

Année 2024

Thèse N° 609

## Chirurgie des déformations complexes du rachis cervical sur spondylarthrite ankylosante.

### Expérience du service de Neurochirurgie Hôpital ARRAZI.

#### THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUE 26/12/2024

PAR

### Mlle. Houda LIDALT

Née le 05/05/1998 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

#### MOTS-CLES

Rachis cervical – Déformation – SPA – Alignement sagittal–Chirurgie–Outcomes .

#### JURY

Mr.	<b>S.AIT BENALI</b>	PRESIDENT
	Professeur de Neurochirurgie	
Mr.	<b>F.HAJHOUJI</b>	RAPPORTEUR
	Professeur de Neurochirurgie	
Mr.	<b>A.ACHKOUN</b>	
	Professeur de Traumatologie–orthopédie	
Mr.	<b>B.BOUTAKIOUTE</b>	
	Professeur de Radiologie	
Mr.	<b>Y.ABDELFETTAH</b>	
	Professeur de Rééducation et réhabilitation fonctionnelle	
Mr.	<b>A.MOUGUI</b>	JUGES
	Professeur de Rhumatologie	



{رَبِّ أَوْزِغْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ  
الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالَّذِي  
وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِخَ  
لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ  
وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ}

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

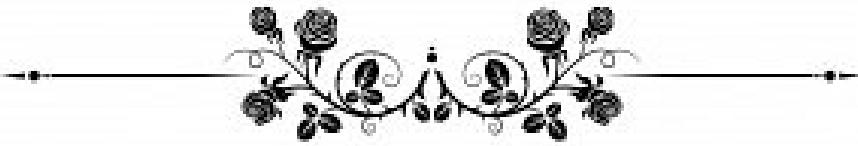
قَالُوا سُبْحَنَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلِمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

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



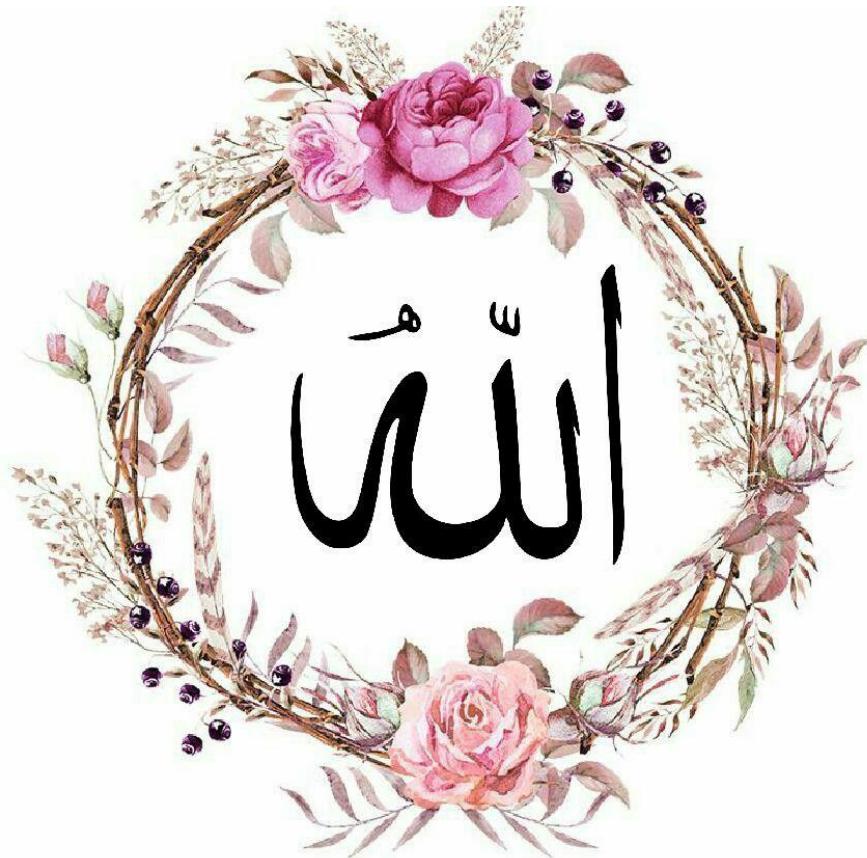
*« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »*

*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



À Allah,

*LOUANGE À ALLAH TOUT PUISSANT, QUI M'A  
PERMIS DE VOIR CE JOUR TANT ATTENDU.*

*Le Tout-Puissant, le Miséricordieux, Qui m'a soutenu et  
guidé à chaque étape de ma vie. Ses bénédictions  
inestimables ont éclairé mon chemin, dissipant les doutes  
et me donnant la force de persévérer.*

*Chaque pas en avant, chaque découverte, chaque moment  
de clarté dans mes recherches est un témoignage de Sa  
grâce et de Sa sagesse.*

*Que cette humble contribution à la connaissance serve  
comme un modeste témoignage de ma reconnaissance  
éternelle envers Lui, et que Ses bénédictions continuent à  
éclairer ma vie et à guider mes pas.*

**À MES TRÈS CHERS PARENTS :**  
**Ahmed LIDALT et Aïcha OUAMANE**

Quoi que je fasse je ne pourrais jamais vous récompenser pour les innombrables sacrifices que vous avez faits pour moi. Vous avez fait de moi ce que je suis maintenant.

J'ai une chance inestimable d'être née dans une telle famille et d'être votre fille. Je vous dédie ce travail qui n'est qu'un fruit de vos sacrifices, vos prières et vos bénédictions.

