colonne antérieure comprenant le tassement cunéiforme antérieur, le tassement cunéiforme latéral, la fracture isolée du plateau supérieur, la fracture isolée du plateau inférieur, la fracture en diabolo .

+ Le groupe II des burst fractures affectant par compression les colonnes antérieure et moyenne. Il comprend 05 sous-groupes : atteinte des deux plateaux (A), atteinte isolée du plateau supérieur (B), atteinte isolée du plateau inférieur (C), atteinte associée par rotation (D), atteinte associée par inflexion latérale (E) .

+ Le groupe III des seat-belt fractures affectant par traction des colonnes moyenne et postérieure. Il comprend la fracture de Chance, la luxation pure, la fracture luxation sur deux niveaux par atteinte osseuse de la colonne moyenne, la fracture luxation sur deux niveaux par atteinte disco ligamentaire de la colonne moyenne .

+ Le groupe IV regroupe toutes les fractures luxations affectant les trois colonnes par : flexion rotation (A), cisaillement (B), flexion distraction (C).

Les lésions majeures sont classées par gravité en degré 1 (instabilité sans troubles neurologiques), degré 2 (avec troubles neurologiques sans instabilité) et degré 3 (avec troubles neurologiques et instabilité).

Les inconvénients de cette classification :

- + Ancienne
- + Difficilement reproductible
- + Subjective
- + Difficile à retenir

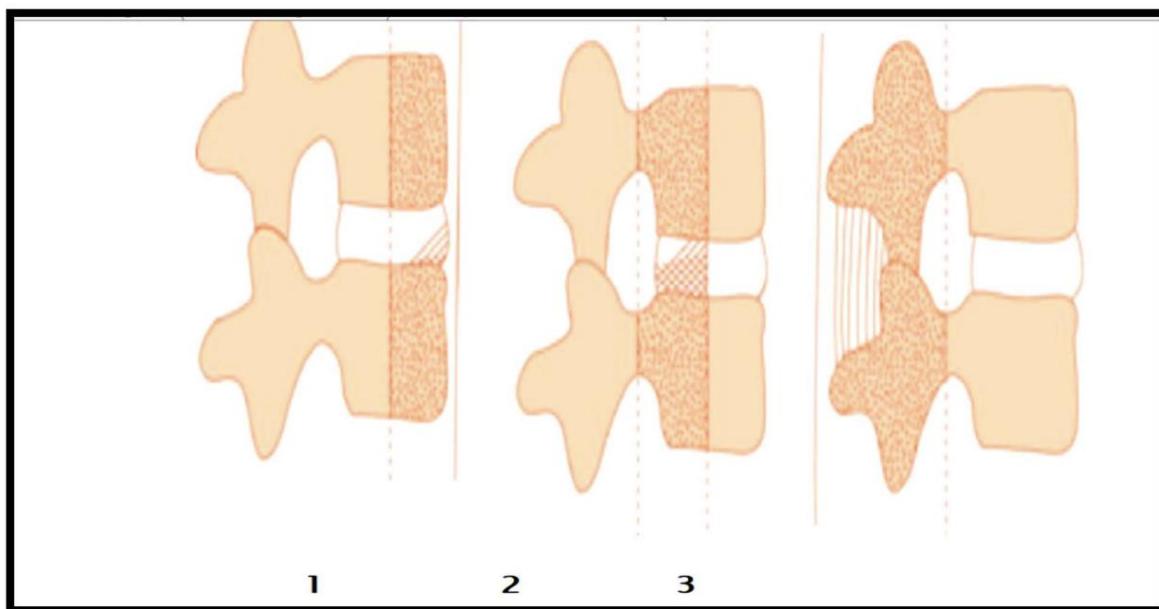


Figure 47 : Les 3 colonnes antéropostérieures selon DENIS

1-la colonne antérieure.2- la colonne moyenne. 3-la colonne postérieure.

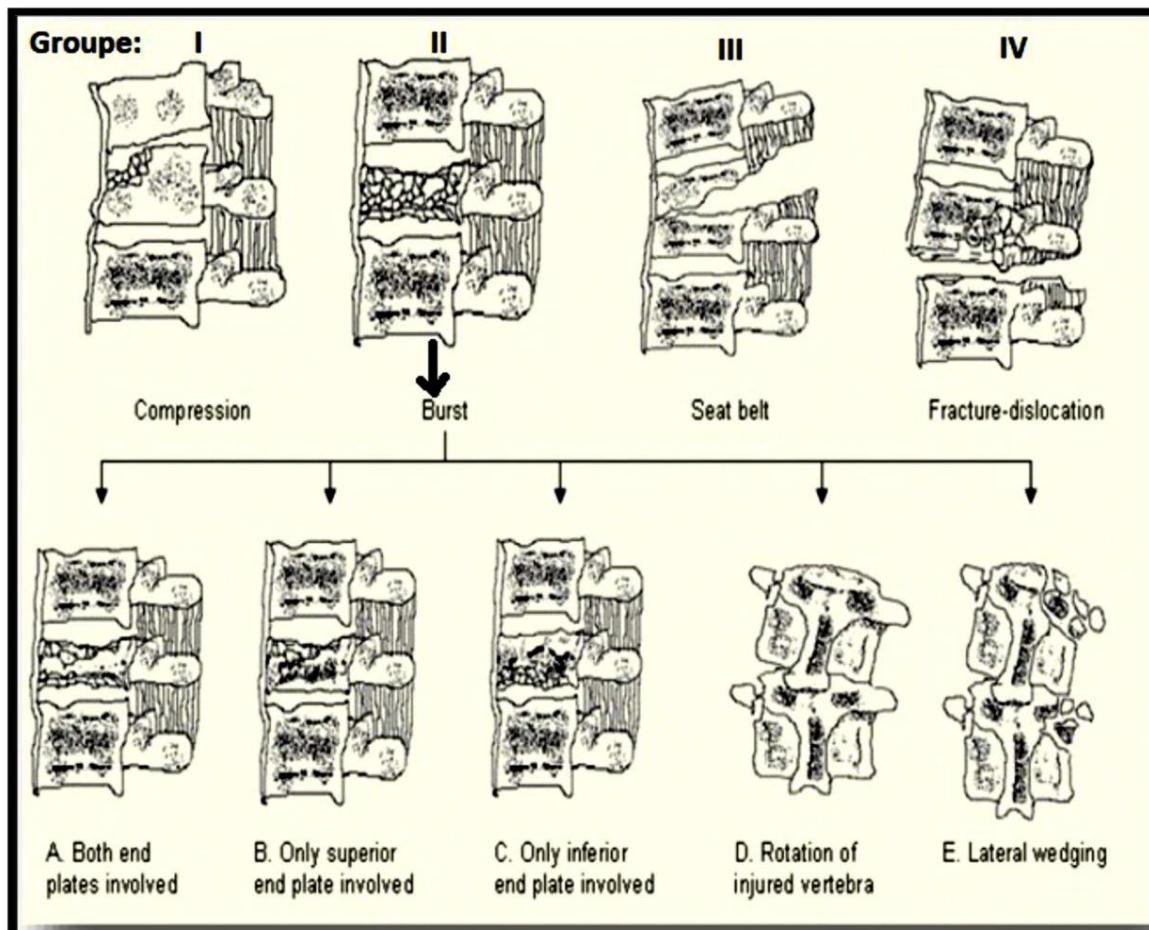


Figure 48 : Classification de DENIS

3. Classification de MAGERL[31]

Elle réalise une synthèse entre les mécanismes et les types de fractures.

Calquée sur la classification des fractures des membres de l'AO, elle utilise un codage numérique à trois composants. Elle ne comprend plus que trois types principaux qui contiennent chacun 03 groupes et sous-groupes.

Chaque type (A, B, C) correspond à un mécanisme lésionnel principal (compression, traction, rotation). Classification actuelle de référence pour les traumatismes du rachis thoraco-lombaire.

Tableau 7 : Classification de MAGERL[31] :

TYPE A	TYPE B	TYPE C
Par compression	Par distraction antérieure ou postérieure	Lésion avec composante rotatoire
Atteinte purement osseuse corporéale	Atteinte osseuse et ligamentaire	
A1: fracture tassemement	B1 : flexion-distraction postérieure à prédominance ligamentaire	C1 : type A avec composante rotatoire
A2: fracture séparation	B2 : flexion-distraction postérieure à prédominance osseuse	C2 : type B avec composante rotatoire
A3:fracture comminutive (BURST)	B3 : distraction antérieure avec cisaillement à travers le disque	C3 : trait oblique et cisaillement rotatoire

Cette classification a l'avantage d'avoir une valeur pronostique puisque l'instabilité augmente du type A au type C ; les troubles neurologiques augmentent aussi du type A au type C en passant par le type B. cependant, la principale critique est la grande complexité de la classification qui décrit 27 types de lésions différentes.

La fracture de type A apparait comme un diagnostic d'élimination, l'important étant de ne pas méconnaître une lésion postérieure. Cette classification est fiable et reproductible. Elle évalue la sévérité lésionnelle et permet de guider l'attitude thérapeutique.

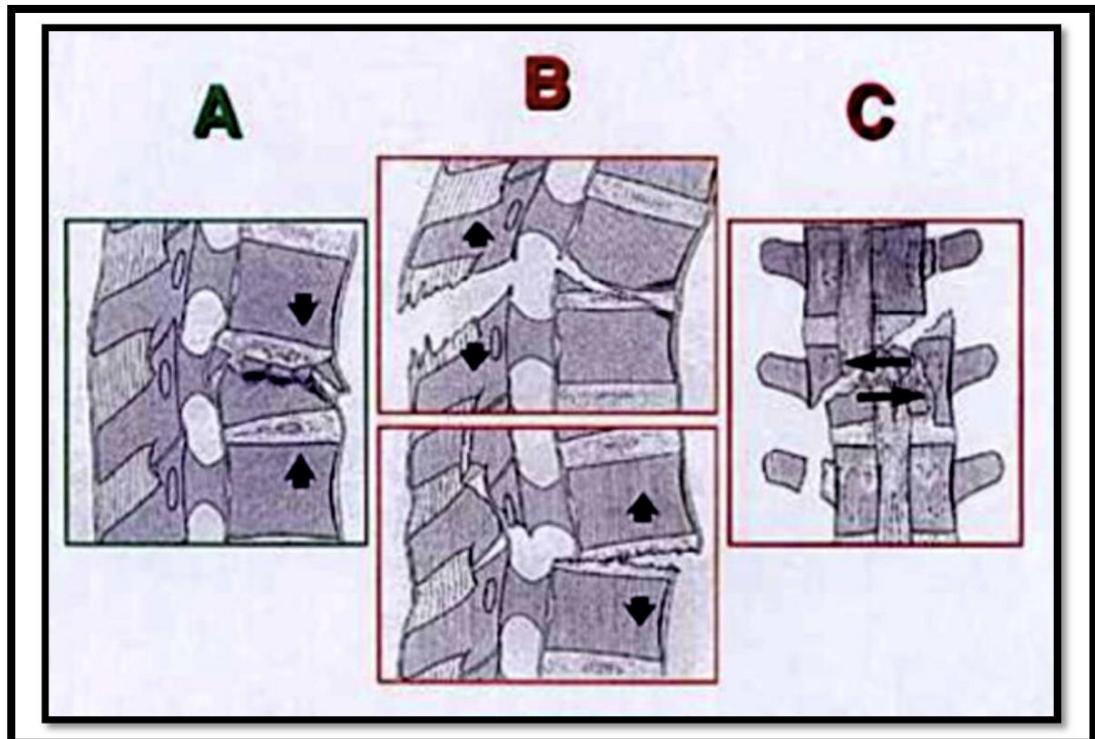


Figure 49 : Principales caractéristiques des trois types lésionnels

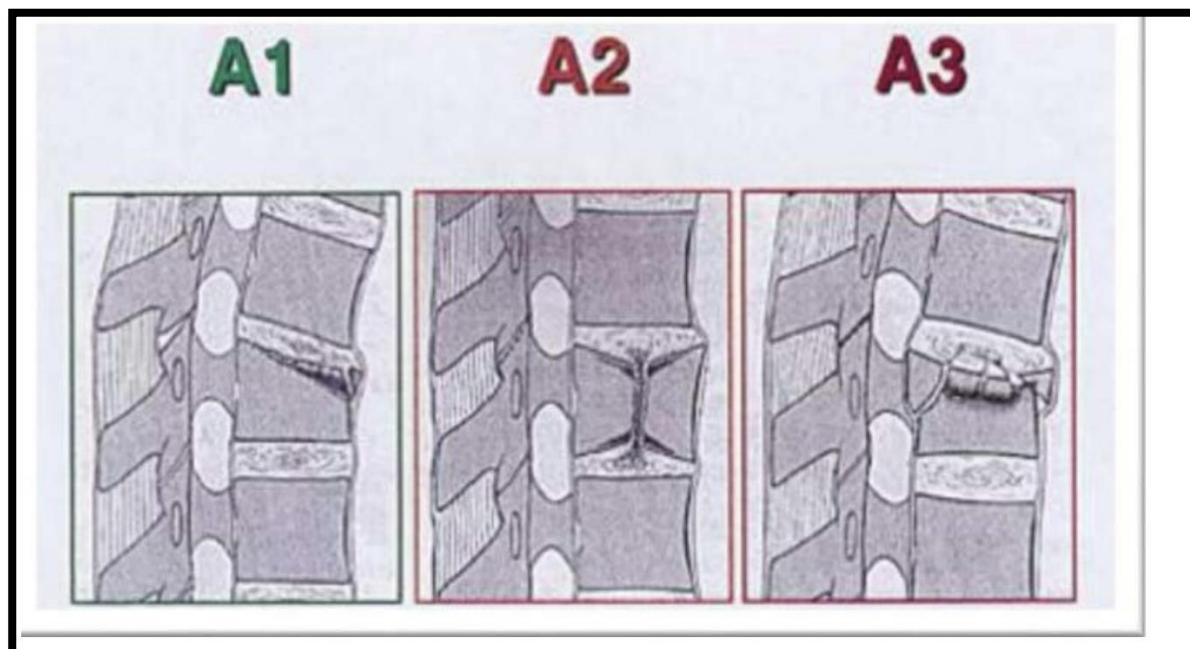


Figure 50 : Lésions par compression du corps vertébral

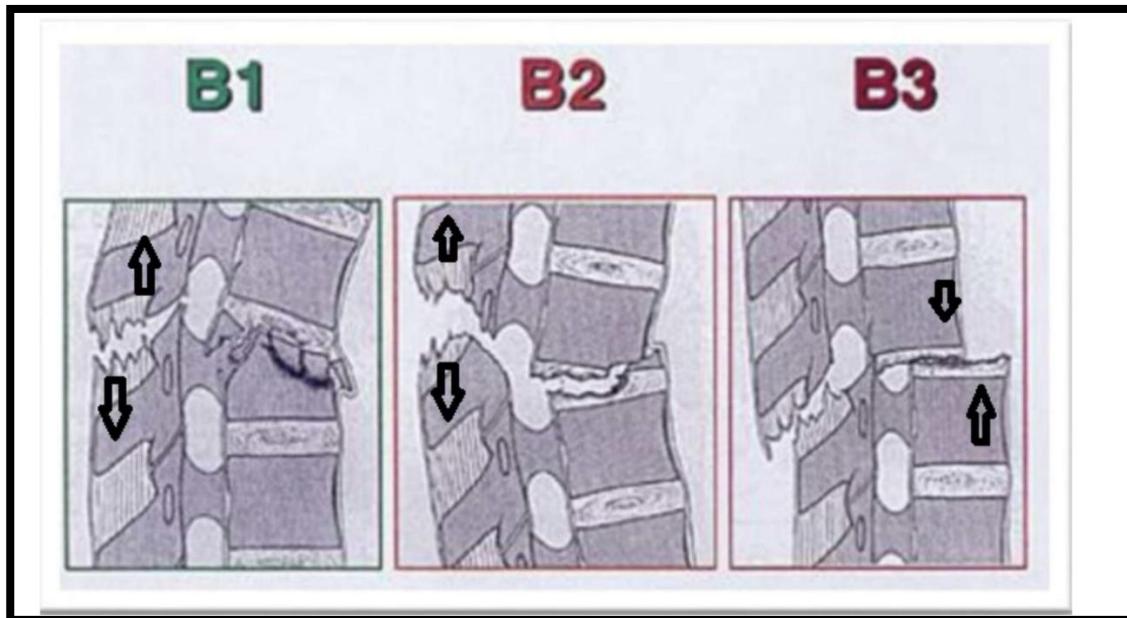


Figure 51: Lésions par distraction

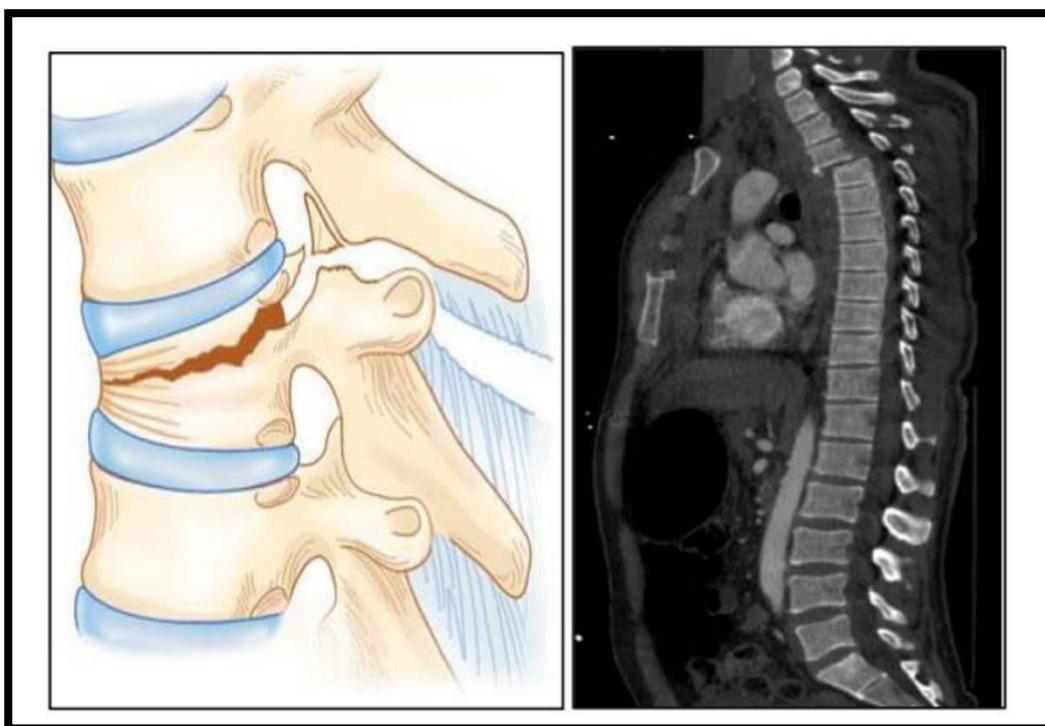


Figure 52 : Lésions par flexion distraction postérieure à prédominance ligamentaire, Stade B3 de Magerl

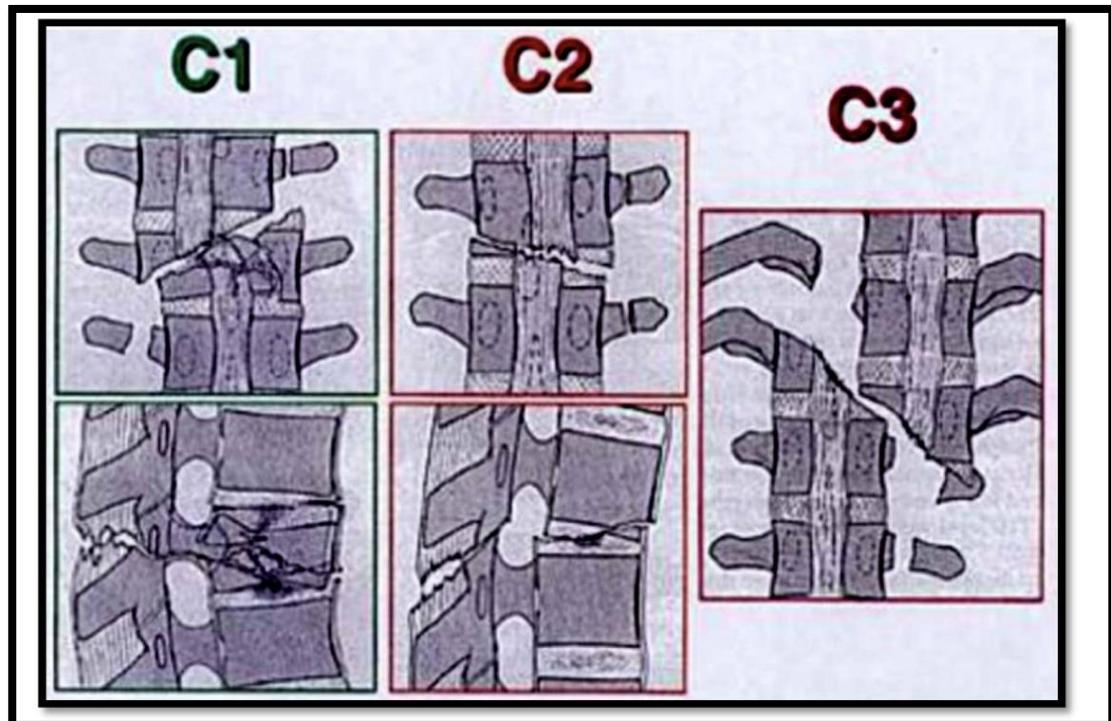


Figure 53 : Lésion rotatoire des 3 colonnes

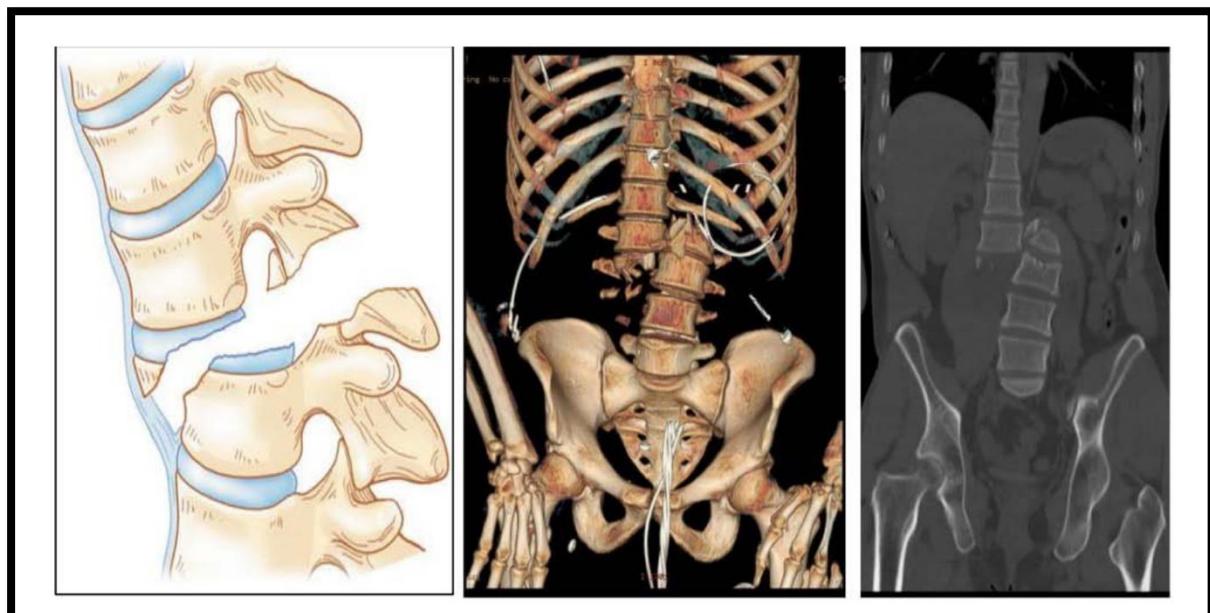


Figure 54 : Lésion de translation due à une force de cisaillement C3 de Magerl

4. Classification TLICSS (thoracolumbar injury classification and severity score)[32]

Elle est présentée par le groupe d'étude sur les traumatismes rachidiens et exprime la gravité d'une blessure sous forme de score, en tenant compte du mécanisme de la fracture, de l'état du complexe ligamentaire postérieur, ainsi que de l'ampleur des troubles neurologiques.