J'espère, mes très chers, que j'ai pu vous rendre fiers de moi aussi bien en tant que personne qu'en tant que médecin.

Votre valeur, surpassé mes mots.

Que Dieu vous garde à mes côtés et vous accorde tous vos souhaits.

Je vous aime énormément Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études et de longs jours d'apprentissage.

وَقُلْ رَبِّ ازْجَمْعَةَ كَمَا رَبِّيَّا فِي صَغِيرٍ

**À MES DEUX CHERS FRERES**  
**Oussama LIDALT et Omar LIDALT**

Mes complices de toujours, cette réussite vous est dédiée autant qu'à moi.

Depuis le début de mon parcours, vous avez été mes alliés, mes sources de rires et de réconfort. Vous avez partagé mes doutes, mes épreuves, mais aussi mes joies et mes réussites. Sans vous, ce chemin n'aurait jamais le même goût.

Chacun de vous a apporté quelque chose d'unique dans ma vie. Avec votre énergie et votre capacité à rendre chaque moment plus léger. Vous avez été mes rocs, mes alliés dans les moments de doute, mes premiers supporteurs.

Je ne pourrais jamais exprimer l'amour, l'estime et l'attachement que j'ai pour vous.

Je vous dédie ce travail comme un témoignage de ma reconnaissance et mon profond amour.

*A ma très chère grand-mère AKCHOUR Aïcha  
Aucune dédicace ne saurait exprimer tout ce que je ressens pour  
toi chère MAA AÏCHA.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que tu me porte depuis mon enfance et j'espère que ta bénédiction m'accompagnera toujours.*

*Que Dieu vous garde et vous procure santé et bonheur éternel.*

*A la mémoire de mes grands-parents  
OUAMANE Hamou, LIDALT Mbark ET MADI Fatima*

*À mon cher « BA Lhaj », En ce jour si spécial, j'aurais tellement aimé pouvoir partager avec toi ma joie et sentir ta fierté. Même si tu n'es plus physiquement parmi nous, je suis convaincue que tu veilles sur moi et que tu es fier de ce que je suis devenue.*

*Puissent vos âmes reposent en paix.*

*Que Dieu, le tout puissant, vous couvre de Sa Sainte miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis.*

*À mes chères cousines et cousins :*

*Ikram, Fatima Ezzahra, Wissal, Achouak, Malak, Basma, Yasmine et Sarah, Ziad, Adam et Yahia*

*Nous avons grandi ensemble, et aujourd'hui, cette réussite est la vôtre autant que la mienne. Vous faites partie de cette victoire, de cette étape importante, et je suis tellement reconnaissante de vous avoir à mes côtés.*

*Merci pour votre amour, vos encouragements et votre présence constante, vous êtes des piliers dans ma vie, et je vous dédie ce moment avec tout mon cœur.*

*Je tiens à te remercier infiniment, Achouak, pour ton soutien tout au long de la préparation de cette thèse, avec ses rires et sa capacité à me faire sourire dans les moments les plus difficiles.*

*A mes chères amies :  
Zineb, Hajar, Imane, Aabir, Amal, Atar, Khadija, Khaoula,  
Kaoutar, Touria et Hiba...*

*Chaque instant en votre présence à mes côtés se transformait spontanément en un agréable souvenir. Vous étiez toujours là à mes côtés dans les moments les plus difficiles de toute ma vie - chacun à sa manière- vous continuez à me prouver chaque instant que j'ai des vraies sœurs sur lesquelles je peux toujours compter.*



**REMERCIEMENT**

**À NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE : Pr. S. AIT BEN ALI**  
**Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service de Neurochirurgie**  
**au CHU Mohammed VI de Marrakech.**

En ce moment solennel de soutenance de ma thèse, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers vous, Professeur, pour avoir accepté avec bienveillance la responsabilité de présider notre jury.

C'est un grand honneur pour moi d'avoir bénéficié de votre expertise et de votre sagesse lors de cette étape cruciale de ma formation académique.

Votre enseignement clair et précis tout au long de nos études a été d'une valeur inestimable pour nous. Puissent des générations futures bénéficier de votre savoir inégalé, illustrant parfaitement votre sagesse et votre bonté. Je vous adresse, cher Professeur, l'expression de ma plus profonde gratitude et de mon respect le plus sincère.

**A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE : Pr. F. HAJHOUJI**  
**Professeur de l'enseignement supérieur de neurochirurgie au CHU**  
**Mohammed VI de Marrakech.**

Je tiens à vous exprimer ma sincère gratitude pour votre encadrement exceptionnel, votre disponibilité constante et votre soutien inestimable tout au long de ce travail.

Votre expertise, vos conseils éclairés et votre patience ont été d'une aide précieuse pour moi dans ce processus académique exigeant.

Votre disponibilité à répondre à mes questions, à discuter des aspects complexes de ma recherche et à fournir des commentaires constructifs ont grandement enrichi mon travail.

Votre bonté, votre modestie, votre compréhension, ainsi que vos qualités professionnelles m'inspirent beaucoup d'admiration et de respect.

Je suis profondément reconnaissante pour votre dévouement envers mon succès académique et votre accompagnement attentif et bienveillant.

**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE PR. A. ACHKOUN PROFESSEUR DE TRAUMATOLOGIE - ORTHOPÉDIE IBN TOFAIL Marrakech.**

C'est avec une profonde gratitude que j'accueille l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.

Votre présence parmi les membres du jury est pour moi une source de fierté et de reconnaissance. Votre compétence indéniable et votre disponibilité sans faille, sont des traits qui m'ont toujours impressionnée.

Votre acceptation de participer à l'évaluation de ce travail est un témoignage de votre confiance et de votre soutien, pour lequel je suis extrêmement reconnaissante. Je vous prie d'accepter, chère Professeure, l'expression sincère de mon estime et de mon profond respect.

**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE : Pr. Y. ABDELFETTAH Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service de Médecine Physique et Réadaptation fonctionnelle au CHU Mohammed VI de Marrakech.**

Nous vous remercions de nous avoir honorés par votre présence. Vous avez accepté aimablement de juger cette thèse.

Cet honneur nous touche infiniment et nous tenons à vous exprimer notre profonde reconnaissance.

Veuillez accepter, cher maître, dans ce travail l'assurance de notre estime et notre profond respect.

**A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE : Pr. B. Boutakioute Professeur de l'enseignement supérieur de Radiologie au CHU Mohammed VI de Marrakech.**

Permettez-nous de vous remercier pour avoir si gentiment accepté de faire partie de nos juges.

En dehors de vos connaissances claires et précises, dont nous avons bénéficié, vos remarquables qualités humaines et professionnelles méritent toute admiration et tout respect.

Veuillez trouver ici le témoignage respectueux de notre reconnaissance et admiration.

**A Notre Maître et Juge de thèse : Pr. A. MOUGUI Professeur de l'enseignement supérieur de Rhumatologie au CHU Mohammed VI de Marrakech.**

Veuillez accepter Professeur, mes vifs remerciements pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail en acceptant de faire partie de mon jury de thèse.

Veuillez trouver ici, cher Maître, l'expression de mes sentiments respectueux et dévoués.



## Abréviations :

## Liste des Abréviations :

<b>ACCF</b>	: Anterior cervical corpectomy and fusion- Corporectomie cervicale antérieure avec fusion.
<b>ACDF</b>	: Anterior cervical discectomy and fusion – Discectomie cervicale antérieure et fusion
<b>ASDAS</b>	: Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score
<b>BASDAI</b>	: Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index
<b>CBVA</b>	: Chin–brow vertical angle –Angle menton–sourcil vertical
<b>CL</b>	: Cervical Lordosis / Lordose Cervicale
<b>CRP</b>	: Protéine C-réactive
<b>CSD</b>	: Cervical Spine Deformity -Déformation de la colonne cervicale
<b>EMG</b>	: Electromyogramme
<b>IRM</b>	: Imagerie par résonance magnétique
<b>IRM-BME</b>	: Œdème médullaire osseux su l'IRM
<b>LCR</b>	: Liquide céphalo-rachidien
<b>LL</b>	: Lordose lombaire
<b>LLP</b>	: Ligament longitudinal postérieur
<b>MMP-3</b>	: Métalloprotéinase matricielle 3
<b>OWO</b>	: Opening Wedge Osteotomy – Ostéotomie en coin d'ouverture
<b>PA</b>	: Paquet année
<b>PI</b>	: Pelvic incidence / incidence pelvienne .
<b>POE</b>	: Protubérance occipital externe
<b>PR</b>	: Polyarthrite rhumatoïde
<b>PT</b>	: Pelvic tilt /inclinaison pelvienne .

<b>PSO</b>	: Pedicle Subtraction Osteotomy – Ostéotomie de soustraction pédiculaire
<b>ROT</b>	: Reflexe ostéotendineux
<b>SPA</b>	: Spondylarthrite ankylosante
<b>SPO</b>	: Smith-Petersen Osteotomy – Ostéotomie de Smith-Petersen
<b>SS</b>	: Sacral slope –Pente sacrée
<b>SVA</b>	: sagittal vertical axis Axe vertical sagittal
<b>SVAc</b>	: Axe vertical sagittal cervical
<b>TDM</b>	: Tomodensitométrie
<b>T1S</b>	: T1 slope–Pente T1
<b>VEGF</b>	: Vascular Endothelial Growth Factor – Facteur de croissance de l'endothélium vasculaire
<b>VCR</b>	: Vertebral Column Resection– Résection de la colonne vertébrale
<b>VS</b>	: Vitesse de sédimentation
<b>3CO</b>	: Three-Column Osteotomy – Ostéotomie des 3 colonnes



<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>MATERIELS ET METHODES</b>	4
<b>I. Matériels</b>	5
1. Type de l'étude	5
2. Critères d'inclusion	5
3. Critères d'exclusion	5
4. Objectifs du travail	5
<b>II. Méthodes</b>	6
1. Collecte des données	6
2. Analyse des données	6
<b>RESULTATS</b>	7
<b>I. Cas cliniques</b>	8
<b>II. Épidémiologie</b>	12
1. Fréquence	12
2. Age	12
3. Sexe	12
4. Couverture sociale	12
5. ATCDs	12
<b>III. Clinique</b>	13
1. Histoire de la maladie	13
2. Examen général	13
3. Signes fonctionnels	13
4. Examen neurologique	14
<b>IV. Examens Paracliniques</b>	16
1. Radiographie standard du rachis cervical	16
2. Tomodensitométrie cervicale (TDM)	16
3. Imagerie par résonnance magnétique (IRM)	16
<b>V. Résultats des examens paracliniques</b>	17
1. Lordose cervicale	17
2. Axe vertical sagittal cervical (cSVA)	18
3. Pente T1 (T1slope)	19
4. Angle vertical menton–sourcil (CBVA)	19
<b>VI. Prise en charge</b>	21
1. Traitement médical	21
2. Traitement chirurgical	21
3. Rééducation	27
<b>VII. Evaluation post-opératoire</b>	28
1. Evaluation clique	28
2. Évaluation radiologique	28
<b>VIII. Complications</b>	29
1. Peropératoires :	29
2. Postopératoires immédiates	29
3. Postopératoires tardives	29
<b>IX. Tableau synoptique</b>	30
<b>DISCUSSION</b>	31