+ La sévérité du traumatisme est cotée selon les caractéristiques morphologiques :

- 1 point pour tassemement cunéiforme .
- 2 points pour la burst fracture .
- 3 points pour les lésions par cisaillement ou par rotation .
- 4 points pour les lésions par traction.

+ Le complexe ligamentaire est coté selon les données du scanner ou de l'IRM :

- 0 point si intact .
- 2 points si lésions suspectes .
- 3 points si lésions certaines.

+ Les complications neurologiques sont cotées de la manière suivante :

- 0 point absence de lésion neurologique .
- 2 points pour une lésion radiculaire .
- 2 points pour une lésion neurologique complète ASIA grade A .
 - 3 points pour une lésion neurologique incomplète ASIA grades B, C, D ou un syndrome de la queue-de-cheval.

Le score total varie de 1 à 10 points. Les scores inférieurs ou égaux à 3 sont des candidats au traitement conservateur (fonctionnel ou orthopédique).

Les scores supérieurs ou égaux à 5 justifient un traitement chirurgical.

Tableau 8 : Les trois paramètres de la classification TLICSS avec les points attribués à chaque type

5. La classification AO Spine des traumatismes du rachis dorso-lombaire[33]

La classification de l'AO Spine [56] est basée sur l'analyse de 3 paramètres :

- Morphologie de la blessure
 - Statut neurologique
 - Modificateurs cliniques.

- La **classification morphologique**, similaire au système de classification de Magerl.

♣ **A0** : Aucune fracture de la vertèbre ou alors des fractures cliniquement insignifiantes comme une fracture isolée du processus transverse ou du processus épineux. Aucun risque d'instabilité mécanique et ou de complication neurologique.

♣ **A1**: Fracture par compression du coin antéro-supérieur ou par impaction d'un seul plateau sans atteinte de la paroi postérieure du corps vertébral.

♣ **A2** : Fracture séparation ou fracture split; le trait de fracture touche les deux plateaux de la vertèbre fracturée sans atteinte de la paroi vertébrale postérieure.

♣ **A3** : Fracture burst incomplète avec atteinte d'un seul plateau et du mur postérieur. L'intégrité de la bande de tension postérieur est maintenue et il n'y a pas de translation vertébrale.

♣ **A4** : Fracture burst complète avec atteinte des 2 plateaux et du mur postérieur. Elles peuvent être associées à des lignes de fracture verticale de la lame mais sans perturbation de la bande de tension postérieure.

o **Lésion de type B** ou fracture distraction affecte la tension antérieure et postérieure. Elles peuvent être associées avec une fracture de type A.

♣ **B1** : Fracture de chance, affecte la bande de tension postérieure avec extension dans le corps vertébral.

♣ **B2** : Rupture de la bande de tension postérieure avec extension dans l'espace intervertébrale +/- atteinte de la bande de tension antérieure.

♣ **B3** : Fracture en hyperextension, rupture de la bande de tension antérieure se prolongeant ou pas dans l'espace intervertébral.

o **Lésion de type C** ou fracture rotation / translation. Pas de sous type aux vues des grandes possibilités lésionnelles par fracture luxation.

- Le **statut neurologique** se classe en 5 sous-groupes :

o NO : absence de lésion neurologique

o N1 : déficit neurologique transitoire

- o N2 : déficit neurologique radiculaire
- o N3 : lésion médullaire incomplète ou lésion de la queue de cheval
- o N4 : lésion médullaire complète

- **Modificateurs cliniques :**

- o M1 : la présence de lésions ligamentaires en l'absence de lésions du corps vertébral pouvant contribuer à une mauvaise stabilité.

Ce modificateur peut aider à identifier les fractures qui semblent stables du point de vue osseux, mais qui ont une composante ligamentaire qui peut les rendre instables et donc nécessiter une prise en charge opératoire.

- o M2 : la présence d'une comorbidité spécifique au patient qui peut soit nécessiter soit entraver une intervention chirurgicale potentielle. Des comorbidités telles que les affections rhumatologiques, les brûlures sus-jacentes, la spondylarthrite ankylosante, l'ostéopénie, l'ostéoporose, l'hyperostose squelettique idiopathique diffuse, etc.

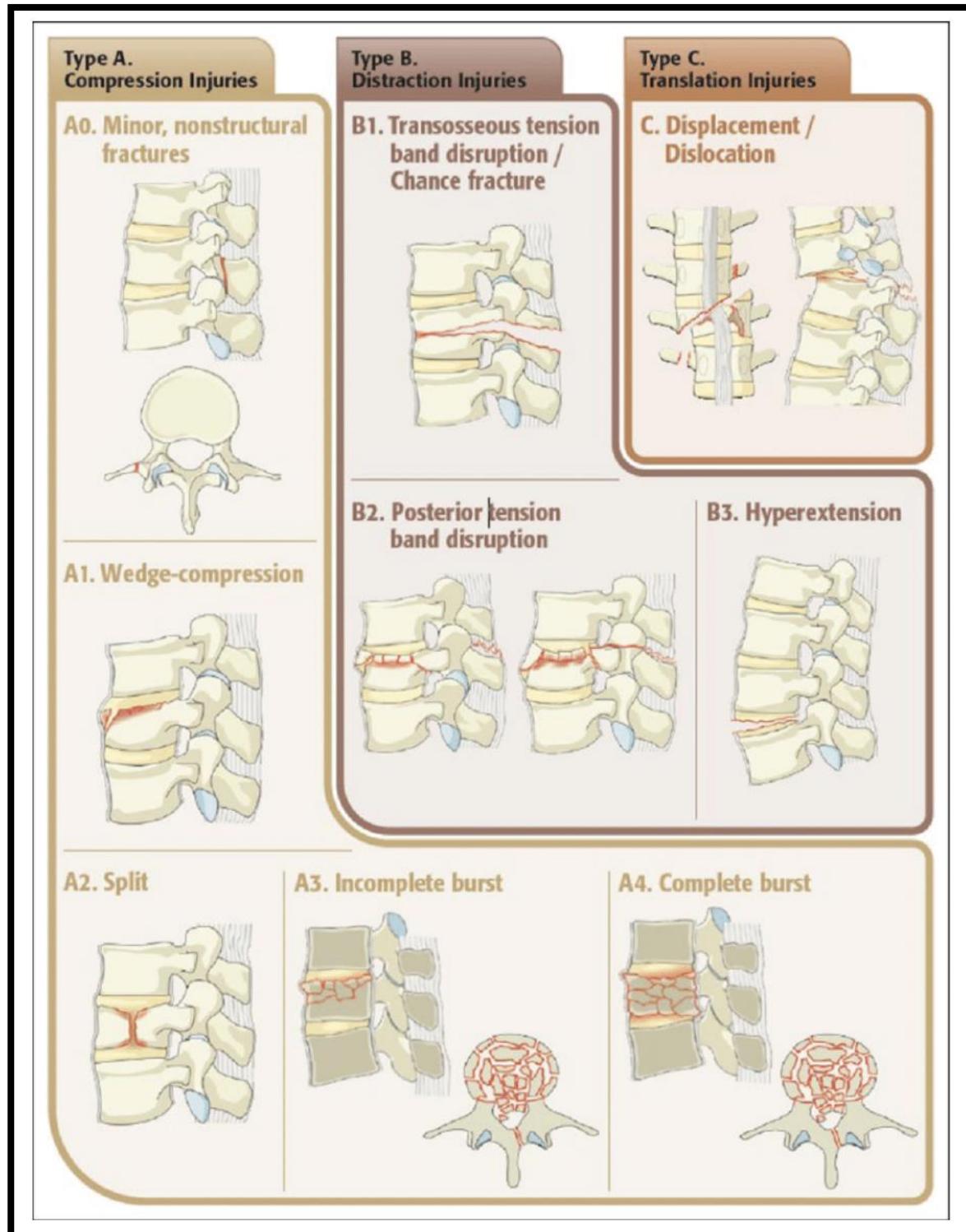


Figure 55 : Classification AO Spine des fractures thoracolombaires

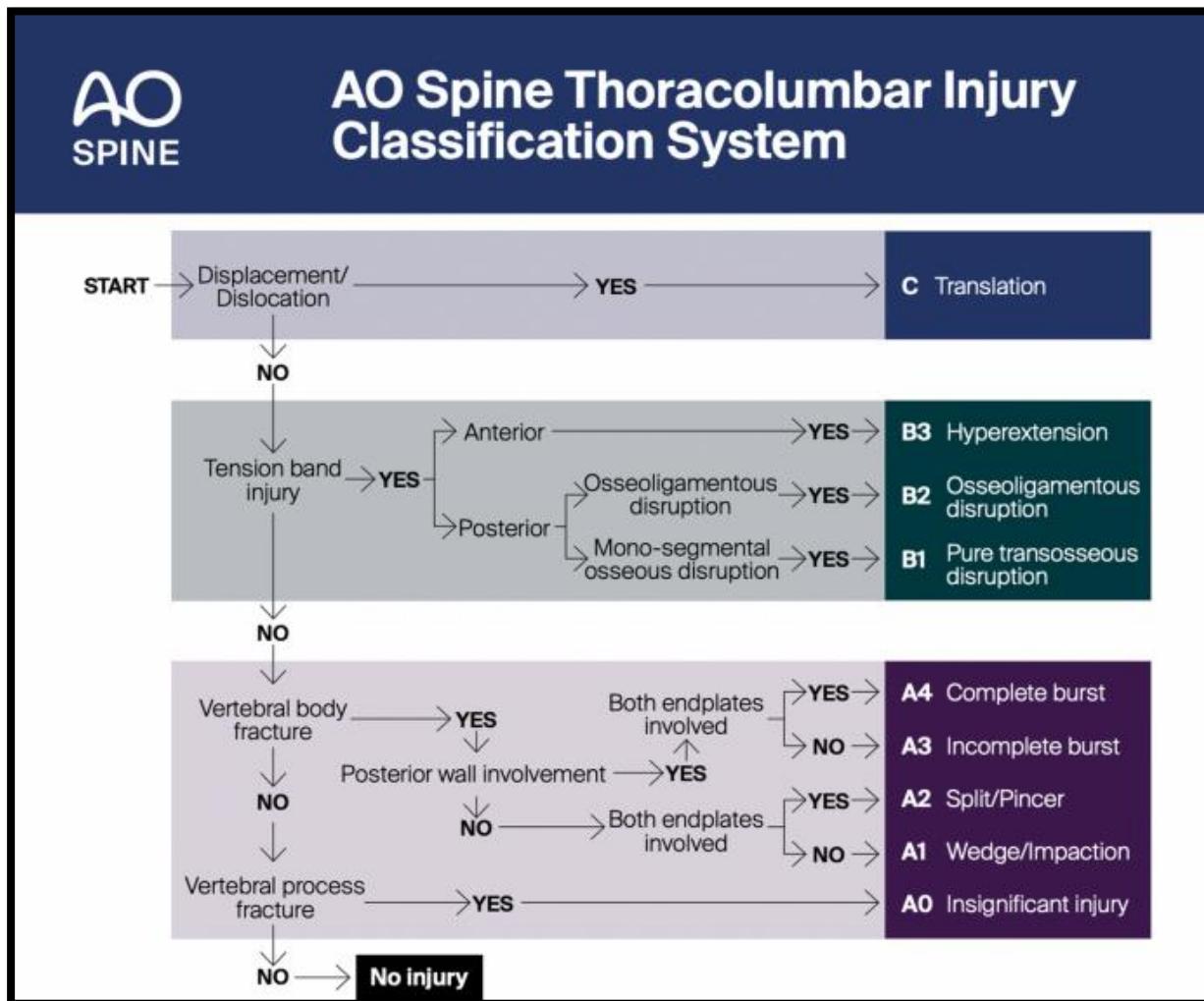


Figure 56: Algorithme de la classification AO Spine

V. Épidémiologie :

1. Fréquence selon le sexe :

Les traumatismes du rachis thoraco-lombaire traités par chirurgie percutanée touchent majoritairement une population masculine, comme le confirment les données de la littérature. Le pourcentage d'hommes varie entre 47 % et 61 %, avec une moyenne globale d'environ 58,6 %. À l'inverse, la proportion féminine oscille entre 39 % et 53 %, avec une moyenne approximative de 41,5 %.

Dans notre série, les hommes représentent 70 % des cas, ce qui concorde avec la prédominance masculine observée dans la majorité des études. Cette différence pourrait s'expliquer par une exposition accrue des hommes aux facteurs de risque, tels que les activités professionnelles à risque et les accidents de la voie publique.

Tableau 9 : Étude comparative de la répartition selon le sexe des patients traités par chirurgie percutanée du rachis

Auteurs	Hommes %	Femmes %
Pelegrí et al. [34]	47	53
Bironneau et al. [35]	50	50
Blondel et al. [36]	69	31
Zairi et al. [37]	49	51
Teyssédou et al. [38]	63,1	36,9
Giorgi et al. [39]	50	50
Laghmouche et al. [40]	61	39
Chenin et al. [41]	59,1	40,9
Notre série	70	30

2. Fréquence selon l'âge :

Les traumatismes du rachis thoraco-lombaire, pris en charge par chirurgie percutanée, touchent une population large avec un âge moyen global dans la littérature évalué à 45,3 ans (extrêmes allant de 16 à 88 ans).

Cette moyenne est cohérente avec les données de notre série, où l'âge moyen est de 45 ans (16–68 ans)

Ces résultats confirment que les adultes jeunes et actifs constituent la population majoritaire touchée, reflétant ainsi la prévalence accrue des traumatismes liés aux activités quotidiennes et professionnelles dans cette tranche d'âge.

Tableau 10 : Étude comparative de la répartition selon l'âge des patients traités par chirurgie percutanée du rachis

Auteurs4	Age moyen(ans)	Extrêmes d'âge
Pelegri et al. [34]	36	16-58
Bironneau et al. [35]	53	20-88
Blondel et al. [36]	51	22-78
Zairi et al. [37]	50	15-88
Teyssédou et al. [38]	45,4	19-72
Giorgi et al. [39]	40,3	18-68
Laghmouche et al. [40]	29,21	16-53
Notre série	45	16-68

3. Fréquence selon les circonstances de survenue :

Dans notre série, les étiologies sont composées majoritairement de chutes d'une hauteur élevée dans le cadre des accidents de travail avec un taux de 60 %, suivies des accidents de la voie publique représentant 40 % des cas. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés dans la littérature, où les chutes, notamment d'un lieu élevé, prédominent.

Tableau 11 : Répartition de l'étiologie dans différentes études

Auteurs	Chute %	AVP %	Autres
Bironneau et al. [35]	67	33	-
Teyssédou[38]	63,08	30,77	6,15
Notre série	60	40	-

VI. Étude clinique

1. Interrogatoire[42,43]:

Chez un patient conscient il doit préciser le siège, l'intensité de la douleur et l'existence de paresthésies fulgurantes souvent fugaces.

Il permet ainsi la recherche d'antécédents pouvant différer ou contre indiquer un geste chirurgical.

Le problème principal est d'évaluer rapidement les signes permettant d'évoquer l'existence d'une fracture vertébrale et surtout d'une atteinte médullaire.

Patient conscient : Sur un blessé conscient, la localisation de la douleur associée ou non à une sensation de paralysie, paresthésies des membres ainsi que le mécanisme du traumatisme doit attirer l'attention sur le rachis et imposer des examens complémentaires en évitant toute mobilisation du patient.

Patient inconscient : Chez un blessé inconscient, il faut systématiquement rechercher une atteinte du rachis en s'aidant des examens radiologiques après stabilisation du malade.

2. Examen général :

Chez tout patient traumatisé, un examen clinique complet et rigoureux est fondamental. Dès lors qu'une lésion du rachis dorsolombaire est suspectée, une évaluation des fonctions vitales et une mobilisation prudente maintenant l'axe tête-cou-tronc est nécessaire. Le bilan neurologique initial sensitif et moteur joue un rôle crucial dans la prise en charge de ces patients et doit être absolument consigné dans le dossier médical du patient car il sert de référence en cas de coma secondaire ou de sédation du malade. Dans le cas d'un malade inconscient, la présence d'un traumatisme du rachis dorsolombaire doit toujours être suspectée jusqu'à preuve du contraire afin d'éviter une aggravation d'une potentielle lésion neurologique.

3. Examen rachidien [44]:

Sans atteinte neurologique, on peut souligner la pauvreté des signes cliniques. On recherchera d'emblée sur un patient en décubitus dorsal par une palpation douce au bout des doigts de tous les processus épineux :

- Une douleur exquise à la pression d'une apophyse épineuse.
- Un écart inter-épineux anormal.
- Une mobilité anormale d'une épineuse : peu évidente, car le plus souvent, il existe une contracture des masses musculaires para-vertébrales.
- Une déformation de la ligne des épineuses.
- Une ecchymose para-vertébrale.

Cet examen est complété par un bilan neurologique et la recherche de lésions associées, dont la symptomatologie pourrait être masquée par l'atteinte rachidienne.

Dans notre série, les douleurs rachidiennes spontanées ou provoquées constituent le signe révélateur principal chez la totalité des patients (100%). Elles étaient associées dans 40% des cas à une raideur rachidienne et dans 10% des cas à une déformation rachidienne ; ce qui rejoint les données de la littérature.

Une bradycardie ou une hypotension initiale peuvent être les premiers signes d'une atteinte médullaire.

Un examen complet du patient est également bien évidemment nécessaire pour diagnostiquer d'éventuelles lésions associées (crâne, thorax, abdomen, membres) qui conditionnent le délai et la séquence de prise en charge du patient.

4. Examen neurologique[43,45] :

◊ Étude de la motricité volontaire :

Il est soigneux, et conduit de façon systématique, permet de rechercher une atteinte neurologique et de préciser le niveau moteur et sensitif de la lésion et son caractère complet ou incomplet. Il permet également d'interpréter les critères témoignant d'une irréversibilité définitive des signes neurologiques. Il est consigné par écrit pour servir de base de référence évolutive.

Elle permet de fixer le niveau approximatif de la lésion, en évaluant de façon comparative, la force musculaire segmentaire des différents groupes musculaires (Tableau 12). Ils sont testés séparément en suivant la cotation habituelle de 0 à 5 (Tableau 13) . Au niveau du tronc, les repères sont moins précis. Les muscles abdominaux sont testés en faisant tousser le patient, le déplacement de l'ombilic, vers le haut ou vers le bas, témoigne d'une lésion sus ou sous-jacente à D10.