<b>I. Historique</b>	32
<b>II. Anatomie</b>	33
A. Généralités	33
B. Rappel anatomique	34
C. Aspect biomécanique	39
<b>III. Physiopathologie</b>	44
<b>IV. Classification des déformations du rachis cervical</b>	51
1. Classification d'Ames (2015)	51
2. Classification Koller–ECSRS (2019)	53
3. Classification de Kim et Al (2020)	54
<b>V. Épidémiologie</b>	56
1. Age	56
2. Sexe	57
3. ATCDs	57
4. Profession	58
<b>VI. Diagnostic :</b>	59
A. Définition d'une déformation cervicale	59
B. Définition d'une déformation cervicale rigide	59
C. Analyse clinique	60
D. Analyse paraclinique	61
<b>VII. Prise en charge</b>	71
1. Indication	71
2. Objectifs du traitement chirurgical	71
3. Planification chirurgicale	71
4. Le choix thérapeutique	72
5. Technique chirurgicale	75
<b>VIII. DISCUSSION des résultats clinico–paracliniques</b>	92
1. Evolution	92
2. Etiologie	92
3. Clinio–paraclinique	93
4. Classification	95
5. Traitement chirurgical	95
6. Evaluation postopératoire	96
7. Complications	99
<b>IX. ALGORITHME DE LA PEC</b>	100
<b>CONCLUSION</b>	103
<b>RESUME</b>	105
<b>ANNEXE</b>	109
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	116



Une déformation cervicale est un terme général désignant tout problème d'alignement ou d'orientation du cou, allant de la base du crâne au rachis thoracique. Les changements d'alignement peuvent être isolés au niveau cervical, ou faire partie d'un moyen compensatoire d'une déformation plus étendue altérant l'alignement global de la colonne vertébrale, comme dans la scoliose ou la cyphose. [1]

La déformation cervicale chez l'adulte est une unité relativement rare mais invalidante avec des étiologies et des manifestations cliniques diverses. Différentes structures de la colonne cervicale contribuent de manière significative à la stabilité globale et régionale du rachis cervical. Plusieurs étiologies peuvent être évoquées lors des déformations cervicales, qu'elle soit due à une maladie dégénérative, à des conditions inflammatoires ou à des causes iatrogènes, [2] elles peuvent induire des douleurs et/ou des déficits neurologiques et limiter l'état fonctionnel et la qualité de vie liée à la santé.

Les maladies inflammatoires systémiques, telles que la polyarthrite rhumatoïde (PR) ou la spondylarthrite ankylosante (SPA), peuvent provoquer des modèles spécifiques de déformation de la colonne cervicale. [3]

La spondylarthrite ankylosante (SPA) est une spondylarthrite auto-immune caractérisée par des altérations symptomatiques de l'anatomie et de la biomécanique du squelette. Le plus souvent, la SPA est associée à des lombalgies, à une perte de lordose lombaire et à une atteinte de l'articulation sacro-iliaque. [4] De plus, la progression de la maladie chez les patients atteints de SPA peut avoir un impact sur les alignements globaux de la colonne vertébrale et sur l'équilibre sagittal cervical, entraînant une perte de la lordose cervicale, qui provoque une déformation grave voir une déformation « menton sur poitrine » et une perte du regard horizontal.

Les patients présentant une déformation complexe de la colonne vertébrale peuvent évoluer vers une invalidité importante. [5] La flexion cervicale fixe avec une déformation « menton sur la poitrine » entraîne une perte du regard horizontal, de déglutition, d'hygiène

et de perspectives sociales. La nature de la déformation, la complexité de la maladie sous-jacente et les options de traitement limitées font de la gestion de la déformation en flexion cervicale un problème difficile.

La correction chirurgicale des déformations peut être proposée mais elle est techniquement exigeante et comporte un risque de lésion neurologique dévastatrice. Bien que le traitement conservateur puisse jouer un rôle dans la prise en charge préventive précoce, le traitement de la déformation cervicale sévère nécessite en fin de compte une correction et une stabilisation chirurgicales. [6]

Notre travail rapporte une série de 3 cas de déformations cervicales complexes suite à une Spondylarthrite Ankylosante traités au service de Neurochirurgie ARRAZI du Centre Hospitalier Universitaire Mohammed VI de Marrakech sur une période de 8 mois (depuis janvier 2024 au mois d'Aout 2024).

Le but de ce travail :

- Rapporter l'expérience du service de neurochirurgie au CHU Mohammed VI de Marrakech en matière de prise en charge chirurgicale des déformations complexes du rachis cervical au cours de la SPA.
- Déterminer l'indication chirurgicale des déformations cervicales au cours de la SPA.
- Elaborer un algorithme de la prise en charge.