Tableau 12 : Niveau approximatif du déficit neurologique

Mouvements possibles	Intégrité de la racine
Ecartement des doigts	D1
Flexion de la hanche	L2
Extension du genou	L3
Dorsi-flexion de la cheville	L4
Extension du gros orteil	L5
Flexion plantaire de la cheville	S1

Tableau 13 : Cotation de la contraction musculaire

Qualité de la contraction musculaire	Cotation
Contraction nulle	0
Ebauche de contraction	1
Contraction visible ne s'opposant ni à la pesanteur ni à la résistance	2
Contraction s'opposant à la pesanteur mais non à la résistance	3
Contraction légèrement diminuée mais s'opposant à la pesanteur et à la résistance	4
Contraction normale	5

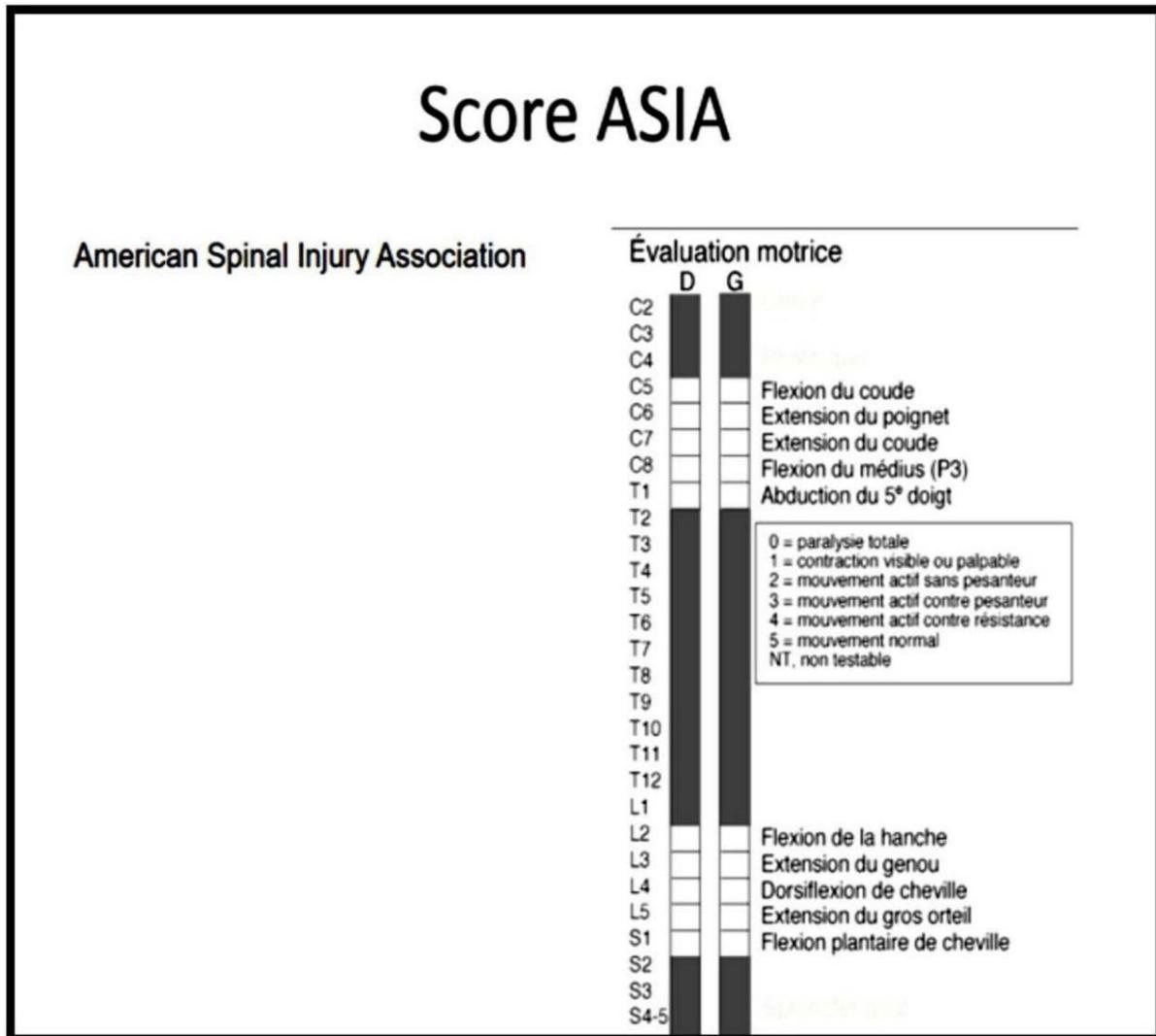


Figure 57 : Le testing musculaire du membre supérieur et du membre inférieur pour établir le Score ASIA

◊ Etude de la sensibilité[46,47] :

Elle doit intéresser les trois principaux modes de sensibilité qui sont :

- La sensibilité superficielle (tact, piqûre).
- La sensibilité profonde (sens de position du gros orteil, diapason).
- La sensibilité thermo algique (chaud– froid, douleur).

Il est préférable de commencer l'examen par le toucher et par le bas.

Cette étude amènera en résultats à objectiver :

- ♣ Une sensation normale.
- ♣ Une sensation diminuée (hypoesthésie).
- ♣ Une sensation inappropriée (paresthésie).
- ♣ Une sensation douloureuse (hyperesthésie).
- ♣ Une absence de sensation (anesthésie).

Le score sensitif s'évalue après étude de la sensibilité au tact et la piqûre d'un point dans chacun des 28 dermatomes et de chaque côté : côtés de 0 : abolie, 1 : diminuée et 2 : normale.

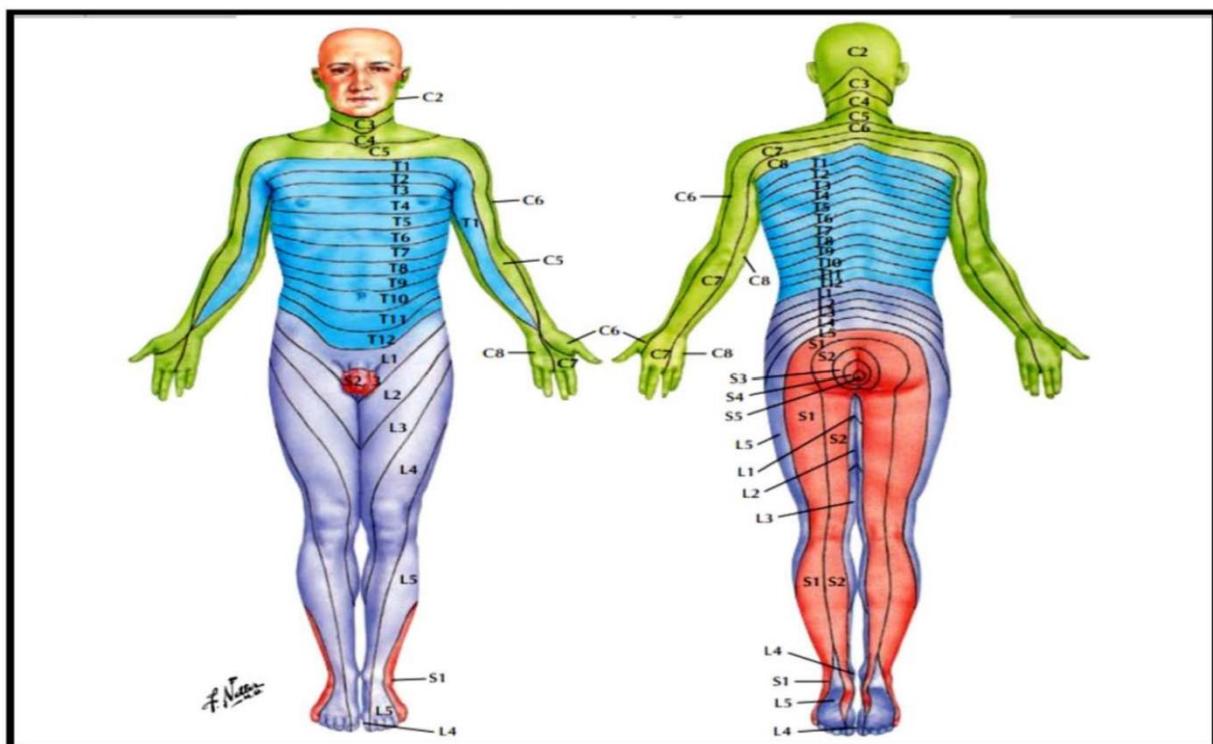


Figure 58 : Dermatomes des nerfs de la colonne vertébrale

◊ Étude des réflexes :

Les réflexes sont généralement abolis en cas de lésion médullaire mais des signes pathologiques peuvent apparaître (Hoffman, Babinski).

Il faut noter aussi que les ROT abolis à phase initiale de choc spinal ne sont pas toujours synonyme de lésions graves de la moelle et ne permettent pas de prédire le pronostic d'où la nécessité de répéter l'examen neurologique.

Tableau 14 : Étude des réflexes

Localisation des réflexes	Racine correspondant à l'arc réflexe
Cutanéo-abdominal	D7 à D12
Rotulien	L4
Achilléen	S1

◊ *Examen du périnée :*

Il est essentiel d'examiner soigneusement le périnée à la recherche de la sensibilité péri-anale, du tonus sphinctérien, du réflexe bulbo-caverneux ou clitorido-anal, et de noter la possibilité d'un priapisme permanent ou intermittent, signe de gravité. Il faut se rappeler en effet que les cordons innervant le périnée sont les plus périphériques et donc atteints en dernier par les lésions anatomiques médullaires qui sont centrales au début et peuvent évoluer aussi bien de façon centrifuge que longitudinale. Leur intégrité traduit, sur le plan anatomique, le caractère incomplet de la lésion médullaire, de meilleur pronostic. Leur abolition confirme un syndrome clinique de section médullaire complète [48].

◊ *Étude des fonctions végétatives :*

Au-dessus de D6, la lésion médullaire entraîne la disparition de l'activité sympathique et la perte des réflexes d'adaptation dans les territoires sous-lésionnels. L'absence de transmission vers les centres sympathiques cardiaques étagés de D1 à D6, dans la colonne intermédiaire-latérale de la moelle, entraîne une vasoplégie sous-lésionnelle par baisse des résistances systémiques, d'où une hypovolémie relative. De plus, il existe une diminution des possibilités d'adaptation aux variations volémiques [49]

◊ Résultats de l'examen neurologique :

L'étude précise de la sensibilité, motricité, et des réflexes en sous lésionnel permet de classer l'atteinte neurologique à l'aide de l'échelle de déficience ASIA, calquée sur celle de Frankel, qui distingue cinq grades d'état neurologique: [45]

- ◊ **Grade A (complet)** : Déficit moteur et sensitif complet.
- ◊ **Grade B (moteur complet, sensitif incomplet)** : persistance de la sensibilité uniquement en dessous du niveau lésionnel et étendue aux segments sacrés S4 et S5.
- ◊ **Grade C (incomplet moteur)**: préservation d'une activité motrice non fonctionnelle, avec cotation des muscles clés inférieurs à 3 (ce qui correspond au mouvement actif contre pesanteur).
- ◊ **Grade D (incomplet moteur)** : préservation d'une activité motrice fonctionnelle avec cotation des muscles clés au moins égal à 3.
- ◊ **Grade E (normal)** : fonctions motrice et sensitive normales. Il peut persister des anomalies des réflexes.

Dans notre série, après l'examen neurologique, les patients ont été classés selon l'échelle de déficience Frankel, modifiée par l'ASIA (American Spinal Injury Association). Nous avons observé que 100 % des patients étaient classés au stade E, ce qui est cohérent avec l'étude de Bironneau et al. [35] qui a rapporté un taux de 100 % de patients qui sont également classés au stade E.

5. Lésions associées :

Dans notre étude, 10% des patients ont présenté des lésions associées dans le cadre d'un polytraumatisé. En comparaison, l'étude de Pelegri et al. [34] rapporte que 53% des patients ont présenté des lésions associées, incluant des fractures des membres, du rachis cervical (Tear-drop de C6), ainsi que des fractures du calcanéum et de la jambe.

Tableau 15 : Comparaison du pourcentage des lésions associées avec la littérature

Auteurs	Lésions associées
Pelegrini et al. [34]	53%
Notre série	10%

VII. Étude Paraclinique

1. Radiographies standards du rachis dorsolombaire[50]

La **radiographie standard** est un examen simple et à haut rendement diagnostique, réalisé systématiquement chez tout polytraumatisé. L'exploration radiologique de toute pathologie dorsolombaire doit encore aujourd'hui à l'époque de l'IRM et du scanner, nécessairement débuter par la réalisation de radiographie standard.

Souvent suffisante pour permettre un diagnostic topographique et lésionnel précis,. Elle comprend deux incidences : antéro-postérieure (face) et latérale (profil) et devrait inclure l'alignement de la colonne vertébrale, la présence de toute rotation ou translation, l'évaluation de la cyphose, la perte de hauteur vertébrale et l'élargissement de la distance inter-pédiculaire ou inter-épineuse [51,52].

Cet examen a été réalisé chez 100% des cas de notre série.

1.1 Incidence de face[53] :

Dans cette incidence le corps vertébral, de forme rectangulaire, présente des angles arrondis, des plateaux rectilignes et des bords latéraux très souvent concaves.

L'étude du corps vertébral doit s'attacher à la recherche d'anomalies au niveau de ces bords que l'on doit suivre sans interruption.

L'image des corps peut être déformée selon l'obliquité de l'incidence ou s'il existe une hyper lordose.

Les pédicules, de taille et de forme variables, s'inscrivent dans les 02 angles supéro externes du corps vertébral. Le fait important est l'intégrité de leur corticale.

Les pédicules, alignés de haut en bas de façon symétrique, déterminent une distance inter-pédiculaire. Cette distance croît progressivement de L1 à L5.

Les éléments de l'arc postérieur, projetés sur le corps vertébral, sont d'identification facile.

La lecture radiologique se résume à l'étude de trois points principaux :

- L'alignement et l'intégrité des apophyses épineuses
- L'analyse des régions isthmiques
- L'appréciation de la morphologie de l'espace inter apophysolamaire

L'aire de projection de cet espace augmente progressivement de L1 à L5. Ce caractère, bien qu'à lui seul non significatif, est à prendre en compte dans la recherche d'une étroitesse du canal lombaire[50].

Les espaces inter somatiques, occupés par les disques intervertébraux, apparaissent sous la forme de bandes radio transparentes dont on apprécie la hauteur.

Les modifications de hauteur peuvent s'accompagner d'altérations au niveau des plateaux vertébraux adjacents. Les espaces intervertébraux sont parfois le siège d'anomalies de transparence : hyper transparence (vide discal), calcification discale.

1.2 Incidence de profil

Sur le cliché de profil, les pièces vertébrales présentent des particularités qu'il importe de savoir reconnaître :

- **Les corps vertébraux** : d'aspect quadrangulaire, ils sont composés essentiellement d'os spongieux. Les contours sont nets et réguliers, en particulier ceux des plateaux vertébraux. L'alignement des corps vertébraux est habituel ; la ligne postérieure est continue avec une courbure harmonieuse sans décalage antérieur (antélisthésis) ou postérieur (rétrolisthésis). Un décalage postérieur est parfois la conséquence d'un positionnement incorrect du patient qui n'est pas strictement de profil.
- **Les pédicules** : sont superposés si l'incidence est correcte. Leurs bords supérieur et inférieur sont concaves et nets.

- **Les massifs articulaires** : se présentent sous la forme d'une colonne postérieure avec une individualisation plus ou moins facile des apophyses articulaires. La région isthmique, située à l'union des deux apophyses articulaires supérieure et inférieure, est visible sur le cliché de profil.
- **Les disques intervertébraux** : ils apparaissent sous la forme d'une bande claire délimitée par les plateaux vertébraux.

Sur les radiographies latérales, le principal paramètre à mesurer est la **déformation cyphotique**.

La cyphose est la déformation la plus courante observée dans les fractures du rachis dorsolombaire et il existe plusieurs façons de la quantifier. Les mesures effectuées sont : de la cyphose vertébrale (CV), de la cyphose régionale (CR) et de l'angulation régionale traumatique (ART) (Figure 59) :

- ◊ L'angle de cyphose vertébrale locale (CV) est mesuré entre la tangente au plateau supérieur et le plateau inférieur de la vertèbre lésée [54].
- ◊ La cyphose régionale (CR) ou l'index sagittal est l'angle défini par la tangente au plateau supérieur de la vertèbre sus-jacente à la vertèbre fracturée et la tangente au plateau inférieur de la vertèbre sous-jacente à la vertèbre lésée.

Il s'agit de la méthode recommandée par l'étude du Spine Trauma Group Study pour quantifier la déformation cyphotique en raison de sa plus grande fiabilité [55].

En effet elle prend en compte non seulement la vertèbre lésée mais aussi les déformations discales traumatiques et les lésions par distraction des segments mobiles.

- ◊ Angulation régionale traumatique (ART) : c'est la déformation régionale sagittale provoquée par le traumatisme [56], elle est positive pour déformation en flexion et négative pour une déformation en extension. L'état préfracturaire n'étant pas connu, il faut accepter malgré, des variations physiologiques des courbures du rachis, des valeurs

de référence et tolérer un certains écart à ces valeurs. Nous avons retenu les valeurs physiologiques mesurées par Stagnara [5] pour le rachis dorsal et dorsolombaire.

Tableau 16 : Profil physiologique selon Stagnara

Niveau étudié	Segment rachidien analysée	Angulation physiologique
D11	D10-D12	9°
D12	D11-L1	7°
L1	D12-L2	1°
L2	L1-L3	-8°
L3	L2-L4	-18°
L4	L3-L5	-33°
L5	L4-S1	-36°

Un écart de 5° par rapport à ces valeurs paraît respecter les variations individuelles, L'ART est donc égale à la CR soustraite de l'angulation physiologique pour le niveau considéré (ART= CR – angulation physiologique)

Cet indice permet donc d'étudier la déformation régionale non plus dans l'absolu mais par rapport à un profil physiologique.

L'utilisation de cette mesure a permis de mettre en évidence la fréquence des hyporéductions au niveau lombaire où il existe une lordose physiologique importante ; sans ce type de mesure il n'est pas possible de juger du caractère tolérable d'une déformation, ni de comparer valablement les thérapeutiques, dès que l'analyse porte sur des niveaux vertébraux différents.

- D'autres mesures peuvent être prises telles que :

- o L'index sagittal (SI) est défini comme une déformation cyphotique segmentaire moins le contour sagittal de base dans le segment avec le corps vertébral fracturé. La cyphose segmentaire est l'angle entre le plateau inférieur de la vertèbre lésée et le plateau inférieur de

la vertèbre sus-jacente. Le contour sagittal de base dans chaque segment vertébral s'élève arbitrairement à $+5^\circ$ pour la région dorsale, 0° de D12 - L1 et -10° pour les segments du rachis lombaire. L'indice normal est de 0 [57].

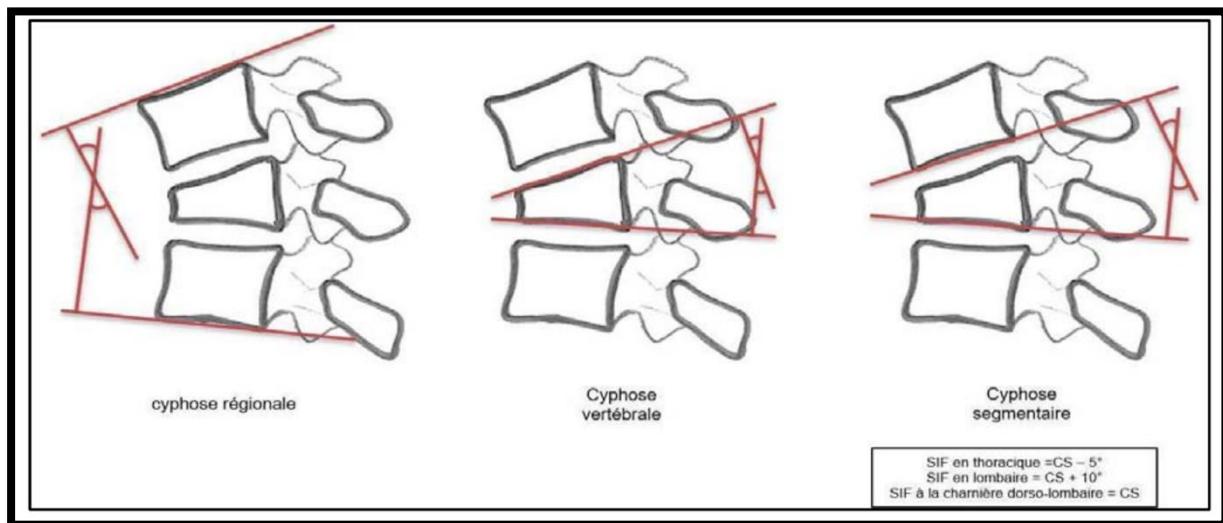


Figure 59 : Les paramètres rachidiens segmentaires

En post-opératoire, la radiographie standard joue un rôle fondamental pour évaluer la position des vis, des implants et de l'alignement vertébral après l'intervention. Elle permet de vérifier la stabilité de la fixation percutanée et de détecter d'éventuelles complications immédiates, telles que des fractures secondaires ou des déplacements d'implants. Bien qu'elle ne puisse pas fournir une image aussi détaillée que d'autres techniques d'imagerie, la radiographie reste un outil simple, rapide et largement disponible pour un premier contrôle post-chirurgical. Elle est essentielle pour assurer la bonne évolution du patient, notamment dans le suivi à court terme, avant de recourir à des examens plus sophistiqués si nécessaire[58].