## MATERIELS ET METHODES

---



## I. Matériels :

### 1. Type de l'étude :

Notre travail est une étude rétrospective d'une série consécutive de 3 cas de déformations complexes du rachis cervical sur spondylarthrite ankylosante hospitalisés au service de neurochirurgie sur une période de 8mois, s'étendant de janvier 2024 à Aout 2024.

### 2. Critères d'inclusion :

Nous avons inclus dans cette étude, tout patient :

- Présentant une déformation complexe du rachis cervical
- Ayant un dossier médical exploitable.
- Opéré et suivi au service de Neurochirurgie du CHU Mohammed VI de Marrakech, entre janvier 2024 et Aout 2024.

### 3. Critères d'exclusion :

- Les patients présentant des déformations complexes en dehors de la SPA.
- Les patients non opérés.

### 4. Les objectifs du travail :

- Rapporter l'expérience du service de neurochirurgie au CHU Mohammed VI de Marrakech en matière de prise en charge chirurgicale des déformations complexes du rachis cervical au cours de la SPA
- Déterminer l'indication chirurgicale des déformations cervicales au cours de la SPA
- Elaborer un algorithme de la prise en charge.

## **II. Méthodes :**

### **1. Collecte des données :**

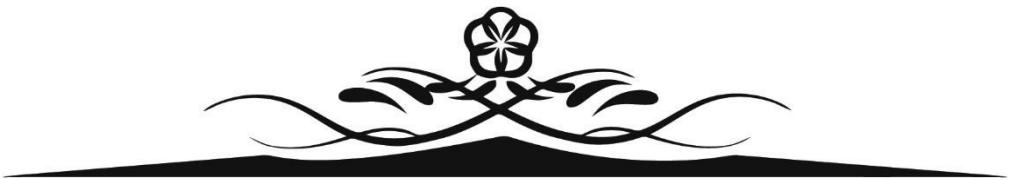
Le recueil des données a été effectué par :

- Analyse du registre des patients opérés pour déformations complexes du rachis cervical sur spondylarthrite ankylosante au service de neurochirurgie au CHU Mohammed VI de Marrakech.
- Les observations ont été étudiées et analysées ; les dossiers sans comptes rendus opératoires ou inexploitables ont été exclus de notre étude.

### **2. Analyse des données :**

Pour une analyse uniforme et codifiée, nous avons établi une fiche d'exploitation (Annexe1) comportant les différentes données épidémiologiques, cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutives à partir des dossiers des malades, des comptes rendus opératoires, des données de suivi en consultation afin d'avoir un recul assez significatif et une meilleure évaluation des résultats.

Voir annexe (page 109).



## RESULTATS



## I. Cas Cliniques :

### 1. Cas n°1 :

IL s'agit du patient M A, âgé de 50 ans , Peintre et conducteur de camion de profession, originaire et résident à Tinghir ,

Antécédents : – SPA Sous Méthotrexate 2cp

L'histoire de la maladie remonte à 11ans par l'installation progressive d'une limitation de la mobilité du rachis, ayant devenu fixe il y a 4 ans avec perte de l'horizontalisation du regard. Le tout évoluant dans un contexte d'apyrexie et de conservation de l'état général

L'examen clinique a objectivé un syndrome rachidien cervical retenu devant : la Raideur du rachis, Limitation des distances menton–sternum et menton–acromion et Douleur à la palpation des épineuses.

Le reste de l'examen est sans anomalie notamment pas de déficit neurologique pas de signes pyramidaux et pas de trouble sphinctérien.



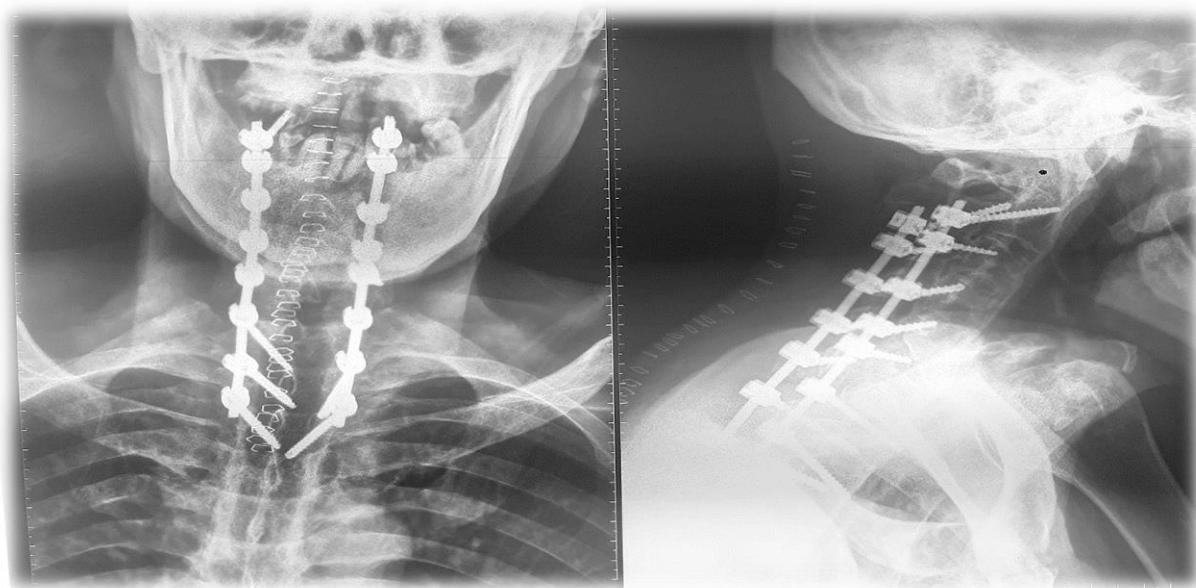
Figure1 : Radiographie du rachis cervical objectivant soudure intervertébrale donnant l'aspect de colonne en bambou

Le bilan préopératoire (NFS, groupage, ionogramme, TP, TCA...) était sans anomalies.