2. La tomodensitométrie ou scanner du rachis dorsolombaire

La **tomodensitométrie (TDM)** est devenue un outil essentiel dans l'évaluation des fractures du rachis, notamment dans le cadre de la chirurgie percutanée du rachis traumatique. Elle permet une évaluation détaillée et précise des fractures vertébrales, offrant des informations cruciales sur la stabilité des fractures et la localisation exacte des lésions. La TDM est particulièrement utile pour l'identification des fractures complexes, telles que les fractures en

"Burst", les fractures instables ou les fractures associées à des lésions des éléments postérieurs de la colonne vertébrale, qui ne sont pas toujours visibles sur les radiographies standard.

Dans la chirurgie percutanée, la TDM permet de planifier la procédure avec une grande précision en fournissant des images en coupe transversale de la colonne vertébrale. Cela est particulièrement important pour les fractures thoraco-lombaires, où une approche percutanée nécessite une évaluation précise de l'alignement vertébral et de la position des vis ou des dispositifs de fixation. La TDM permet également de visualiser les structures paravertébrales et les risques associés aux interventions percutanées, notamment les risques de pénétration dans les cavités pulmonaires ou abdominales, ce qui est essentiel pour minimiser les complications[59]

Dans notre série, la TDM a été réalisée chez tous les patients (100%).

3. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est un examen de choix pour l'évaluation des structures neurologiques et des tissus mous, offrant une résolution élevée pour visualiser les lésions médullaires, les racines nerveuses, ainsi que les hernies discales ou les lésions ligamentaires associées. Dans le contexte de la chirurgie percutanée du rachis traumatique, l'IRM permet une évaluation précise des atteintes neurologiques, en particulier lorsqu'une compression médullaire ou des lésions nerveuses sont suspectées. En préopératoire, cet examen permet de localiser avec précision les lésions du canal rachidien, facilitant ainsi la planification chirurgicale, notamment pour les interventions visant à décomprimer la moelle épinière ou les racines nerveuses [60] Contrairement aux examens radiographiques ou à la tomodensitométrie (TDM), l'IRM offre l'avantage de mieux visualiser les structures non osseuses, ce qui est essentiel dans les fractures associées à des atteintes neurologiques ou des déformations du rachis.

Dans le cadre de la chirurgie percutanée du rachis traumatique, l'IRM joue un rôle fondamental en préopératoire pour la planification de l'intervention. Elle permet de localiser avec précision les fractures vertébrales et d'identifier les atteintes nerveuses et les lésions du

canal rachidien, éléments essentiels pour déterminer la nécessité d'une décompression médullaire ou d'une fixation percutanée. Contrairement à la radiographie ou à la TDM, l'IRM fournit des informations détaillées sur la compaction des disques intervertébraux et les lésions ligamentaires, qui sont cruciales pour les décisions chirurgicales, notamment en cas de fractures instables ou de déformations sévères du rachis [61].

Dans notre série, l'IRM médullaire a été réalisée chez 60% en préopératoire.

4. Discussion des résultats radiologiques de notre série avec les autres séries de la littérature

4.1 Niveau lésionnel :

Dans notre série, les fractures de la charnière dorsolombaire sont les plus fréquentes avec 60% des cas, avec en second lieu les fractures de l'étage lombaire dans 40%. L'étage dorsal était le moins intéressé . Cette relative rareté est due probablement à l'existence de la cage thoracique qui procure une certaine stabilité au rachis dorsal.

Les résultats trouvés rejoignent les résultats de littérature.

Tableau 17 : Répartition du niveau lésionnel selon la littérature

Auteurs	Dorsal (%)	Charnière D-L (%)	Lombaire (%)
Pelegrí et al.[34]	0	73,33	26,67
Bironneau et al.[35]	0	58,33	41,66
Blondel et al.[36]	13,79	65,51	20,68
Zairi et al.[37]	7,31	65,85	26,82
Teyssédou et al.[38]	9	73	18
L.Chenin[41]	14,8	70,3	14,9
Notre série	0	60	40

4.2 Fréquence des lésions par vertèbre :

Dans notre série, les signes radiologiques montrent une prédominance de lésions au niveau de L1 (46,67% des cas). Ces résultats concordent avec la majorité des séries de la littérature où les fractures lombaires constituent également la majorité des cas traités par chirurgie percutanée, notamment dans les séries de Bironneau et al.(34) , Faure et al.(62) et Zairi et al.(36).

Tableau 18 : Répartition du niveau de fracture selon la littérature

Auteurs	D12 (%)	L1 (%)	L2 (%)	L3 (%)	L4 (%)	L5 (%)
Pelegrin et al.[34]	6,67	66,67	13,33	6,67	6,67	-
Bironneau et al.[35]	8,33	50	20,83	8,33	8,33	4,16
Blondel et al.[36]	20,68	44,82	13,79	-	-	6,89
Faure et al.[62]	16,66	50	16,66	8,33	8,33	-
Zairi et al.[37]	12,19	53,65	14,63	4,87	4,87	2,43
Notre série	6,67	46,67	33,33	6,67	6,67	-

4.3 Nature de la lésion :

Les fractures tassements sont prédominantes dans notre série avec un pourcentage de 90%, ce qui rejoint les résultats des autres séries notamment celles de Téyssédou et al. [38] et L.Chenin [41].

4.4 Retentissement sur la statique rachidienne :

Une fracture peut induire une déformation rachidienne dans le plan frontal et dans le plan sagittal. Les conséquences fonctionnelles d'un potentiel cal vicieux justifient une correction efficace et pérenne. Il reste à définir les paramètres descriptifs et les critères de jugement utiles à la prise de décision : **les Paramètres rachidiens segmentaires[63]**

L'angle de cyphose vertébral (CV) évalue la déformation sagittale intra-lésionnelle.

L'angle de cyphose régionale (CR) prend en compte la déformation induite par la fracture et par les lésions ligamentaires ou discales éventuellement associées.

Leur mesure est réalisable aussi bien sur des clichés standard que sur des reconstructions TDM sagittales (Figure 60). Il faut cependant considérer que la majorité des imageries sont réalisées en décubitus dorsal ce qui sous-estime la déformation envisageable en charge.

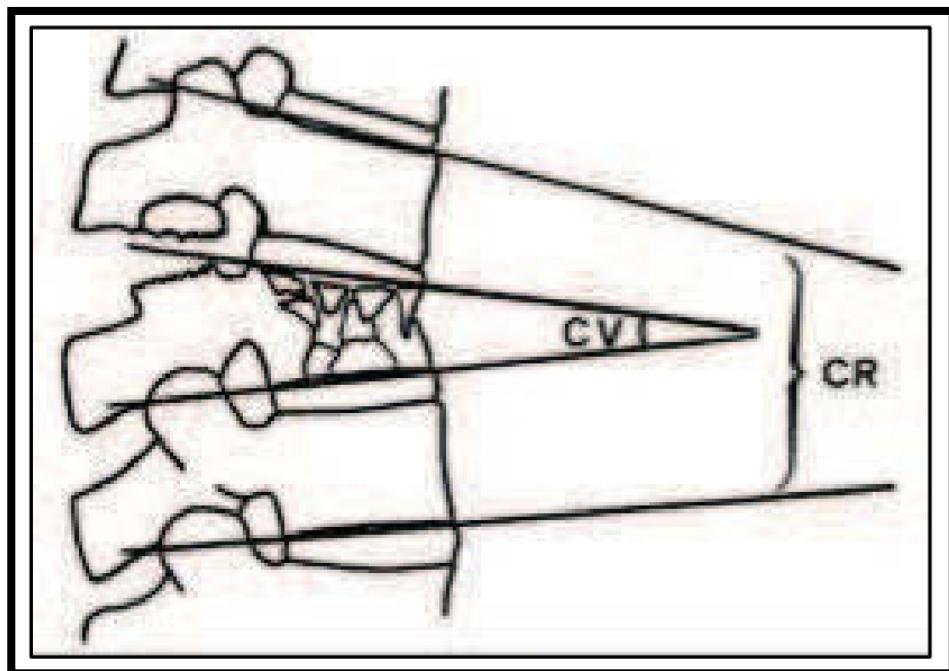


Figure 60 : Mesure de la cyphose vertébrale et de la cyphose régionale sur les coupes sagittales

La mesure de l'angle de cyphose régionale permet le calcul de l'angle régional traumatique (ART), résultat de la soustraction de l'angulation physiologique régionale du niveau vertébral fracturé à la déformation régionale (CR)

$$\text{ART} = \text{CR mesurée} - \text{angulation physiologique régionale.}$$

Un ART >10° correspond selon de nombreux auteurs à une indication de réduction chirurgicale [63][64][65].

Les paramètres CV et ART des patients ont pu être récupérés dans la quasi-totalité des cas en pré et post opératoire immédiat .

Les paramètres de cyphose vertébrale locale CV et angulation régionale traumatique ART sont dépendants du niveau de fracture.

En effet, dans la littérature et de pratique courante [66][67], l'angulation régionale traumatique « acceptable », c'est à dire pour un traitement non chirurgical, est d'environ 15°.

Celle-ci doit être corrigée auparavant par rapport à l'angulation régionale physiologique. Stagnara a établi des tables de valeurs physiologiques moyennes de ces angulations à partir d'observations d'une population de patients jeunes [68] . Ainsi, pour une vertèbre dorsale comprise au-dessus de D11, l'angulation physiologique régionale est positive (+9 à +14°, cyphose). Pour une vertèbre dorso lombaire (D12 à L1), l'angulation physiologique régionale est globalement nulle. Enfin pour une vertèbre lombaire, l'angulation physiologique régionale est négative (-20 à -35°, lordose).

VIII. Traitemet :

Le traitement des traumatismes du rachis traumatique par chirurgie percutanée a pour objectif de réduire les déplacements vertébraux et de stabiliser le rachis pour prévenir l'apparition de déformations post-traumatiques tout en préservant les structures musculaires et ligamentaires environnantes.

1. Le traitement médical :

1.1 Prise en charge initiale :

La prise en charge d'un traumatisme rachidien commence par une évaluation clinique rapide et complète des fonctions vitales : état de conscience, fonction circulatoire, fonction respiratoire, consignation d'hémorragies et de blessures externes visibles ainsi que des déficits neurologiques, résultats de la palpation de l'abdomen, de l'auscultation du thorax.

La thérapeutique comprend le contrôle de l'hémorragie, la perfusion avec du liquide de remplissage, l'administration de catécholamines en cas de pression de perfusion insuffisante et l'apport d'oxygène avec intubation et ventilation en cas de détresse respiratoire. Enfin, un sondage gastrique et un sondage urinaire doivent être réalisés assez rapidement.

Aucune transfusion sanguine n'a été nécessaire dans notre série, ce qui reflète l'absence de complications hémorragiques majeures. `

Dans notre série aucun de nos malades n'a bénéficié de la transfusion sanguine vu l'absence d'hémorragie secondaire au traumatisme rachidien.

1.2 Médication

Une fois que le patient est stabilisé, il est essentiel de commencer la prise en charge médicamenteuse pour prévenir les lésions médullaires secondaires. Les premières heures suivant un traumatisme du rachis sont cruciales car l'ischémie médullaire post-traumatique, due à des phénomènes biochimiques complexes, peut aggraver les lésions nerveuses et entraîner des séquelles neurologiques permanentes. L'ischémie est souvent causée par une libération excessive de glutamate, un neurotransmetteur excitateur, qui induit un œdème cytotoxique et une dégradation cellulaire dans la moelle épinière[69]

1.3 Les glucocorticoïdes

Ils ont un pouvoir de stabilisation de membrane, réduction de l'œdème vasogénique, protection de la barrière hémato-méningée, augmentation du débit sanguin médullaire, inhibition de la libération d'endorphines, chélation des radicaux libres et limitation de la réaction inflammatoire. De très nombreux traitements ont été proposés pour lutter contre les différents mécanismes qui aboutissent à l'ischémie de la moelle [70]. Ainsi, une étude publiée par Bracken et Collins [69], montre un effet bénéfique de la méthyl-prednisolone qui doit être débuté moins de 8 heures après le traumatisme selon le protocole :

- 30 mg/kg en dose de charge
- Suivi 45min après de l'administration pendant 23 h de 5,4 mg/kg/h.
- Soit Un Total De 10,8 G En 24 H Pour Un Sujet De 70 Kg. L'utilisation de la méthyl-prednisolone après un traumatisme médullaire a été évaluée par les trois études NASCIS (National Acute Spinal Cord Injury Study) [71][72][73][74]. Ces études n'ont ni confirmé ni infirmé les effets bénéfiques de la méthyl-prednisolone sur la motricité et la récupération fonctionnelle. Retenons que le recours à la corticothérapie à fortes doses doit se faire de façon prudente et balancée entre un bénéfice modéré sur la récupération neurologique et un risque potentiel d'aggravation systémique dû aux effets adverses de la corticothérapie.

- **Dans notre série** aucun de nos malades n'a bénéficié d'une corticothérapie préopératoire.

1.4 Les lazaroïdes

Dérivés de la synthèse des corticoïdes, ils inhibent expérimentalement, de façon plus puissante, la peroxydation lipidique membranaire sans entraîner d'effets glucocorticoïdes. Malheureusement les résultats des essais cliniques n'ont pas montré de supériorité par rapport à la méthyl-prednisolone. Ils n'en sont qu'à la phase d'expérimentation [75].

1.5 Les inhibiteurs calciques

En particulier la nimodipine, peuvent améliorer le débit sanguin médullaire et atténuer les effets délétères de l'activation des voies biochimiques par le calcium, contribuant ainsi à la prévention de l'ischémie médullaire[76].

1.6 La naloxone,

Antagoniste des récepteurs opioïdes, a montré des effets bénéfiques en limitant la libération excessive de substances opioïdes endogènes et en inhibant la formation de radicaux libres, réduisant ainsi l'impact du traumatisme sur la motricité[77].

1.7 L'hypothermie

Bien que prometteuse, n'a pas été largement validée cliniquement pour son efficacité. Elle consiste à réduire la température de la moelle épinière afin de diminuer ses besoins métaboliques, réduire l'œdème et limiter l'acidose métabolique, mais son utilisation dans le contexte des traumatismes rachidiens reste controversée[69].

1.8 Les bloqueurs des récepteurs de la NMDA

Tels que gacyclidine ont été proposés, mais pour être efficace le traitement doit être débuté très rapidement après le traumatisme (moins de deux heures). Mais l'étude FLAMME multicentrique de phase E, concernant les traumatismes médullaires sévères, n'a constaté aucune différence de l'état sensitivomoteur évalué par le score ASIA et de la récupération fonctionnelle évaluée entre la molécule et le placebo[78].

1.9 L'érythropoïétine

Elle appartient à la famille des cytokines type ; son administration expérimentale chez le lapin a montré qu'elle réduit la cavitation médullaire, l'infiltration cellulaire et l'apoptose neuronal en plus du bénéfice clinique.

Traitements médicaux secondaires

- Prévention des infections : Surveillance du site opératoire et administration d'antibiotiques prophylactiques.
- Prévention des complications thrombotiques : Mise en place de bas de contention, mobilisation précoce et anticoagulants si nécessaire.
- Gestion de la douleur : Administration d'analgésiques adaptés et mobilisation précoce pour éviter les complications liées à l'immobilisation.
- Surveillance neurologique : Contrôle des fonctions neurologiques post-opératoires et suivi de l'évolution clinique.
- Prévention des escarres : Prise en charge préventive pour éviter les lésions cutanées liées à l'immobilisation.

Dans notre série, le traitement médical était de règle, à base d'antalgiques +/- d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, d'antibiotiques et d'anticoagulants.

2. Traitement chirurgical percutané

2.1 Principes du traitement chirurgical percutané[79]

Le traitement chirurgical percutané des fractures du rachis traumatique repose sur plusieurs principes fondamentaux, visant à assurer une prise en charge optimale du patient tout en minimisant les risques associés à l'intervention.

Ces principes sont les suivants :

- ◊ Réduire la déformation et la reconstruction anatomique précise de la colonne vertébrale.
- ◊ Stabiliser le rachis.

2.2 Intérêts du traitement chirurgical percutané

- ◊ Préserver la musculature paravertébrale.
- ◊ Réduire le saignement opératoire.
- ◊ Diminuer les douleurs postopératoires.
- ◊ Améliorer la récupération fonctionnelle.

- ◊ Réduire le risque d'infection.

2.3 Délai d'intervention

Dans notre étude, un retard de prise en charge a été constaté, avec un délai moyen d'intervention de 7,5 jours, ce qui dépasse la norme observée dans la littérature, ce retard pourrait être expliquer par les délais d'attente prolongés pour les examens diagnostiques nécessaires, ainsi que la préparation de l'équipe chirurgicale et la disponibilité des équipements nécessaires avant l'intervention.

Tableau 19 : Délai d'intervention de notre série, comparé à la littérature

Auteurs	Délai moyen d'intervention (jours)
Pelegrí et al.[34]	4
Bironneau et al.[35]	2,4
Giorgi et al.[39]	4
Maestretti et al.[80]	3,4
Notre série	7,6

3. Techniques chirurgicales :

3.1 Ostéosynthèse percutanée par vis pédiculaires [81]

Installation :

C'est une étape essentielle pour réussir d'excellents contrôles à l'amplificateur de brillance et obtenir le maximum de réduction. L'installation en décubitus ventral doit respecter les règles habituelles : protection des points d'appui, liberté des globes oculaires, absence de compression abdominale... Afin d'obtenir le maximum de réduction, il faut mettre le patient en lordose soit à l'aide de coussins hauts, placés sous les crêtes iliaques et sous le thorax, soit en utilisant la possibilité de « casser » la table. Le patient doit être positionné de telle sorte que le bras de l'amplificateur de brillance soit libre dans ses déplacements par rapport au pied de la table, afin de bien visualiser la zone opératoire de face comme de profil. L'installation est simplifiée si l'on dispose d'une table radio transparente. Nous n'avons pas l'expérience de la

table orthopédique, mais celle-ci pourrait faciliter la réduction préopératoire par la possibilité qu'elle offre d'effectuer une traction puis la mise en lordose du rachis.

Un seul amplificateur de brillance est utilisé dans la majorité des cas. Deux amplificateurs de brillance facilitent l'intervention quand il s'agit d'un montage court, car ils n'auront pas à être mobilisés durant l'intervention, ce qui fait gagner du temps (Figure 63). Il faut vérifier que la vertèbre à instrumenter est bien perpendiculaire aux rayons, en s'assurant que sur le cliché de face, les épineuses sont parfaitement centrées par rapport aux pédicules, et que le plateau vertébral se projette en une seule ligne. Les pédicules devant être parfaitement visualisés, il faut, au besoin, incliner le rayon ou la table par rapport à la verticale pour tenir compte de l'orientation des vertèbres, en fonction de la lordose (c'est surtout vrai pour L5 et le sacrum) ou de la cyphose (vertèbres thoraciques supérieures ou inférieures). De profil, les pédicules doivent se superposer et les plateaux ainsi que le mur postérieur doivent se projeter sur une seule ligne. Si tous les pédicules qui doivent recevoir une vis ne sont pas visualisés, en particulier au niveau thoracique, il faut renoncer à une technique percutanée. La présence habituelle d'un iléus réflexe, fréquent en traumatologie, peut gêner la visualisation des pédicules; l'utilisation du protoxyde d'azote comme anesthésique augmente l'importance des gaz et doit être évitée ; une sonde rectale permet parfois d'évacuer les gaz. À ce stade, la projection radiologique des pédicules peut être marquée sur la peau. Une fois l'amplificateur positionné, les champs sont installés, en ménageant suffisamment d'espace dans le sens crâniocaudal afin de pouvoir introduire la tige.