Le temps opératoire s'est déroulé comme suit :

- Le patient sous anesthésie générale et mis en décubitus ventral avec des cales de positionnement au niveau des épaules, bassin et jambes

- Réparage scopique.
- Pré-asepsie badigeonnage.
- Incision linéaire de la POE à l'épineuse de D1.
- Désinsertion des gouttières paravertébrales.
- Vissage des masses articulaires en C3 et C4(4×14mm), C5 et C6(3.5×14mm).
- Vissage pédiculaire de C2(4×28mm), D1(4×28mm), D2(4×30mm) et D3(4×24mm).
- Une ostéotomie trans-pédiculaire de C7 en « V ».
- Réduction en extension sous contrôle de l'amplificateur de brillance.
- Mise en place de tiges.
- Verrouillage par écrous.
- Scope en fin d'intervention.
- Fermeture des plans : musculaire, aponévrotique, sous cutané et cutané



**Figure2 : Radiographie cervicale faite en post-opératoire**

## 2. Cas n°2 :

IL s'agit du patient A A ,âgé de 51 ans , Ouvrier routier de profession, originaire et résident à Tinghir.

Antécédents : -SPA sous corticothérapie

-Tabagique chronique 50PA actif

L'histoire de la maladie remonte à 5ans par l'installation progressive d'une déformation cervicale avec limitation de la mobilité du rachis sans autres atteintes associées. Le tout évoluant dans un contexte d'apyrexie et de conservation de l'état général.

L'examen clinique a objectivé une limitation de la mobilité du rachis cervical et du rachis lombaire avec asymétrie du bassin sans autres signes cliniques notamment pas de trouble moteur ni de trouble sensitif ni de trouble de déglutition.

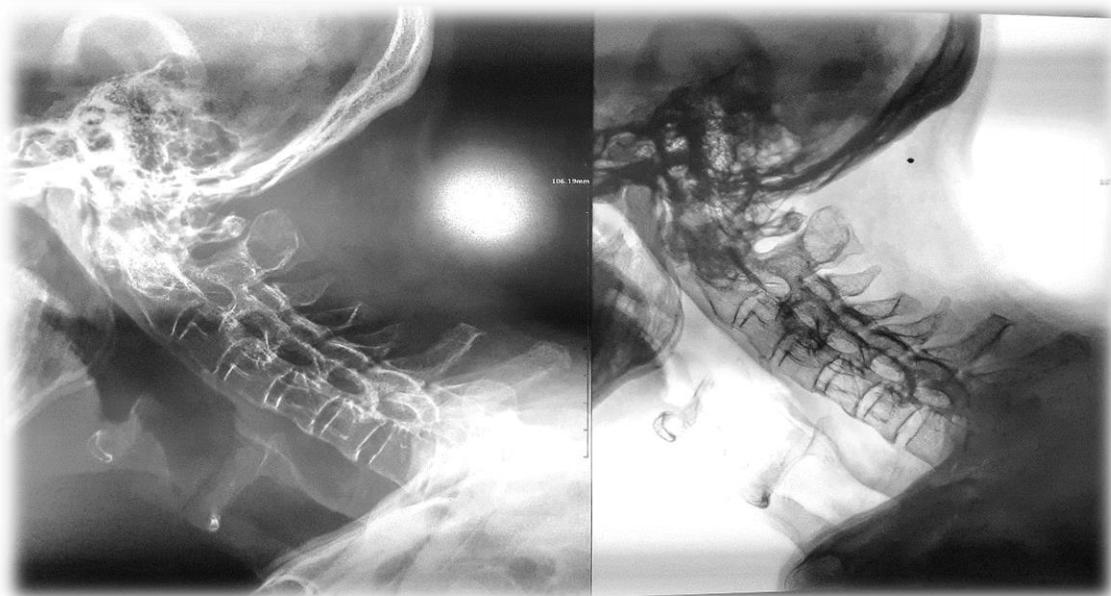


Figure3 : Radiographie du rachis cervical objectivant l'apparition de lésion de Romanus sur le coin inférieur du C5 et C6 et de formation de syndesmophytes

Le bilan préopératoire (NFS, groupage, ionogramme, TP, TCA...) était sans anomalies.

Le temps opératoire s'est déroulé comme celui du patient N1.

L'évolution a été marqué par une 2ème hospitalisation au sein du service pour prise en charge de lâchage de sutures 2 semaines après.

### **3. Cas n°3 :**

IL s'agit du patient B A, âgé de 50 ans, Sans ATCDs particuliers.

L'histoire de la maladie remonte à 10ans par l'installation progressive d'un blocage de la mobilité du rachis cervical. Le tout évoluant dans un contexte d'apyrexie et de conservation de l'état général.

L'examen clinique a objectivé un syndrome rachidien cervical retenu devant : la Raideur du rachis, Limitation distances menton–sternum et menton–acromion et Douleur à la palpation des épineuses.