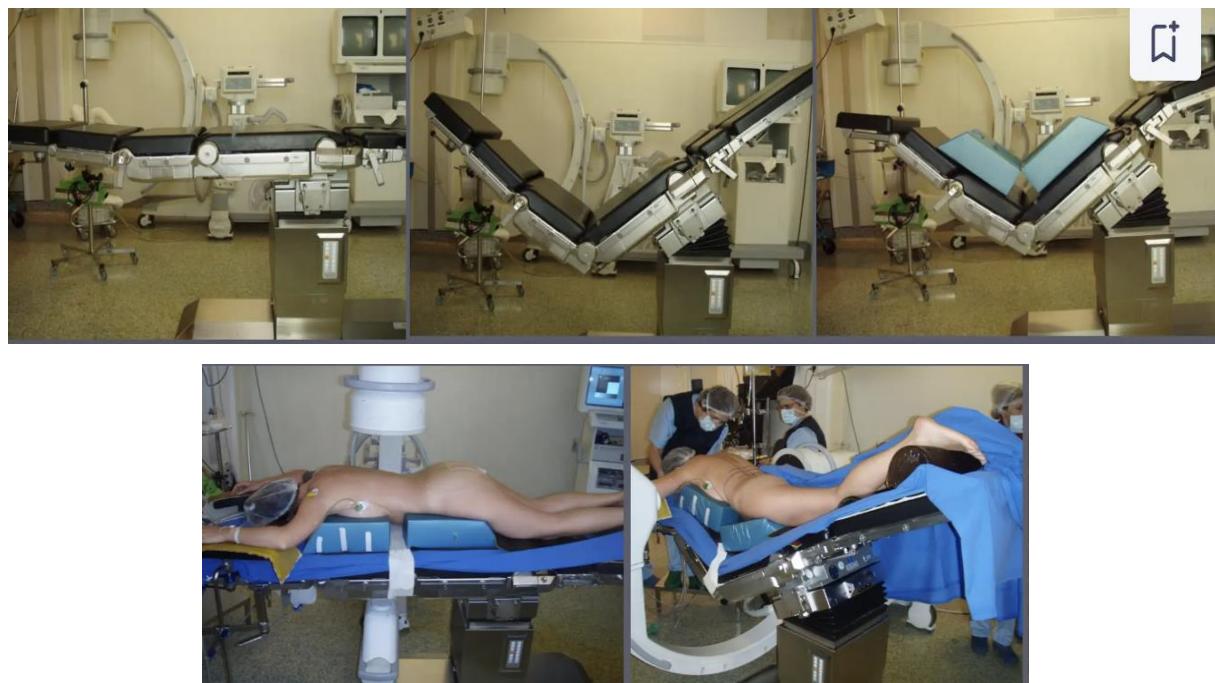


Figure 61 : Installation en hyperlordose[82]

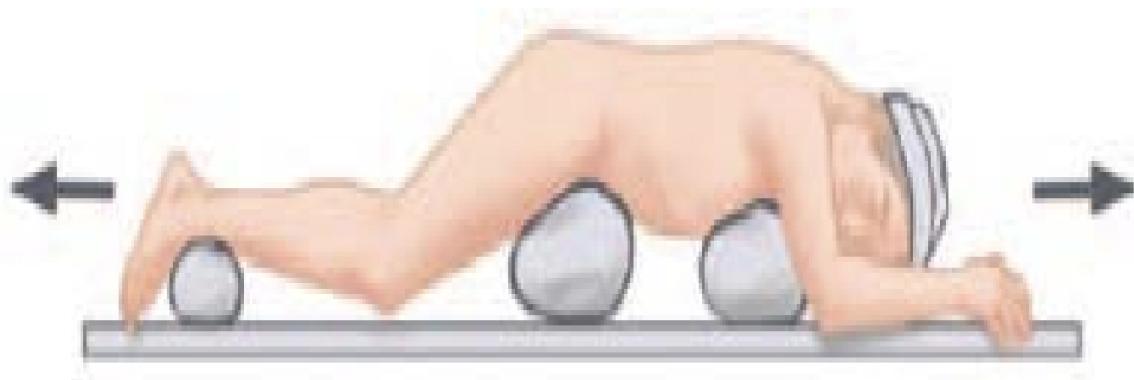


Figure 62 : Installation en décubitus ventral sur 3 coussins



Figure 63 : Installation avec deux amplificateurs de brillance[81]

Visée pédiculaire :

Elle comprend trois étapes (le choix du point d'entrée, la cathétérisation du pédicule et la mise en place de la broche-guide).

Première étape

La peau est incisée sur 2 à 3 cm (longitudinalement ou transversalement), 1 à 2 cm plus latéralement que la projection du bord latéral du pédicule, pour ne pas être gêné par les masses musculaires paravertébrales pour la visée convergente. L'aiguille de Jamshidi traverse les muscles jusqu'au contact osseux. Un contrôle scopique vérifie sa position par rapport au point d'entrée, en tenant l'aiguille à l'aide d'une pince longue pour éloigner la main du rayonnement X (Figure 64). Le point d'entrée doit être au bord latéral du pédicule entre 9 et 11 heures du côté gauche et entre 13 et 15 heures du côté droit (Figure 65). Une fois le point d'entrée repéré, l'aiguille est alors martelée afin de la stabiliser dans l'os et un contrôle de profil est réalisé pour vérifier sa position dans le pédicule et sa direction dans le plan sagittal (Figure 66).

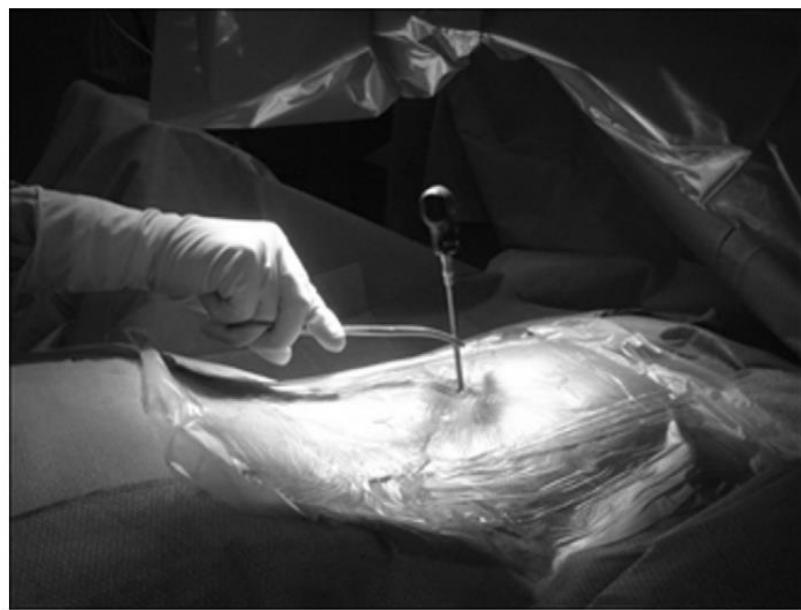


Figure 64 : Vue opératoire du repérage du point d'entrée[81]



Figure 65 : Contrôle de face à l'amplificateur de brillance du point d'entrée pour la visée pédiculaire[81]



Figure 66 : Contrôle de profil à l'amplificateur de brillance de la direction de la visée et du positionnement de l'aiguille dans le pédicule[81]

Deuxième étape

Elle consiste à repositionner l'amplificateur de face et à faire progresser l'aiguille à la main ou au marteau, dans le pédicule sous contrôle scopique (Figures 67 et 68), sans jamais dépasser son bord interne ou, mieux, en gardant une petite distance de sécurité entre l'aiguille et le bord interne du pédicule. Il faut tenir compte du fait que la vis aura un plus gros diamètre que l'aiguille. On effectue alors un contrôle de profil : l'aiguille doit avoir franchi le mur postérieur. Si elle se trouve au bord interne du pédicule de face sans être dans le corps vertébral de profil, le risque est d'avoir une effraction du bord interne du pédicule. Il faut reprendre la visée à la deuxième étape, en étant moins convergent et en contrôlant à nouveau la progression avec l'amplificateur de face.

Il existe des astuces pour limiter l'irradiation et viser plus rapidement, à n'utiliser qu'une fois la technique précédemment décrite maîtrisée. Lors de la première étape, on peut, au doigt

ou à l'aide de petits mouvements de l'aiguille, palper le massif articulaire, le départ de l'apophyse transverse, la partie latérale de la lame pour chercher le point d'entrée sans effectuer de scopie, et ce n'est qu'une fois l'aiguille positionnée que l'on contrôle le point d'entrée. On mesure ensuite la hauteur d'aiguille sortant de la peau. On fait alors pénétrer l'aiguille de 2,5 à 3 cm, en ne vérifiant que de face, jusqu'à s'approcher du bord interne du pédicule. En prenant le plateau supérieur de la vertèbre comme repère, on se représente l'orientation à donner dans le plan sagittal pour ne pas être trop descendant. On réalise de la sorte toutes les visées pédiculaires en n'effectuant que de la scopie de face. Une fois toutes les aiguilles mises en place, on réalise le contrôle de profil pour s'assurer que les aiguilles ont bien franchi le mur postérieur. La procédure peut alors être continuée sur cette seule incidence. Il est aussi possible d'effectuer la visée des deux pédicules simultanément, plutôt que de faire un côté puis l'autre, pour éviter les changements de positionnement de la scopie.



Figure 67 : Vue opératoire montrant la progression de l'aiguille au marteau en contrôlant sur la vue de face en scopie



Figure 68 : Contrôle fluoroscopique simultané

Troisième étape

Elle consiste, une fois l'aiguille dans le corps vertébral, à introduire à l'intérieur une broche qui sera poussée à la jonction des deux tiers postérieurs et du tiers antérieur du corps. Il est recommandé de garder une distance de sécurité entre la broche et le mur antérieur afin d'éviter une perforation de ce dernier en cas d'avancée intempestive de la broche pendant les manipulations qui vont suivre. L'aiguille est retirée en veillant à laisser la broche en place, puis les dilatateurs de diamètre croissant sont descendus sur la broche en leur imprimant des mouvements de rotation axiale jusqu'au contact osseux (un contrôle scopique de profil peut s'en assurer). Un taraud gradué est descendu sur la broche, permettant de préparer le pédicule et d'estimer la longueur de la vis. Lors de cette manœuvre, le risque est que la broche se bloque dans le taraud, avance avec lui et traverse le bord antérieur du corps vertébral. Pour l'éviter, il faut toujours tenir la broche pour empêcher qu'elle ne s'enfonce et, en cas de doute, vérifier son bon positionnement sous scopie. Le taraud est alors reculé en veillant à tenir la broche pour qu'elle reste en place afin de ne pas perdre le point d'entrée. Les dilatateurs sont retirés avec

les mêmes précautions et la vis, positionnée sur son porte implant ou extendeur, est descendue sur la broche. Un contrôle scopique de profil vérifie que la tête de vis est au contact de l'os (Figures 69 et 70). Elle doit être reculée si sa mobilité polyaxiale est bloquée, ce qui compliquerait la mise en place de la tige dans un montage à plusieurs niveaux. La longueur de la tige est mesurée à l'aide de l'ancillaire et une tige précintrée ou à cintrer est introduite.

La mise en place de la tige dépend du type de matériel. L'ancillaire permet parfois d'introduire automatiquement une tige précintrée (montage ne dépassant pas trois niveaux). Ailleurs, il faut mettre en place la tige à main levée, souvent par une autre incision à distance. Le passage de la tige dans les implants est contrôlé, soit de visu à travers les extendeurs, soit à l'aide d'un palpeur gradué introduit dans les extendeurs puis par contrôle scopique. La tige est alors descendue progressivement à l'aide des extendeurs, jouant le rôle d'un «persuader» ou d'un introducteur de tige, comme à ciel ouvert. Des manœuvres de réduction dans le plan sagittal sont possibles suivant les ancillaires, de même que l'application de compression ou de distraction entre les implants. L'utilisation de vis monoaxiales rend ces manœuvres plus efficaces. Les tiges sont ensuite verrouillées à l'aide de bouchons et les extendeurs sont retirés.

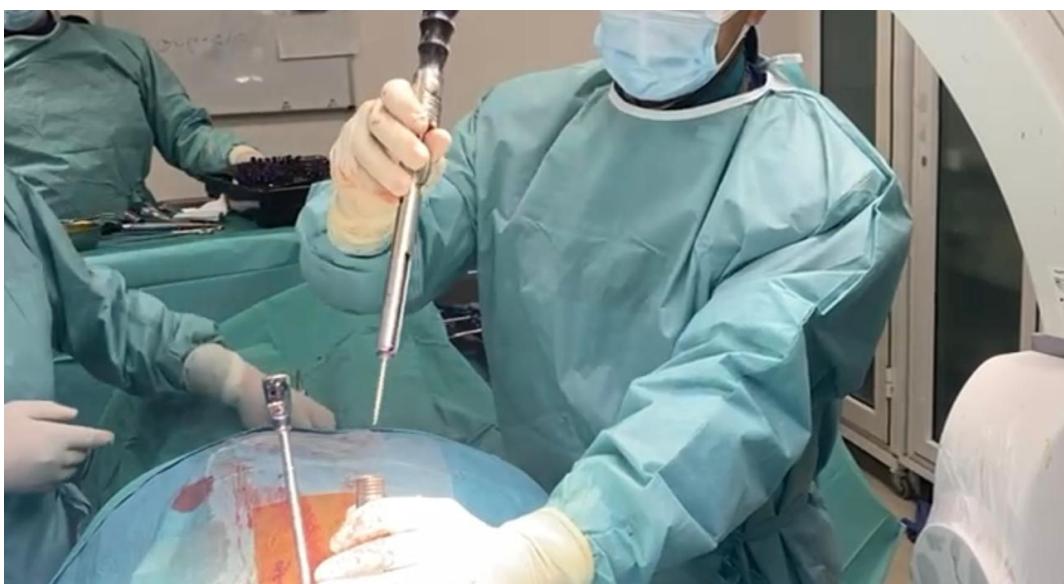


Figure 69 : Mise en place de la vis



Figure 70 : Contrôle scopique de profil simultané

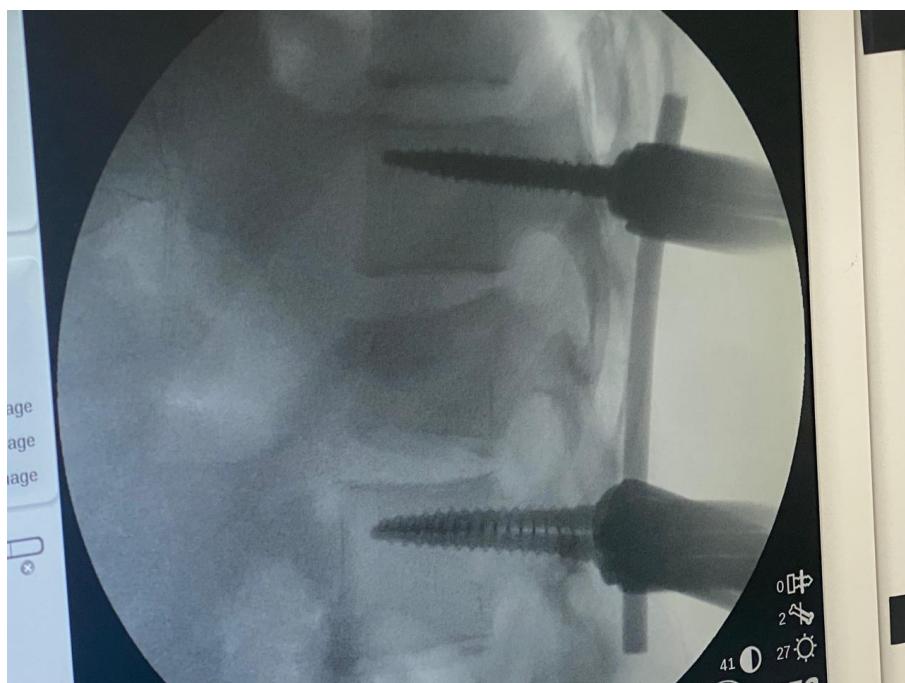


Figure 71 : Contrôle scopique de l'implantation des vis pédiculaires et la mise en place des tiges

Indications :

 **Fractures de type A (Compression pure)**

L'ostéosynthèse percutanée est particulièrement indiquée dans les fractures de type A, telles que les fractures de compression pure (A1), de flexion-distraction (A3.1 et A3.2). Ces fractures présentent une instabilité osseuse temporaire, ce qui permet une fixation par ostéosynthèse percutanée. Cette approche offre plusieurs avantages thérapeutiques, notamment :

- *Effet antalgique immédiat* : La stabilisation rapide de la fracture permet de soulager instantanément la douleur du patient.
- *Correction de la déformation* : L'ostéosynthèse permet de corriger la déformation vertébrale et de prévenir un déplacement supplémentaire de la fracture.
- *Récupération fonctionnelle rapide* : Cette méthode permet une reprise rapide des fonctions, réduisant ainsi la durée de l'hospitalisation.

Dans les fractures de type A1, A3.1 et A3.2, l'ostéosynthèse percutanée joue également le rôle de "corset interne", offrant une stabilisation adéquate sans recourir à l'immobilisation des segments discaux. Cependant, bien que cette technique soit efficace, elle comporte des risques de morbidité liés à l'invasivité de l'acte chirurgical. Dans certains cas, le *cimentage vertébral*, comme la *vertébroplastie* ou les techniques d'expansion intravertébrale (*Cyphoplastie par ballonnet™, Stent™, Spine Jack™*), peuvent être une alternative viable[83].

Limites

 **Exposition aux Rayons X[87]**

Exposition élevée : L'usage de la scopie pour placer les vis augmente l'irradiation pour le chirurgien et le patient, avec des temps d'exposition en percutanée (5,7 à 5,9 minutes par vis) par rapport à une chirurgie ouverte (3,7 à 3,2 minutes) [88][89].

 **Systèmes de Navigation et Fluoroscopie**

Fluoronavigation : Les systèmes de navigation assistent la visée percutanée et réduisent l'exposition aux rayons X tout en améliorant la précision. Cependant, les systèmes tels que la fluoroscopie 3D augmentent l'irradiation du patient comparé à la fluoroscopie 2D[90].

Décompression Neurologique

Les fractures associées à des troubles neurologiques sont contre-indiquées pour l'ostéosynthèse percutanée isolée, car ces techniques ne permettent pas de réaliser une décompression efficace. Cependant, une décompression limitée peut être effectuée en combinaison avec l'ostéosynthèse, mais cette approche est rare[91].

Greffé Osseuse

3.2 Cimentoplastie :

Vertébroplastie[92] :

Sous_guidage fluoroscopique, une **aiguille trocart** est insérée par voie **transpédiculaire** (ou parfois par voie **paravertébrale**) jusqu'au tiers antérieur du corps vertébral. La position de l'aiguille est vérifiée par fluoroscopie pour éviter toute intrusion dans le canal rachidien ou dans les structures adjacentes.

L'injection du ciment osseux commence par la préparation du PMMA, qui est mélangé avec des substances radio opaques telles que le sulfate de baryum ou l'oxyde de zirconium pour permettre un suivi radiologique précis.

Le ciment est ensuite injecté sous une consistance semi-liquide et est lentement administré dans le corps vertébral à travers l'aiguille, l'injection étant arrêtée dès que le ciment atteint les limites corticales ou si un risque de fuite devient visible. La quantité de ciment injectée varie généralement entre 3 et 5 ml par vertèbre, en fonction de la taille et de la morphologie du corps vertébral.

Kyphoplastie :

Dans la cyphoplastie par ballonnet, un ou deux ballonnets sont mis en place par voie transpédiculaire dans le corps vertébral fracturé, puis gonflés sous pression pour relever le

plateau vertébral et créer une néo cavité intravertébrale. Les ballonnets sont ensuite dégonflés et retirés afin que le ciment PMMA puisse être injecté à basse pression pour remplir la cavité.

Indications :

- ✚ Fractures vertébrales de type A selon la classification AO Spine .
- ✚ Fractures vertébrales ostéoporotiques.
- ✚ Fractures pathologiques secondaires à des lésions tumorales (métastases, myélome multiple, hémangiome..).
- ✚ Prévention des fractures adjacentes : Lorsque la fracture vertébrale initiale risque d'entraîner une cyphose locale aggravant les contraintes sur les vertèbres voisines.

Limites :

- ✚ Fractures instables de type B ou C selon la classification AO Spine[84–86].
- ✚ Risque élevé de fuite de ciment : chez les patients présentant des fractures avec brèches corticales majeures ou fragments rétro-pulsés dans le canal rachidien ou des fractures tumorales envahissant les tissus paravertébraux ou le canal spinal.
- ✚ Cal osseux consolidé dans les fractures chroniques (>6–8 semaines).
- ✚ Infection locale ou systémique : CI absolue en cas de spondylodiscite ou de sepsis.
- ✚ Allergie connue au polyméthacrylate de méthyle (PMMA) ou à ses composés.
- ✚ Absence de réduction de déformation : Technique inefficace pour corriger une cyphose marquée ou restaurer la hauteur du corps vertébral, comparée à la kyphoplastie ou au SpineJack.
- ✚ Coût élevé

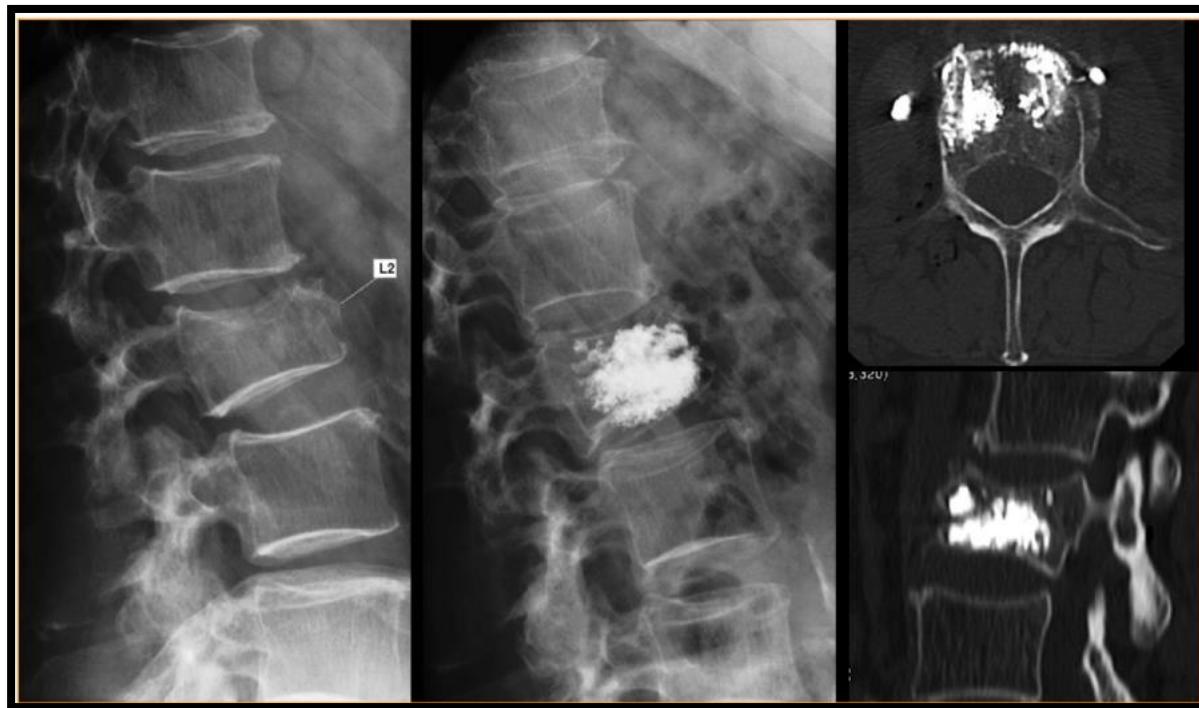


Figure 72 : Vertébroplastie réalisée pour fracture traumatique L2 [93]

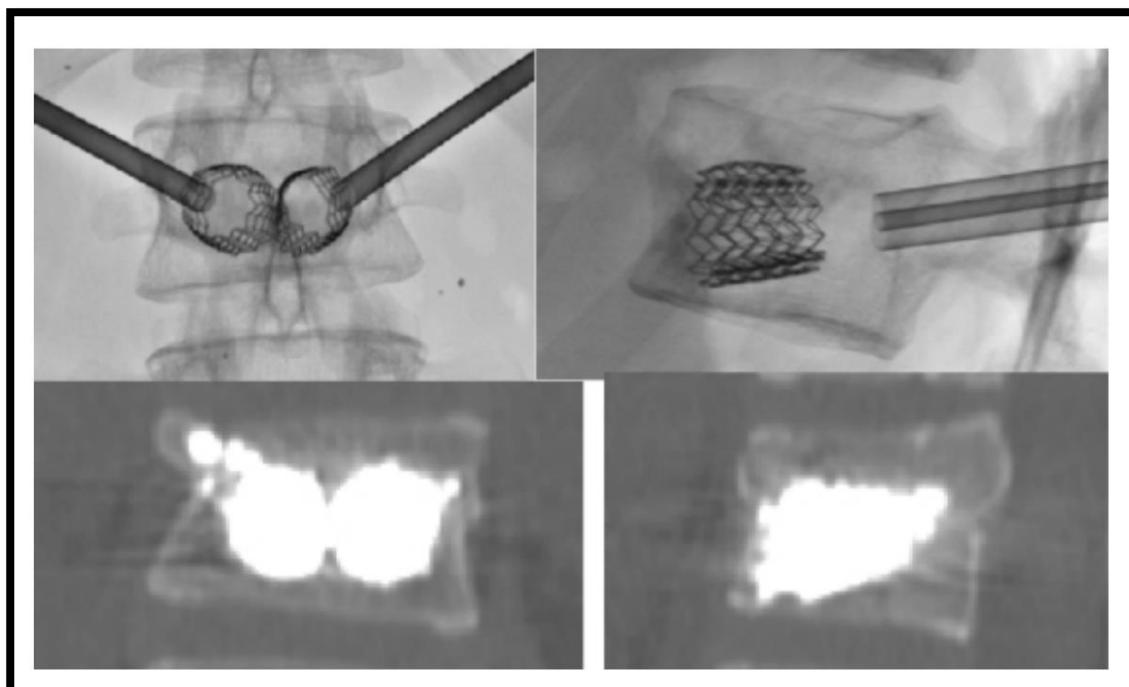


Figure 73 : Kyphoplastie avec stents

Une étude faite par Evans et al.[94] randomisée a comparé la vertébroplastie et la kyphoplastie pour le traitement des fractures vertébrales traumatiques aiguës. Les résultats ont montré que la kyphoplastie permettait une meilleure restauration de la hauteur vertébrale et une réduction plus marquée de la cyphose. Cependant, les deux techniques ont présenté des résultats similaires pour le soulagement de la douleur. Les même résultats ont été obtenus dans une étude de Lee et al.[95] et Xigong i et al.[96].

Technique de Spinejack

La procédure est guidée par fluoroscopie ou scanographie, elle repose sur l'utilisation d'implants métalliques expansibles en alliage de titane, insérés de manière bilatérale dans le corps vertébral par voie transpédiculaire.

L'expansion contrôlée de ces implants permet une réduction précise de la fracture, une restauration optimale de la hauteur vertébrale, ainsi qu'une correction des déformations cyphotiques associées.

Une fois l'implant déployé, un ciment osseux polyméthacrylate (PMMA) est injecté pour stabiliser la fracture et renforcer la structure osseuse.

Indications :

-  Fractures vertébrales de type A (classification AO Spine)
-  Fractures vertébrales douloureuses sans atteinte neurologique ni instabilité majeure.
-  Fractures ostéoporotiques
-  Alternative en cas de contre-indication à l'ostéosynthèse traditionnelle : chez les patients fragiles ou ayant des comorbidités importantes.

Limites :

-  Fractures vertébrales de type B ou C (classification AO Spine)
-  Dépendance au plateau technique et l'expertise technique requise
-  Coût élevé



Figure 74 : Principe de fonctionnement de l'implant SpineJack®

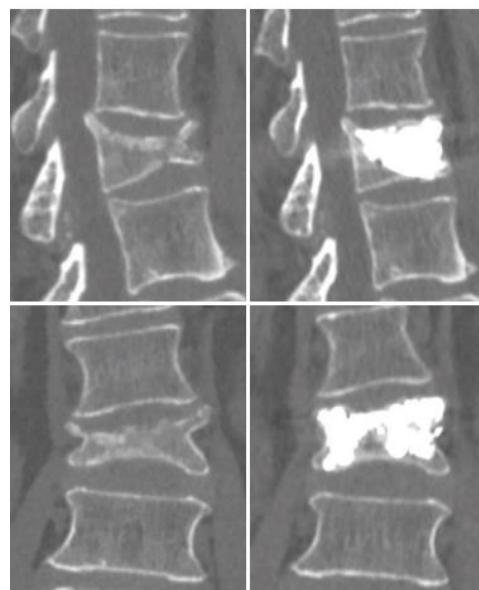


Figure 75 :Fracture de type A.3.2 au niveau de L1 avant et après l'intervention SpineJack®

4. Durée de l'intervention :

Dans notre série, la durée moyenne de 80 minutes et est comparable aux résultats rapportés dans la littérature, où les durées varient entre 70 et 108 minutes , ce qui montre que la chirurgie percutanée permet de réaliser des interventions dans des délais relativement courts tout en garantissant des résultats cliniques satisfaisants.

Tableau 20 : Durée de l'intervention selon la littérature

Auteurs	Durée de l'intervention(min)
Pelegrí et al.	108
Bironneau et al.	99
Court et al.	70
Giorgi et al.[39]	94
Notre série	80

5. Durée d'hospitalisation post opératoire :

Les résultats de notre étude montrent une durée d'hospitalisation post-opératoire de 1 à 2 jours, similaire à celle rapportée par Merom et al. (97), et bien plus courte que celle observée dans l'étude de Ni et al. (96), où la durée était de 5 jours. Cette réduction de la durée d'hospitalisation souligne l'un des principaux avantages de la chirurgie percutanée du rachis : sa nature mini-invasive permet une récupération plus rapide, réduisant ainsi le besoin d'une hospitalisation prolongée. Cela non seulement améliore le confort du patient, mais permet aussi de réduire les coûts hospitaliers, ce qui constitue un bénéfice majeur pour le système de santé tout en optimisant l'efficacité des soins.

Tableau 21 : Durée d'hospitalisation postopératoire selon la littérature

Auteurs	Durée d'hospitalisation (jours)
---------	---------------------------------

Ni et al.[97]	5
Merom et al.[98]	1 à 2
Notre série	1 à 2

IX. Explorations radiologiques post-opératoire

En postopératoire une radiographie est nécessaire et réalisée dans l'objectif de vérifier :

- ✚ La stabilité de l'ostéosynthèse et s'assurer du bon positionnement des implants.
- ✚ La direction et l'alignement des vis dans les pédicules.
- ✚ Vérifier la répartition et l'absence de fuite du ciment.

X. Évolution

1. Évolution de la douleur selon l'EVA :

Concernant la récupération de la hauteur vertébrale, les études de littérature montrent que la chirurgie percutanée, permet une restauration significative de la hauteur vertébrale, réduisant ainsi le risque de cyphose postopératoire. Cette réduction de la déformation vertébrale est un critère important dans le suivi des patients, car elle influence directement la fonction physique à long terme et la qualité de vie.

Le soulagement de la douleur est également un paramètre clé de l'évolution post-opératoire. L'échelle visuelle analogique (EVA) montre une réduction significative de la douleur chez les patients après chirurgie percutanée. Selon les études, les patients traités par chirurgie percutanée présentent une amélioration rapide de leurs scores EVA, avec une diminution de la

douleur dans les jours suivant l'intervention, ce qui permet une mobilisation précoce et améliore la réhabilitation fonctionnelle.

Dans notre série, la moyenne préopératoire est de 7,3 et la moyenne postopératoire de 2,2, montrant ainsi des résultats comparables en termes de réduction de la douleur avec ceux rapportés dans la littérature, où la douleur préopératoire moyenne varie entre 6,3 et 7,7, et la douleur postopératoire entre 1,1 et 3,1.

Tableau 22 : Tableau comparatif de la moyenne d'EVA en préopératoire et postopératoire

Auteurs	Préopératoire	Postopératoire
Zairi et al.[37]	6,7	2,4
Bironneau et al.[35]	7,7	1,9
Fuentens et al.[99]	6,3	1,1
Korovessis et al.[100]	7,6	3,1
Notre série	7,3	2,2

2. Évolution selon les paramètres de la CV et l'ART :

Dans notre étude, l'évolution des paramètres de cyphose vertébrale (CV) et d'angulation régionale traumatique (ART) après la chirurgie percutanée montre une réduction notable de la déformation vertébrale. Pour les fractures de la charnière dorsolombaire, la CV a diminué de 18,3° en préopératoire à 14° en postopératoire, soit une réduction de 4,3°, correspondant à une amélioration de 23,5 %. L'ART est passée de 14,2° à 12°, marquant une réduction de 2,2°, équivalente à une amélioration de 15,5 %. Concernant les fractures lombaires, la CV a été corrigée de 7,5° à 4,4°, indiquant une réduction de 3,1°, soit une amélioration de 41,3 %. L'ART a évolué de -14,7° à -11°, montrant une correction de 3,7°, ce qui représente une amélioration de 25,2 %.

Ces résultats suggèrent une amélioration immédiate de la déformation post-traumatique grâce à la chirurgie percutanée. Toutefois, il est essentiel de souligner que notre étude ne

comporte pas de suivi radiologique à long terme, limitant ainsi l'évaluation de l'évolution de ces paramètres au-delà de la période postopératoire immédiate. En effet, l'absence de données radiologiques à long terme empêche d'évaluer la progression éventuelle de la déformation vertébrale après cette chirurgie.

Le point faible de cette étude rétrospective est qu'il existe un nombre important de perdus de sur l'analyse finale.

La déformation cyphotique post traumatique a été décrite par de nombreux auteurs dans la littérature

Dans la série de Teyssédou et al.[38] sur les fractures dorsolombaires de sujets jeunes traitées principalement par kyphoplastie (49 patients traités par kyphoplastie seule et 16 avec ostéosynthèse associée), la CV pré opératoire était à 13,3° pour 6° en post opératoire et 8,3° au suivi final (1 an). Il n'y avait pas de différence entre le traitement par kyphoplastie et l'association kyphoplastie – ostéosynthèse en ce qui concerne les valeurs de CV. Cependant, il n'y a pas eu de mesure de l'ART.

L'étude comparative de Lee et al. [101] portait sur 59 fractures dorso lombaires de type burst (D11 à L2) dont 32 traitées par ostéosynthèse percutanée courte (sans greffe) et avec une vis intermédiaire dans la fracture, avec un suivi moyen de 30 mois. Dans le groupe traité de manière percutanée, les valeurs de CV et d'ART pré opératoires étaient respectivement de 15,8° et 20,2°, pour des valeurs post opératoires de 6,2° et 9,8° et finales de 9,3° et 11,9°.

Dans l'étude de Maestretti[80], 28 patients opérés de fractures dorsolumbares de type A selon Magerl par kyphoplastie isolée ont été suivis sur 30 mois. Les niveaux fracturés comprenaient de D11 à L5. La population était jeune (38 ans de moyenne). Les fractures A3 et A2 avec une importante comminution fracturaire ont été exclues. Les valeurs initiales de CV et d'ART étaient respectivement de 17,1° et 2,6° en pré opératoire pour 5,9° et -1,3° en post opératoire, et 9° et -0,7° au contrôle final. L'ART finale n'était pas significativement différente à l'ART post opératoire, contrairement à la CV. Cependant, ils ont inclus dans le calcul de l'ART moyenne globale dix fractures de L3 à L5. L'angulation physiologique régionale à ce niveau

étant très largement négatif (-15 à - 35°, d'après Stagnara, la valeur finale moyenne d'ART pouvait se retrouver très largement sous estimée.

Dans l'étude de Zairi et al. 41 patients ont été opérés pour une fracture thoraco-lombaire unique, traitée par cyphoplastie combinée à une ostéosynthèse percutanée. La cyphose vertébrale a diminué de 16° à 7,8° en postopératoire, avec une légère augmentation à 8,9° lors du dernier contrôle.

Pelegrí et al. [34] rapportaient une série de 13 patients traités par ostéosynthèse percutanée seule avec une CV moyenne passant de 16 à 8,1° au dernier recul (soit un gain absolu de 7,9°).

En conclusion, les résultats de notre étude sur la **cyphose vertébrale et l'angulation régionale traumatique** après chirurgie percutanée sont similaires à ceux rapportés dans la littérature, confirmant l'efficacité de cette approche pour corriger la déformation vertébrale, bien que l'absence de suivi radiologique à long terme empêche d'évaluer pleinement l'évolution des paramètres au-delà de la période postopératoire immédiate.

XI. Complications :

1. Complications mécaniques :

- ✚ Mauvais positionnement des vis pédiculaires

Perforation corticale, pouvant entraîner des lésions vasculaires ou nerveuses.

- ✚ Fuite de ciment : plus fréquent en vertébroplastie, moins en kyphoplastie):

Vertébroplastie : jusqu'à 70 % des cas (majorité asymptomatiques).

Kyphoplastie : 10-15 %, grâce au contrôle de l'espace par le ballonnet.

Conséquences : fuite vers le disque intervertébral, le canal rachidien ou le système vasculaire.

- ✚ Déplacement ou casse du matériel

Cause : surcharge mécanique ou mauvaise qualité osseuse (ostéoporose).

- ✚ Fractures des vertèbres adjacentes

Mécanisme : redistribution des contraintes mécaniques sur les vertèbres adjacentes.

Plus fréquente après vertébroplastie ou kyphoplastie en raison de la rigidité segmentaire induite.

✚ Déplacement du ballonnet (en cas de kyphoplastie)

Peut entraîner des lésions osseuses ou un positionnement incorrect du ciment.

✚ Effondrement secondaire de la vertèbre traitée (plus fréquent en vertébroplastie)

Dû à un remplissage incomplet ou une faible qualité de ciment injecté.

✚ Absence de réduction optimale

Résultat insuffisant pour corriger la cyphose ou restaurer la hauteur vertébrale.

2. Complications neurologiques

✚ Compression médullaire ou radiculaire

Mécanisme : – Fuite de ciment dans les foramens ou le canal rachidien (vertébroplastie et kyphoplastie). – Mauvais positionnement des vis (ostéosynthèse).

Conséquences : douleurs radiculaires, faiblesse musculaire, paraplégie.

✚ Douleurs persistantes ou aggravées

Causes :

- Irritation mécanique par le matériel (ostéosynthèse).
- Fuite de ciment irritant les structures nerveuses (vertébroplastie et kyphoplastie).
- Réduction insuffisante de la fracture ou déformation résiduelle.

3. Complications vasculaires

✚ Fuite de ciment dans le système vasculaire (plus fréquent en vertébroplastie, rare en kyphoplastie) :

Conséquences : embolie pulmonaire par migration de ciment ou embolie graisseuse.

Fréquence plus faible en kyphoplastie grâce au contrôle de l'injection.

- ⊕ Lésion des structures vasculaires (spécifique à l'ostéosynthèse percutanée par vis) :
Atteinte des artères segmentaires ou veines épidurales, entraînant hémorragie ou hématome.

4. Complications infectieuses

- ⊕ Infection du site opératoire (ISO)
Plus fréquente en ostéosynthèse en raison du volume de matériel implanté.
Formes : infections superficielles ou profondes (abcès, spondylodiscite).

- ⊕ Spondylodiscite :

Contamination lors de *l'injection*.

Symptômes : douleurs dorsales *persistantes*, syndrome inflammatoire.

- ⊕ Abcès épidual ou paraspinal (rare mais grave)

Compression neurologique *potentielle* nécessitant une décompression urgente.

5. Complications générales

- ⊕ Réactions allergiques :

Cause : ciment osseux (PMMA) ou matériel implanté.

Symptômes : éruptions cutanées, hypotension, choc anaphylactique (exceptionnel).

- ⊕ Hématome postopératoire :

Peut survenir avec toutes les techniques, souvent en lien avec des lésions vasculaires ou la manipulation des tissus mous.

- ⊕ Thrombose veineuse profonde (TVP) et embolie pulmonaire :

Associées à l'immobilisation postopératoire prolongée, communes à toutes les techniques.

Dans notre série de cas, aucune complication peropératoire ou postopératoire n'a été observée, que ce soit d'ordre mécanique, neurologique, vasculaire ou infectieux. Ces résultats reflètent la rigueur de la technique utilisée, la qualité de la prise en charge , ainsi que le suivi

attentif des patients. Néanmoins, ces données doivent être interprétées avec prudence en raison de la taille limitée de notre échantillon.

Tableau 23 : Comparaison entre les séries du taux de mauvais placement des vis pédiculaires mis en place en percutané

Auteurs	% de vis mal placées
Korovessis et al.[102]	2,7
Ringel et al.[103]	3
Pelegrí et al.[34]	3,8
Wiesner et al.[104]	6,6
Ni et al.[105]	6,7
Notre série	0

XII. Prévention et recommandations

Dans le cadre des fractures traumatiques du rachis traitées par chirurgie percutanée, les recommandations issues de ce travail s'articulent autour de trois axes principaux, mettant en avant les avantages de cette technique par rapport à la chirurgie ouverte.

1. Prévention primaire

La prévention des traumatismes du rachis repose principalement sur la réduction des risques liés aux facteurs étiologiques, tels que les accidents de la voie publique et les chutes de hauteur :

- Renforcer la sécurité routière : Sensibilisation accrue des jeunes aux dangers de la route, respect du code de la route, et amélioration des infrastructures routières.

- Amélioration des conditions de travail : Mise en place de protocoles de sécurité pour les ouvriers exposés aux chutes, notamment sur les chantiers.
- Optimisation de la prise en charge préhospitalière : Développement de réseaux d'urgence équipés pour stabiliser rapidement les patients, afin de limiter l'aggravation des lésions rachidiennes.

2. Prévention secondaire

Pour optimiser la prise en charge des fractures traumatiques du rachis, une réflexion est nécessaire pour améliorer les structures de soins et promouvoir les techniques modernes, comme la chirurgie percutanée :

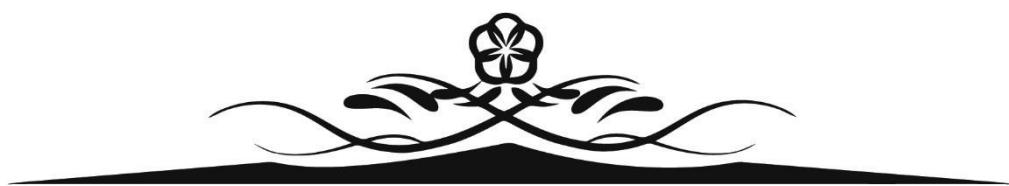
- Création de centres spécialisés : Mise en place de services dédiés aux traumatismes rachidiens, dotés de blocs opératoires adaptés à la prise en charge rapide et efficace.
- Adoption des techniques mini-invasives : Promouvoir l'utilisation de la chirurgie percutanée, qui offre des avantages significatifs par rapport à la chirurgie ouverte, notamment :
 - Réduction des complications (moins d'infections et de pertes sanguines).
 - Mobilisation précoce des patients, favorisant une réhabilitation plus rapide.
 - Meilleure préservation des structures musculaires.
- Formation continue : Encourager la mise à jour des connaissances des praticiens et le partage des bonnes pratiques, notamment sur les techniques percutanées et leur intérêt par rapport aux approches traditionnelles.
- Élaboration de consensus nationaux : Standardiser la prise en charge des fractures traumatiques du rachis, incluant les indications spécifiques pour la chirurgie percutanée.

3. Prévention tertiaire

Pour les patients souffrant de séquelles après une fracture du rachis, il est essentiel de faciliter leur réhabilitation et insertion sociale :

- Centres spécialisés pour handicapés moteurs : Développer des infrastructures adaptées pour les patients à mobilité réduite.