Le reste de l'examen est sans anomalie notamment pas de déficit neurologique pas de signes pyramidaux et pas de trouble sphinctérien.

Le bilan préopératoire (NFS, groupage, ionogramme, TP, TCA...) était sans anomalies.

Le temps opératoire s'est déroulé comme celui du patient N1.

## **II. Epidémiologie :**

### **1. Fréquence :**

Nous avons retenu 4 patients hospitalisés pour les déformations complexes du rachis cervical secondaires à la SPA sur une période de 6 mois, dont un patient non opéré.

### **2. Age :**

Deux patients avaient 50 ans alors que le 3ème était âgé de 51 ans.

### **3. Sexe :**

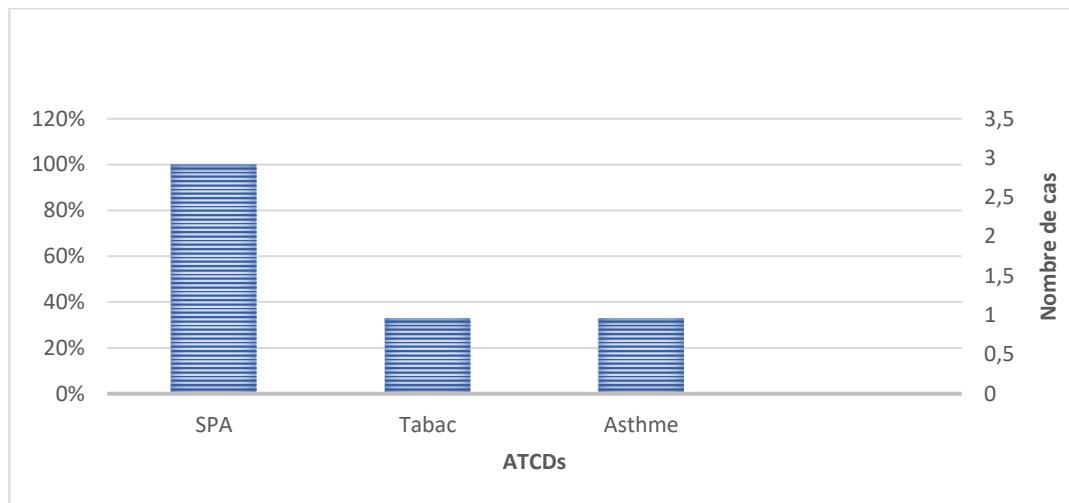
Dans notre série, nous avons noté une exclusivité masculine, les trois patients sont des hommes.

### **4. Couverture sociale :**

Tous nos patients avaient une couverture sociale.

### **5. ATCDs :**

Les trois patients de notre série étaient suivis pour Spondylarthrite ankylosante. L'un d'eux était asthmatique et tabagique.



**Figure 4 : Répartition des cas selon les ATCDs**

### **III. Clinique :**

#### **1. Histoire de la maladie :**

##### **1.1. Le mode d'installation :**

Dans notre série, nous avons constaté que le début de la symptomatologie clinique est toujours progressif.

##### **1.2. Délai de consultation :**

Sur les 3 cas de notre série, le délai moyen d'évolution était de 8ans et demi  
Dont 2 évoluant depuis plus de 10ans et 1 patient 5 ans.

#### **2. Examen général :**

Tous nos patients étaient stables sur le plan hémodynamique et respiratoire et avaient un examen général sans particularités.

A noter qu'aucun patient ne présentait de dysphagie ni de dysphonie.

#### **3. Signes fonctionnels :**

##### **3.1. Déformation cervicale :**

Le 1<sup>er</sup> signe rapporté par tous nos patients évoluant de manière progressive devenant rigide.

**3.2. Raideur cervicale :**

Rapportée par tous les patients de notre série.

**3.3. Perte du regard horizontal :**

Deux patients de notre série avaient perdu leur regard horizontal, soit 66.6% des cas, dont l'un d'eux présentait une perte sévère (figure ci-dessous).

Alors que le 3eme patient maintenait encore son regard horizontal.



**Figure5 : Station debout du patient M.A avec une déformation complexe du rachis cervicale et perte du regard horizontal.**

**4. Examen neurologique :**

**4.1. Syndrome rachidien :**

Au cours de l'examen du rachis cervical, on recherche une douleur provoquée par la pression des apophyses épineuses, une limitation des mouvements cervicaux (flexion, extension, inclinaison latérale et en rotation), une contracture des muscles paravertébraux

Dans notre série, le syndrome rachidien cervical a été retrouvé chez tous les patients.

Les signes retrouvés chez nos patients sont :

- Une limitation des mouvements cervicaux évaluée à l'examen par les distances menton–sternum et menton–acromion et la distance tragus–acromion.
- Une douleur à la pression des apophyses épineuses.



**Figure 6 : Examen physique du patient A.A avec déformation rigide du rachis cervical présentant une limitation d'amplitude cervical flexion(gauche) et extension(droite).**

#### **4.2. Syndrome lésionnel / sous lésionnel :**

Aucun de nos patients ne présentait de déficit moteur ni de déficit sensitif et pas de trouble sphinctérien, et l'examen des ROT dans notre série était normal.

## **IV. Examens Paracliniques :**

Afin de guider la prise en charge des patients de cette série un bilan radiologique a été réalisé pour classer leur déformation cervicale.