- Réinsertion professionnelle : Mettre en place des programmes pour aider les patients à retrouver une activité professionnelle.
- Accessibilité des infrastructures publiques : Encourager la création d'espaces publics adaptés aux personnes en fauteuil roulant ou présentant des déficiences motrices.



CONCLUSION



Les fractures du rachis traumatique sont des lésions graves, souvent accompagnées d'atteintes neurologiques, qui impactent significativement le pronostic fonctionnel et la qualité de vie des patients. Ces traumatismes affectent principalement une population jeune et active, entraînant des conséquences économiques et sociales considérables. La récupération neurologique reste particulièrement limitée dans les cas sévères, ce qui accentue la complexité du traitement.

L'émergence des techniques de chirurgie percutanée a marqué une avancée décisive dans la gestion de ces fractures. Avec ses nombreux avantages, tels qu'une réduction des complications peropératoires (minimisation des pertes sanguines et des risques infectieux), une mobilisation précoce et une accélération de la récupération fonctionnelle, la chirurgie percutanée s'impose comme une alternative efficace à la chirurgie ouverte. Ces techniques offrent une stabilisation rapide et durable du rachis, tout en préservant les tissus musculaires environnants et en limitant les séquelles postopératoires. Toutefois, une limite importante de cette approche reste son incapacité à réaliser une décompression neurologique dans les cas où une telle intervention est nécessaire, ce qui requiert souvent une chirurgie ouverte pour un traitement complet.

L'adoption généralisée de la chirurgie percutanée nécessite également un renforcement de la formation des professionnels de santé. La maîtrise de ces techniques mini-invasives et leur intégration dans une approche multidisciplinaire sont essentielles pour optimiser les résultats cliniques et garantir une prise en charge de qualité. Une telle stratégie doit s'accompagner d'une amélioration continue des compétences pour maximiser les bénéfices cliniques et réduire les complications.

Dans notre étude, la chirurgie percutanée a démontré son efficacité en termes de stabilisation rapide du rachis et de réduction des complications postopératoires majeures. Nos résultats confirment les avantages de cette approche, en particulier pour les fractures traumatiques du rachis, tout en mettant en lumière son rôle crucial dans l'amélioration de la prise en charge.

Enfin, la réduction de la morbi-mortalité associée aux fractures traumatiques du rachis passe par une prévention accrue des principaux facteurs de risque, notamment les accidents de la voie publique (AVP) et les accidents de travail. La mise en place de campagnes de sensibilisation, le renforcement des infrastructures de sécurité routière, et l'amélioration des conditions de travail dans les secteurs à haut risque constituent des mesures préventives essentielles. Combinées à une prise en charge rapide et appropriée, ces actions permettront de limiter les complications et d'améliorer le pronostic fonctionnel des patients.

Ainsi, la **chirurgie percutanée du rachis traumatique** représente une réponse prometteuse, à condition de l'intégrer dans une stratégie globale, visant non seulement à améliorer les soins immédiats, mais aussi à garantir des résultats à long terme.



RÉSUMÉ

Introduction: Les traumatismes du rachis, souvent causés par des accidents de la voie publique ou des chutes, représentent un défi médical majeur en raison des fractures complexes et des complications neurologiques graves qu'ils peuvent engendrer. La chirurgie traditionnelle, bien qu'efficace, est associée à des risques tels que des infections et une récupération prolongée. En réponse, la chirurgie percutanée a émergé comme une alternative mini-invasive, permettant une stabilisation immédiate grâce à des incisions réduites et un guidage radiologique précis.

Patients et méthode : Notre travail est une étude rétrospective portant sur la chirurgie percutanée du rachis traumatique au service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI de Marrakech, sur une période de 3 ans. Cette série inclut 10 patients traités par cette technique.

Résultats : L'âge moyen était de 45 ans avec des extrêmes allant de 16 à 68 ans, le sexe masculin était le plus dominant avec un sexe ratio de 2,3. Les fractures sont causées majoritairement par les chutes d'un lieu élevé dans le cadre des accidents de travail avec un pourcentage de 60% suivi des accidents de la voie publique avec un pourcentage de 40%.

Sur le plan clinique la douleur rachidienne était le maître symptôme avec un taux de 100%. La totalité des patients ne présentaient aucun déficit neurologique. Les lésions associées ont été représentées essentiellement par le polytraumatisme dans 10% des cas.

Sur le plan radiologique, , la radiographie standard du rachis et la TDM ont été réalisées chez 100% des cas, et l'IRM dans 60% des cas. Dans 60% des cas le siège de la fracture était au niveau de la charnière dorso lombaire. Les explorations montrant souvent une atteinte univertébrale (60%) avec la vertèbre L1 comme siège de préférence (46,67%). La compression était le mécanisme lésionnel principal (90%), selon l' AO Spine le sous type A4 était le plus fréquemment retrouvé.

Sur le plan thérapeutique, la totalité des patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical par voie postérieure faite d'une ostéosynthèse montage court (04 vis+ 02 tiges) chez tous les patients , associée à une kyphoplastie chez un seul patient .

L'évolution postopératoire immédiate des patients était favorable pour tous les cas, sans aucune complication observée. Radiologiquement, un gain significatif de la cyphose vertébrale ainsi qu'une amélioration de l'ART ont été constatés en postopératoire immédiat.

Discussion : Au terme de notre étude, et en comparaison avec les données de la littérature, nous pouvons affirmer que la chirurgie percutanée des fractures traumatiques du rachis est une approche concise et efficace dans notre contexte clinique. Cette méthode a non seulement démontré une amélioration significative de la cyphose vertébrale et de l'ART immédiatement après l'intervention, mais a également engendré une diminution notable de la douleur telle que mesurée par l'échelle EVA. Ces résultats sont en parfaite adéquation avec les études existantes, renforçant ainsi la fiabilité de cette technique mini-invasive.

Toutefois, il reste essentiel d'optimiser le délai de prise en charge des patients afin de maximiser les bénéfices cliniques et de réduire encore davantage les risques potentiels.

Conclusion : La chirurgie percutanée se révèle être une option thérapeutique efficace et sécuritaire pour les fractures traumatiques du rachis. Cependant, sa principale limite réside dans la décompression neurologique. Par ailleurs, la prévention demeure essentielle pour réduire l'incidence de ces traumatismes.

Summary

Introduction:

Spinal trauma, often caused by road traffic accidents or falls, represents a significant medical challenge due to the complex fractures and severe neurological complications they can induce. Traditional surgical methods, while effective, are associated with risks such as infections and prolonged recovery periods. In response, percutaneous surgery has emerged as a minimally invasive alternative, enabling immediate stabilization through reduced incisions and precise radiological guidance.

Patients and Methods:

This study is a retrospective analysis of percutaneous surgery for traumatic spinal fractures conducted in the neurosurgery department at CHU Mohamed VI in Marrakech over a three-year period. The series includes 10 patients treated with this technique.

Results:

The average age was 45 years, ranging from 16 to 68 years, with males being predominant, exhibiting a male-to-female ratio of 2.3. Fractures were predominantly caused by falls from heights during work-related accidents (60%), followed by road traffic accidents (40%). Clinically, spinal pain was the primary symptom, present in 100% of cases. All patients exhibited no neurological deficits. Associated injuries were mainly polytrauma, occurring in 10% of cases.

Radiologically, standard spinal X-rays and computed tomography (CT) scans were performed in 100% of cases, and magnetic resonance imaging (MRI) in 60% of cases. In 60% of cases, the fracture was located at the thoracolumbar junction. Imaging frequently showed single-vertebra involvement (60%) with the L1 vertebra being the most common site (46.67%). Compression was the primary injury mechanism (90%), with subtype A4 being the most frequently observed according to the AO Spine classification.

Therapeutically, all patients underwent posterior surgical treatment involving short-segment osteosynthesis (4 screws + 2 rods) for all patients, with kyphoplasty performed in one patient.

Postoperative evolution was favorable for all cases, with no complications observed. Radiologically, a significant improvement in vertebral kyphosis and anterior-posterior translation (ART) was noted immediately after surgery.

Discussion:

At the conclusion of our study, and in comparison with the literature data, we can affirm that percutaneous surgery for traumatic spinal fractures is a concise and effective approach in our clinical context. This method not only demonstrated a significant improvement in vertebral kyphosis and ART immediately post-intervention but also resulted in a notable reduction in pain as measured by the Visual Analog Scale (EVA). These results are in perfect alignment with existing studies, thereby reinforcing the reliability of this minimally invasive technique.

However, it remains essential to optimize the patient management timeline to maximize clinical benefits and further reduce potential risks.

Conclusion:

Percutaneous surgery proves to be an effective and safe therapeutic option for traumatic spinal fractures. However, its main limitation lies in the inability to perform neurological decompression. Additionally, prevention remains essential to reduce the incidence of these traumas.

ملخص

المقدمة: تشكل إصابات العمود الفقري، التي غالباً ما تحدث نتيجة لحوادث على الطرق العامة أو السقوط، تحدياً طبياً كبيراً بسبب الكسور المعقدة والمضاعفات العصبية الخطيرة التي يمكن أن تترجم عنها. الجراحة التقليدية، على الرغم من فعاليتها، مرتبطة بمخاطر مثل العدوى وفترة النقاهة الطويلة. ونتيجة لذلك، ظهرت الجراحة عبر الجلد كبديل صغير التوغل، مما يتيح الاستقرار الفوري من خلال شقوق أقل ودليل إشعاعي دقيق.

المرضى والطريقة: دراستنا هي دراسة استعادية تتناول الجراحة عبر الجلد للإصابات الرضحية في العمود الفقري في قسم جراحة الأعصاب في مستشفى محمد السادس الجامعي في مراكش، على مدى فترة 3 سنوات. تتضمن هذه السلسلة 10 مرضى عولجوا بهذه التقنية.

النتائج: كان متوسط العمر 45 سنة، مع حدود تراوح من 16 إلى 68 سنة، وكان الذكر هو الأكثر سيطرة بنسبية ذكور إلى إناث بلغت 2.3. تسببت السقوط من أماكن مرتفعة في إطار حوادث العمل بنسبة 60%， تلتها حوادث الطرق بنسبة 40%. سريرياً، كان الألم في العمود الفقري هو العرض الرئيسي بنسبة 100%. لم يظهر أي من المرضى عجزاً عصبياً. تمثل الإصابات المصاحبة بشكل أساسى تعدد الإصابات في 10% من الحالات. من الناحية الإشعاعية، تم إجراء الأشعة السينية التقليدية للعمود الفقري والأشعة المقطعة في 100% من الحالات، والرنين المغناطيسي في 60% من الحالات. في 60% من الحالات، كان موقع الكسر عند مفصل الظهر القطني. غالباً ما أظهرت الفحوصات تورط فقرة واحدة بنسبة 60%， مع تفضيل فقرة L1 كموقع شائع بنسبة 46.67%. كانت الضغط الآلية الرئيسية للإصابة بنسبة 90%， وفقاً لتصنيف AO Spine كان النوع الفرعي A4 هو الأكثر شيوعاً. علاجيًّا، استفاد جميع المرضى من علاج جراحي عبر الطريق الخلفي شمل تثبيت عظمي قصير (4 براغي + 2 قضبان) لجميع المرضى، مصحوباً بعملية رأب الفقراء لمريض واحد فقط. كان التطور بعد الجراحة الفوري موائماً لجميع الحالات، دون أي مضاعفات مرصودة. من الناحية الإشعاعية، لوحظ تحسن كبير في انحصار العمود الفقري و ART (الترجمة الأمامية-الخلفية) بعد الجراحة الفورية.

المناقشة: في ختام دراستنا، وبالمقارنة مع بيانات الأدبيات، يمكننا التأكيد أن الجراحة عبر الجلد للإصابات الرضحية في العمود الفقري هي نهج مختصر وفعال في سياقنا السريري. هذه الطريقة لم تُظهر فقط تحسناً كبيراً في انحصار العمود الفقري و ART، بل أسفرت أيضاً عن انخفاض ملحوظ في الألم كما تم قياسه بمقاييس EVA. هذه النتائج تتماشى تماماً مع الدراسات الموجودة، مما يعزز من موثوقية هذه التقنية الصغيرة التوغل. ومع ذلك، لا يزال من الضروري تحسين مدة التعامل مع المرضى لتحقيق أقصى الفوائد السريرية وتقليل المخاطر المحتلة بشكل أكبر.

الخاتمة تثبت الجراحة عبر الجلد أنها خيار علاجي فعال وآمن للإصابات الرضحية في العمود الفقري. ومع ذلك، فإن حدتها الرئيسي يمكن أن يكون في عدم القدرة على إجراء تفريغ عصبي. بالإضافة إلى ذلك، تظل الوقاية ضرورية لتقليل حدوث هذه الإصابات.



I. Fiche d'exploitation

Identité :

Nom et Prénom :

Age:

Sexe : M F

Origine:

Profession :

Mode d'admission : urgences référé

Antécédents :

Chirurgicaux :

-Neurochirurgicaux : Ancien traumatisme Dorsolombaire : Oui Non
-Autres :

Médicaux :

-Rhumatologiques
-Diabète HTA Cardiopathie Tuberculeuse
- Autres :

Les circonstances de l'accident : Date : Lieu :

Type : AVP Chute Agression
Autres :

Nature de traumatisme: ouvert fermé

Traumatisme associé : Oui Non

o Si oui : Thorax crane abdomen membre sup membre inf autre

Transport médicalisé Oui Non

Délai d'admission :

Examen Clinique :

- Score de Glasgow :
- Signes fonctionnels

Douleur :

Impotence fonctionnelle

- Signes physiques :

Examen rachidien : – Inspection :

Ecchymose cutanée para vertébral :

Œdème résiduel :

Saillie d'une épineuse :

Déformation rachidienne :

Autres :

-Palpation :

Douleur à la pression des épineuses :

Palpation d'un hématome :

Contracture des muscles :

-Déficit neurologique : Oui Non

- Lésions associées :

Crane

Thorax

Abdomen

Membre sup

Membre inf

Examen paraclinique:

- Bilan biologique: NFS CRP
Urée: Crétat: GAJ: TP: TCK:
 - Bilan radiologique : Radiographie SD TDM IRM

Niveau des lésions : -Cervical -Dorsal -Lombaire -Dorsolombaire

Classification de la fracture MACFRI :

Type A: A1 A2 A3

Type B: B1 B2 B3

Type C: C1 C2 C3

Traitements :

- Médical :
 - Antalgique :
 - Antibiotiques :
 - Anticoagulants :
 - Autres :
 - Chirurgical :
 - Date d'intervention : >
 - Délai admission-intervention :
 - Type d'anesthésie :
 - Voie d'abord : Ant Post Combiné
 - Technique :
 - Ostéosynthèse : Oui Non
 - Kyphoplastie : Oui Non
 - Vertébroplastie : Oui Non
 - Imagerie de contrôle post-opératoire : oui non
 - Radiographie standard :
 - TDM :
 - IRM :

Evolution :

Récupération complète :

Douleur résiduelle :

Trouble fonctionnel :

Aggravation :

Décès :

Complications :

- Neurologiques :
- Infectieuses :
- Troubles vésico sphinctériens
- Escarres
- Absence de complications

Orientation et rééducation fonctionnelle :

Hospitalisation Ambulatoire

II. LE SCORE ASIA

Le testing musculaire de membre supérieur et du membre inférieur pour établir le score ASIA .

<p>Évaluation motrice</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">C2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">D G</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S4-5</td> <td style="background-color: #808080;"></td> <td></td> </tr> </table> <p>Flexion du coude Extension du poignet Extension du coude Flexion du médius (P3) Abduction du 5^e doigt</p> <p>0 = paralysie totale 1 = contraction visible ou palpable 2 = mouvement actif sans pesanteur 3 = mouvement actif contre pesanteur 4 = mouvement actif contre résistance 5 = mouvement normal NT, non testable</p> <p>Score «motricité» : /100 Contraction anale : oui/non</p>	C2	D G		C3			C4			C5			C6			C7			C8			T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10			T11			T12			L1			L2			L3			L4			L5			S1			S2			S3			S4-5			<p>Score ASIA</p> <p>Identité du patient</p> <p>Date de l'examen</p> <p>Niveau neurologique*</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Sensitif</td> <td style="width: 10%;">droite</td> <td style="width: 10%;">gauche</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Moteur</td> <td>droite</td> <td>gauche</td> <td></td> </tr> </table> <p>*Segment le plus caudal ayant une fonction normale</p> <p>Lésion médullaire** : Complète ou Incomplète</p> <p>** Caractère incomplet défini par une motricité ou une sensibilité du territoire S4-S5</p> <p>Échelle d'anomalie ASIA : A B C D E</p> <p>A = complète : aucune motricité ou sensibilité dans le territoire S4-S5</p> <p>B = incomplète : la sensibilité mais pas la motricité est préservée au-dessous du niveau lesionnel, en particulier dans le territoire S4-S5</p> <p>C = incomplète : la motricité est préservée au-dessous du niveau lesionnel et plus de la moitié des muscles testés au-dessous de ce niveau à un score ≥ 3</p> <p>D = incomplète : la motricité est préservée au-dessous du niveau lesionnel et au moins la moitié des muscles testés au-dessous du niveau à un score ≥ 3</p> <p>E = normale : la sensibilité et la motricité sont normales</p> <p>Préservation partielle***</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Sensitif</td> <td style="width: 10%;">droite</td> <td style="width: 10%;">gauche</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Moteur</td> <td>droite</td> <td>gauche</td> <td></td> </tr> </table> <p>*** Extension caudale des segments partiellement innervés</p> <p>Syndrome clinique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Centromédullaire Brown-Séquard Moelle antérieure Cône terminal 	Sensitif	droite	gauche		Moteur	droite	gauche		Sensitif	droite	gauche		Moteur	droite	gauche	
C2	D G																																																																																																				
C3																																																																																																					
C4																																																																																																					
C5																																																																																																					
C6																																																																																																					
C7																																																																																																					
C8																																																																																																					
T1																																																																																																					
T2																																																																																																					
T3																																																																																																					
T4																																																																																																					
T5																																																																																																					
T6																																																																																																					
T7																																																																																																					
T8																																																																																																					
T9																																																																																																					
T10																																																																																																					
T11																																																																																																					
T12																																																																																																					
L1																																																																																																					
L2																																																																																																					
L3																																																																																																					
L4																																																																																																					
L5																																																																																																					
S1																																																																																																					
S2																																																																																																					
S3																																																																																																					
S4-5																																																																																																					
Sensitif	droite	gauche																																																																																																			
Moteur	droite	gauche																																																																																																			
Sensitif	droite	gauche																																																																																																			
Moteur	droite	gauche																																																																																																			
<p>Évaluation sensitive</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Toucher</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Piqûre</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T11</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S4-5</td> <td></td> </tr> </table> <p>Score «toucher» : /112 Score «piqûre» : /112 Sensibilité anale : oui/non</p> <p>0 = absente 1 = diminuée 2 = normale NT, non testable</p>	Toucher	Piqûre	D	G	C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8		T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10		T11		T12		L1		L2		L3		L4		L5		S1		S2		S3		S4-5																																										
Toucher	Piqûre																																																																																																				
D	G																																																																																																				
C2																																																																																																					
C3																																																																																																					
C4																																																																																																					
C5																																																																																																					
C6																																																																																																					
C7																																																																																																					
C8																																																																																																					
T1																																																																																																					
T2																																																																																																					
T3																																																																																																					
T4																																																																																																					
T5																																																																																																					
T6																																																																																																					
T7																																																																																																					
T8																																																																																																					
T9																																																																																																					
T10																																																																																																					
T11																																																																																																					
T12																																																																																																					
L1																																																																																																					
L2																																																																																																					
L3																																																																																																					
L4																																																																																																					
L5																																																																																																					
S1																																																																																																					
S2																																																																																																					
S3																																																																																																					
S4-5																																																																																																					

III. LA CLASSIFICATION DE FRANKEL

A / Atteinte neurologique complète:

- ⊕ Paralysie sensitivomotrice complète sous-lésionnelle

B / Atteinte neurologique incomplète:

- ⊕ Atteinte motrice sous lésionnelle avec sensibilité conservée

C / Atteinte neurologique incomplète:

- ⊕ Motricité partielle avec majorité des muscles côtés à moins de 3

D / Atteinte neurologique incomplète:

- ⊕ Motricité fonctionnelle, majorité des muscles avec score moteur supérieur ou égal à 3

E / Absence d'atteinte neurologique

- ⊕ Fonctions sensorielles et motrices normales

IV. CLASSIFICATION DE MAGERL

TYPE A	TYPE B	TYPE C
Par compression	Par distraction antérieure ou postérieure	Lésion avec composante rotatoire
Atteinte purement osseuse corporéale	Atteinte osseuse et ligamentaire	
A1: fracture tassemement A2: fracture séparation A3:fracture comminutive (BURST)	B1 : flexion-distraction postérieure à prédominance ligamentaire B2 : flexion-distraction postérieure à prédominance osseuse B3 : distraction antérieure avec cisaillement à travers le disque	C1 : type A avec composante rotatoire C2 : type B avec composante rotatoire C3 : trait oblique et cisaillement rotatoire



1. **R. Fehlings, T. Tator.**
Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Clinical Presentation, and Management
Neurosurgical Focus 2017 ; 42:18; 24–29
2. **M.Eby**
Tips and tricks in thoracolumbar injury : Anatomy, Biomechanics and Classification.
Jun. 2017;27:2.
3. **R. J. Vaccaro, S. A. Albert, et al.**
Minimally Invasive Spine Surgery: Techniques and Outcomes.
Spine. 2017 ; 42:18 ;1370–1377
4. **R. T. McCormack, D. M. Hurlbert, et al.**
Percutaneous Spinal Instrumentation: A Review of Techniques and Outcomes.
Spine. 2008 ; 33:7 ; 785–792
5. **Denis F, Burkus JK.**
Diagnosis and treatment of cauda equina entrapment in the vertical lamina fracture of lumbar burst fractures.
Spine 1991;16:S433–439.
6. **Denis F.**
Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma.
Clin. Orthop. 1984;65-76.
7. **Rachis-2.0.pdf.**
Laboratoire d'anatomie.
Disponiblesur:(<http://anatomie.univcatholille.fr/wpcontent/uploads/2017/01/Rachis-2.0.pdf>)
8. **Louis R.**
Bases anatomiques pour la chirurgie vertébrale de la jonction thoraco-lombaire.
Anat. Clin. 1978;1:73-80.
9. **Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A.**
Management of thoracolumbar spine fractures.
Spine J. Off. J. North Am. Spine Soc. 2014;14:145-64.
10. **Badji N, Deme H, Akpo G, Ndong B, Toure MH, Diop SB, et al.**
Apport de l'IRM dans la prise en charge des compressions médullaires lentes non traumatiques.
Pan Afr. Med. J. 2016;24:221.
11. **Lysell E.**
Motion in the cervical spine. An experimental study on autopsy specimens.
Acta Orthop. Scand. 1969;Suppl 123:1+.
12. **Shea M, Wittenberg RH, Edwards WT, White AA, Hayes WC.**
In vitro hyperextension injuries in the human cadaveric cervical spine.
J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc. 1992;10:911-6.

- 13. Panjabi MM, Oxland TR, Parks EH.**
Quantitative anatomy of cervical spine ligaments. Part I. Upper cervical spine.
J. Spinal Disord. 1991;4:270-6.
- 14. Versier PG.**
BIOMECHANIQUE BIOMECHANIQUE DU RACHIS DU RACHIS.
- 15. Verheyden AP, Spiegl UJ, Ekkelenkamp H, Gercek E, Hauck S, Josten C, et al.**
Treatment of Fractures of the Thoracolumbar Spine: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU).
Glob. Spine J. 2018;8:34S-45S.
- 16. Dai L.**
Principles of Management of Thoracolumbar Fractures.
Orthop. Surg. 2012;4:67-70.
- 17. Resnick DK, Weller SJ, Benzel EC.**
Biomechanics of the thoracolumbar spine.
Neurosurg. Clin. N. Am. 1997;8:455-69.
- 18. Vollmer DG, Gegg C.**
Classification and acute management of thoracolumbar fractures.
Neurosurg. Clin. N. Am. 1997;8:499-507.
- 19. Alexandru D, So W.**
Evaluation and management of vertebral compression fractures.
Perm. J. 2012;16:46-51.
- 20. Feuer H.**
Management of acute spine and spinal cord injuries. Old and new concepts.
Arch. Surg. Chic. Ill 1960 1976;111:638-45.
- 21. Denis F.**
The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries.
Spine 1983;8:817-31.
- 22. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP**
The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification.
J. Bone Joint Surg. Am. 1983;65:461-73.
- 23. Wang XY, Dai LY, Xu HZ, Chi YL.**
Kyphosis recurrence after posterior short-segment fixation in thoracolumbar burst fractures.
J. Neurosurg. Spine 2008;8:246-54.
- 24. Xu B shan, Tang T si, Yang H lin.**
Long-term results of thoracolumbar and lumbar burst fractures after short-segment pedicle instrumentation, with special reference to implant failure and correction loss.
Orthop. Surg. 2009;1:85-93.

25. Masson E.

Traumatismes de la moelle épinière.

Editions scientifiques et médicales; Elsevier 12:2;154-162

26. Tator CH, Fehlings MG.

Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms.

J. Neurosurg. 1991;75:15-26.

27. Dusart I, Schwab ME.

Secondary cell death and the inflammatory reaction after dorsal hemisection of the rat spinal cord.

Eur. J. Neurosci. 1994;6:712-24.

28. Rivlin AS, Tator CH.

Regional spinal cord blood flow in rats after severe cord trauma.

J. Neurosurg. 1978;49:844-53.

29. Schwab M.E., Bartholdi D.

Degeneration and regeneration of axons in the lesioned spinal cord.

Physiological reviews 76.2 (1996): 319-370.

30. Tator CH.

Hemodynamic issues and vascular factors in acute experimental spinal cord injury.

J. Neurotrauma 1992;9:139-40; discussion 141.

31. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S.

A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries.

Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc. 1994;3:184-201.

32. Vaccaro, Alexander R., et al.

Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score.

Spine. 2006;62-69

33. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al.

AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers.

Spine 2013;38:2028-37.

34. Pelegri C, Benchikh El Fegoun A, Winter M, Brassart N, Bronsard N, Hovorka I, et al.

Ostéosynthèse percutanée des fractures lombaires et thoracolombaires non neurologiques : technique chirurgicale et résultats préliminaires.

Rev. Chir. Orthopédique Réparatrice Appar. Mot. 2008;94:456-63.

35. Bironneau A, Bouquet C, Millet-Barbe B, Leclercq N, Pries P, Gayet LE.

Ostéosynthèse percutanée associée à une cyphoplastie des fractures thoracolombaires non neurologiques. À propos d'une cohorte continue prospective de 24 patients au recul moyen d'un an.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2011;97:392-9.

36. Blondel B, Fuentes S, Pech-Gourg G, Adetchessi T, Tropiano P, Dufour H.

Prise en charge percutanée des fractures comminutives thoracolombaires : évolutions techniques et stratégiques.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2011;97:510-5.

37. Zairi F, Court C, Tropiano P, Charles YP, Tonetti J, Fuentes S, et al.

Traitemen mini-invasif des fractures thoraco-lombaire : utilisation conjointe de l'ostéosynthèse percutanée et de la cyphoplastie au ballonnet.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2012;98:S218-24.

38. Teysédou S, Saget M, Prébet R, Leclercq N, Vendeuvre T, Pries P.

Chirurgie percutanée des fractures thoracolombaires. Évaluation à 12 mois d'une série continue prospective de 65 patients.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2012;98:40-9.

39. Giorgi H, Blondel B, Adetchessi T, Dufour H, Tropiano P, Fuentes S.

Ostéosynthèse percutanée précoce des fractures rachidiennes thoracolombaires chez le polytraumatisé.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2014;100:343-8.

40. Laghmouche N, Prost S, Farah K, Graillon T, Blondel B, Fuentes S.

Prise en charge mini-invasive des fractures en flexion-distraction du rachis thoraco-lombaire.

Rev. Chir. Orthopédique Traumatol. 2019;105:199-203.

41. Chenin L.

Évaluation à plus de 5 ans du traitement chirurgical percutané des fractures du rachis thoraco-lombaire au CHU d'Amiens.

42. Boufri A.

La prise en charge des traumatismes du rachis dorsolombaire.

43. Derhem N, Benali SA.

La prise en charge des traumatismes du rachis dorsolombaire au CHU Mohammed VI de Marrakech. 2008;

44. Alex D.

TRAUMATISMES DU RACHIS.

45. Chapman JR, Anderson PA.

Thoracolumbar spine fractures with neurologic deficit.

Orthop. Clin. North Am. 1994;25:595-612.

46. M. Bounaouara.

Prise en charge des traumatisés du rachis cervical inférieur au service de neurochirurgie Ibn Tofail du CHU Mohamed VI. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, Marrakech,

47. A. S. Alizadeh, M. A. T. Beheshti, et al..

Traumatic Spinal Cord Injury: Pathophysiology and Therapeutic Strategies
Neuroscience Letters. 2019;702 :60-67

48. D. K. Bracken, D. M. Freeman, et al.

Management of Acute Spinal Cord Injury: A Review
JAMA. 2016; 316:22;2394–2404

49. S. Fifatin

La prise en charge chirurgicale des traumatismes de la charnière dorso-lombaire du rachis au service de Neurochirurgie du CHU Mohammed VI de Marrakech.
Thèse FMPM 2020

50. Bouali N, Khaouas M, Benaida A, Saadi ASA, Nemer M, Chettouh W, et al.

Traumatismes du rachis dorsolombaire : Avicenna
Med. Res. 2022;1:103-19.

51. Harris JH.

Radiographic evaluation of spinal trauma.
Orthop. Clin. North Am. 1986;17:75-86.

52. Keene JS.

Radiographic evaluation of thoracolumbar fractures.
Clin. Orthop. 1984;58-64.

53. Bouali N, Khaouas M, Benaida A, Saadi ASA, Nemer M, Chettouh W, et al.

Traumatismes du rachis dorsolombaire : Avicenna
Med. Res. 2022;1:171-85.

54. Masharawi Y, Salame K, Mirovsky Y, Peleg S, Dar G, Steinberg N, et al.

Vertebral body shape variation in the thoracic and lumbar spine: characterization of its asymmetry and wedging.
Clin. Anat. N. Y. N 2008;21:46-54.

55. Keynan O, Fisher CG, Vaccaro A, Fehlings MG, Oner FC, Dietz J, et al.

Radiographic measurement parameters in thoracolumbar fractures: a systematic review and consensus statement of the spine trauma study group.
Spine 2006;31:E156–165.

56. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ.

Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985–1989.

J. Bone Miner. Res. Off. J. Am. Soc. Bone Miner. Res. 1992;7:221-7.

57. Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD.

Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures.
Spine 1990;15:958-65.

58. Guarnieri G, Izzo R, Muto M.

The role of emergency radiology in spinal trauma.
Br. J. Radiol. 2016;89:20150833.

- 59. Fatehi D, Dayani MA, Rostamzadeh A.**
Role of CT scan in theranostic and management of traumatic spinal cord injury.
Saudi J. Biol. Sci. 2018;25:739-46.
- 60. Winegar BA, Kay MD, Taljanovic M.**
Magnetic resonance imaging of the spine.
Pol. J. Radiol. 2020;85:e550-74.
- 61. Corr P, Govender S.**
The role of magnetic resonance imaging on spinal trauma.
Clin. Radiol. 1999;54:629-35.
- 62. Rachis : Ostéosynthèse percutanée : indications, technique chirurgicale et évaluation sur une série de 14 patients.**
- 63. Cook E, Scantlebury A, Booth A, Turner E, Ranganathan A, Khan A, et al.**
Surgery versus conservative management of stable thoracolumbar fracture:
Health technology assessment (Winchester, England) 25.62 (2021): 1–126.
- 64. C. M. Miller, J. T. Anderson, et al.**
Rehabilitation of Non-Neurological Thoracolumbar Spine Fractures
Spine J. 2018 ; 18:6 ; 963–971
- 65. H. M. Gille, P. L. Chabrand, J. F. Dautel, et al.**
Résultats tardifs des fractures thoracolombaires après instrumentation postérieure et greffe osseuse transpédiculaire
Rev. Chir. Orthop. Rép. l'App. Moteur. 2000 ; 86:7 ; 645–653
- 66. J. R. L. Bouchard, D. S. L. Benedicte, et al.**
Recent Thoracic and Lumbar Spine Fractures and Dislocations in Adults.
Journal of Spinal Disorders & Techniques. 2019; 32:4 ; 235–240
- 67. Siebenga J, Leferink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJThM, et al.**
Treatment of Traumatic Thoracolumbar Spine Fractures: A Multicenter Prospective Randomized Study of Operative Versus Nonsurgical Treatment:
Spine 2006;31:2881-90.
- 68. Stagnara, P., et al.**
Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis.
Spine 7;4 (1982): 335–342
- 69. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, Holford TR, Young W, Baskin DS, et al.**
A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study.
N. Engl. J. Med. 1990;322:1405-11.
- 70. Senegas J.**
Les paraplégies traumatiques.
Nouveaux concepts. 1991;97-109.

- 71. Koller H, Acosta F, Hempfing A, Rohrmüller D, Tauber M, Lederer S, et al.**
Long-term investigation of nonsurgical treatment for thoracolumbar and lumbar burst fractures: an outcome analysis in sight of spinopelvic balance.
Eur. Spine J. 2008;17:1073-95.
- 72. Farcy JP, Schwab FJ.**
Management of flatback and related kyphotic decompensation syndromes.
Spine 1997;22:2452-7.
- 73. M. B. Bracken et al.**
Methylprednisolone and neurological function 1 year after spinal cord injury. Results of the National Acute Spinal Cord Injury Study.
J. Neurosurg. Nov 1985;63(5):704-713.
- 74. Bouyer B, Vassal M, Zairi F, Dhenin A, Grelat M, Dubory A, et al.**
Surgery in vertebral fracture: epidemiology and functional and radiological results in a prospective series of 518 patients at 1 year's follow-up.
Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR 2015;101:11-5.
- 75. Vital JM.**
Les lésions traumatiques de la moelle épinière. Prise en charge à l'hôpital : le point de vue de l'orthopédiste.
Bull. Académie Natl. Médecine 2005;189:1119-32.
- 76. Tator CH, Taylor W.**
Current use and timing of spinal surgery for management of acute spinal cord injury in North America: results of a retrospective multicenter study.
Journal of Neurosurgery: Spine 91.1 (1999): 12–18.
- 77. Hurlbert RJ, Hadley MN, Walters BC, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, et al.**
Pharmacological therapy for acute spinal cord injury.
Neurosurgery 2013;72 Suppl 2:93-105.
- 78. Breslin K, Agrawal D.**
The use of methylprednisolone in acute spinal cord injury: a review of the evidence, controversies, and recommendations.
Pediatr. Emerg. Care 2012;28:1238-45;
- 79. Allain J.**
Anterior spine surgery in recent thoracolumbar fractures: An update.
Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR 2011;97:541-54.
- 80. Maestretti G, Otten P.**
Kyphoplastie dans les traumatismes du rachis.
Rev. Chir. Orthopédique Réparatrice Appar. Mot. 2006;92:151-3.
- 81. Court C.**
Ostéosynthèse percutanée des fractures du rachis thoraco-lombaire
Conférences d'enseignement 2011;1-20.

82. M.Amoretti , N.Bronsard

Fractures récentes du rachis thoraco lombaire: De la classification au traitement.

83. Patel A, Petrone B, Carter KR.

Percutaneous Vertebroplasty and Kyphoplasty.

StatPearls Publishing; 2024

84. A.Seebaly et al.

Percutaneous fixation of thoracolumbar vertebral fractures

Spine. 2018; 3; 604–613

85. Benabdallah ZR, Ahmed Dada N.

Fracture de la charnière dorso lombaire.

Dissertation de doctorat; 2014

86. Boss S, Srivastava V, Anitescu M.

Vertebroplasty and Kyphoplasty.

Phys. Med. Rehabil. Clin. 2022;33:425-53.

87. Siasios ID, Pollina J, Khan A, Dimopoulos VG.

Percutaneous screw placement in the lumbar spine with a modified guidance technique based on 3D CT navigation system.

J. Spine Surg. 2017;3:657-65.

88. Kouyoumdjian P, Gras-Combe G, Grelat M, Fuentes S, Blondel B, Tropiano P, et al.

Surgeon's and patient's radiation exposure during percutaneous thoraco-lumbar pedicle screw fixation: A prospective multicenter study of 100 cases.

Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR 2018;104:597-602.

89. Jones DP, Robertson PA, Lunt B, Jackson SA.

Radiation exposure during fluoroscopically assisted pedicle screw insertion in the lumbar spine.

Spine 2000;25:1538-41.

90. Foley KT, Gupta SK, Justis JR, Sherman MC.

Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine.

Neurosurg. Focus 2001;10:E10.

91. Collinet, A., Charles, Y.P., Ntilikina, Y., Tuzin, N. and Steib, J.P.

Analyse des disques adjacents à une fracture A3 de la charnière thoracolombaire traitée par kyphoplastie et ostéosynthèse percutanée.

Rev. Chir. Orthop. et Traum., 106(6), pp.748–754.

92. Gangi A, Guth S, Imbert JP, Marin H, Dietemann JL.

Percutaneous vertebroplasty: indications, technique, and results.

Radiogr. Rev. Publ. Radiol. Soc. N. Am. Inc 2003;23:e10.

93. Martin, J-B., et al.

Vertébroplastie: indications, technique et résultats selon l'expérience genevoise:
Rhumatologie.

Médecine et hygiène 61.2428 (2003): 570–578.

94. A.Evans et al.

Randomized controlled trial of vertebroplasty versus kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures.

Journal of NeuroInterventional Surgery; 8:7 ; 756-763.

95. Liu JT, Liao WJ, Tan WC, Lee JK, Liu CH, Chen YH, et al.

Balloon kyphoplasty versus vertebroplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: a prospective, comparative, and randomized clinical study.

Osteoporos. Int. J. 2010;21:359-64.

96. Li X, Yang H, Tang T, Qian Z, Chen L, Zhang Z.

Comparison of kyphoplasty and vertebroplasty for treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures: twelve-month follow-up in a prospective nonrandomized comparative study.

J. Spinal Disord. Tech. 2012;25:142-9.

97. Ni WF, Huang YX, Chi YL, Xu HZ, Lin Y, Wang XY, et al.

Percutaneous pedicle screw fixation for neurologic intact thoracolumbar burst fractures.

J. Spinal Disord. Tech. 2010;23:530-7.

98. Merom L, Raz N, Hamud C, Weisz I, Hanani A.

Minimally invasive burst fracture fixation in the thoracolumbar region.

Orthopedics 2009;32:

99. Fuentes S, Blondel B, Metellus P, Gaudart J, Adetchessi T, Dufour H.

Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fractures.

Eur. Spine J. 2010;19:1281-7.

100. Korovessis P, Hadjipavlou A, Repantis T.

Minimal invasive short posterior instrumentation plus balloon kyphoplasty with calcium phosphate for burst and severe compression lumbar fractures.

Spine 2008;33:658-67.

101. Lee JK, Jang JW, Kim TW, Kim TS, Kim SH, Moon SJ.

Percutaneous short-segment pedicle screw placement without fusion in the treatment of thoracolumbar burst fractures: is it effective?: comparative study with open short-segment pedicle screw fixation with posterolateral fusion.

Acta Neurochir. (Wien) 2013;155:2305-12; discussion 2312.

102. Ayvaz, M., Alanay, A., & Acaroglu, R. E.

Letters

Spine. 2009; 34:22 ; 2473-2478

103. Ringel F, Stoffel M, Stürer C, Meyer B.

Minimally invasive trans-muscular pedicle screw fixation of the thoracic and lumbar spine.

Neurosurgery 2006;59:ONS361-366; discussion ONS366-367.

104. Wiesner L, Kothe R, Schulitz KP, Rüther W.

Clinical evaluation and computed tomography scan analysis of screw tracts after percutaneous insertion of pedicle screws in the lumbar spine.

Spine 2000;25:615-21.

105. Ni WF, Huang YX, Chi YL, Xu HZ, Lin Y, Wang XY, et al.

Percutaneous pedicle screw fixation for neurologic intact thoracolumbar burst fractures.

J. Spinal Disord. Tech. 2010;23:530-7.

قسم الطبيبة :

أَقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَنْ أَرَاقِبَ اللَّهَ فِي مِهْنَتِي.

وَأَنْ أَصُونَ حِيَاةَ إِنْسَانٍ فِي كُلِّ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظَّرُوفِ
وَالْأَحْوَالِ بِادْلًا وَسُعْيٍ فِي إِنْقَادِهَا مِنَ الْهَلاَكِ وَالْمَرَضِ
وَالْأَلَمِ وَالْقَاتَقِ.

وَأَنْ أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كِرَامَتَهُمْ، وَأَسْتَرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتَمَ
سِرَّهُمْ.

وَأَنْ أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِادْلًا رَعَايَتِي الطَّبِيعَةَ لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ، لِلصَّالِحِ
وَالظَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ وَالْعَدُوِّ.

وَأَنْ أَثَابَرَ عَلَى طَلْبِ الْعِلْمِ، وَأَسْخَرَهُ لِنَفْعِ إِنْسَانٍ لَا لَذَّاهُ.

وَأَنْ أَوْقَرَ مَنْ عَلِمَنِي، وَأَعْلَمَ مَنْ يَصْغِرُنِي، وَأَكُونَ أَخَا لِكُلِّ زَمِيلٍ فِي الْمِهْنَةِ الطَّبِيعَةِ مُتَعَاوِنِينَ
عَلَى الْبَرِّ وَالتَّقْوَىِ.

وَأَنْ تَكُونَ حِيَاتِي مِصْدَاقًا إِيمَانِي فِي سِرَّيْ وَعَلَانِيَّتِي، نَقِيَّةً مِمَّا يَشِينُهَا تَجَاهُ
اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ

أطروحة رقم: 561

سنة 2024

الجراحة عبر الجلد للإصابات الصدمية في العمود الفقري:

تجربة مستشفى محمد السادس الجامعي بمراكش

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 23/12/2024

من طرف
الآنسة لبني حنيوي

المزدادة في 27 ماي 1999 ببني ملال

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية

العمود الفقري الظهيقي القطبي - إصابة صدمية - تصنيف - التصوير الإشعاعي - التثبيت الداخلي عبر الجلد
- رأب الفقار - انحصار فقري - تطور

اللجنة

الرئيس

س. أيت بنعلي

السيد

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

م. الغماري

السيد

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

ف. هجهوجي

السيد

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

المشرف

الحكم