### **1. Radiographie cervicale :**

Tous les patients avaient une radiographie standard du rachis de face et de profil et des clichés dynamiques qui ont montés :

- une déminéralisation osseuse chez les 3 patients.
- aspect de colonne en bambou chez un seul patient.

### **2. TDM cervicale :**

Tous nos patients ont bénéficié de TDM cervicale. Les TDM réalisées ont mis en évidence :

- Arthrose cervicale chez les 3 patients.
- Ankylose étagée chez les 3 patients.

### **3. IRM cervicale :**

Cette exploration a été réalisée chez les 3 cas, et a permis d'exclure toute myéopathie.

## V.Résultats des examens paracliniques :

Différents paramètres sont impliqués pour évaluer l'alignement du rachis cervical

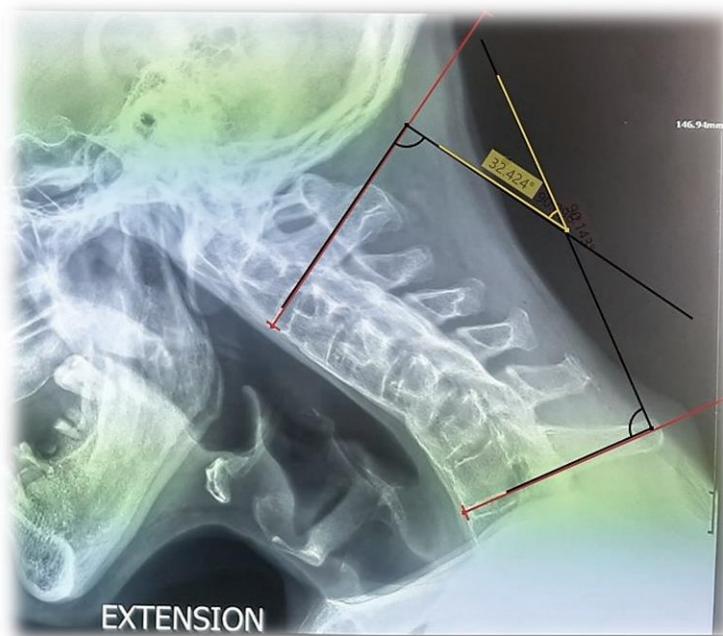
### 1. Lordose cervicale : LC

La lordose cervicale (LC) est un paramètre important de l'alignement cervical.  
Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour mesurer la LC :

- Angle de Cobb : [7]

La méthode Cobb consiste à tracer deux trajectoires de lignes parallèles : la première est parallèle au plateau inférieur de la deuxième vertèbre cervicale (C2) et la seconde est parallèle au plateau inférieur de la septième vertèbre cervicale (C7)(EN ROUGE).

Par la suite, des lignes perpendiculaires aux deux premières sont tracées (EN NOIR) et le point d'intersection de ces lignes perpendiculaires détermine l'angle de courbure cervicale (EN JAUNE).



**Figure7 : Mesure de l'angle Cobb sur radiographie cervicale de profil du patient n°1**

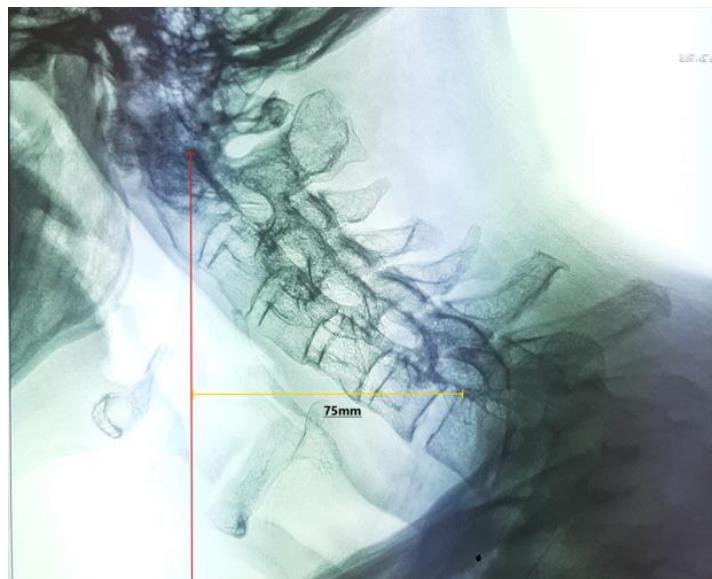
	Patient n°1	Patient n°2	Patient n°3
Angle de Cobb	-32°	11.8°	7.4°

Un déséquilibre cervical sagittal négatif (cyphose cervical) a été constaté dans un seul cas.

## 2. Axe vertical sagittal cervical : **SVAc (C2–C7 Sagittal Vertical Axis)**

Mesuré par la distance entre l'axe vertical passant par le centre de C2 et le coin postéro- supérieur du C7 ;(mesurée en centimètre).

	Patient n°1	Patient n°2	Patient n°3
Résultat	85mm	75mm	92mm



**FIGURE 8 : Mesure de l'axe vertical sagittal sur radiographie du patient n°2.**

**3. Pente T1 : T1S (T1 slope)** : c'est l'angle entre la ligne passant par le plateau supérieur de T1 et la ligne horizontale.

	Patient n°1	Patient n°2	Patient n°3
Angle T1 slope	24.1°	48.6°	41.7°
T1S-CL (Mismatch)	56°	36.8°	34.3°
Résultats	Discordance	Discordance	Discordance

⇒ Interprétation :

Chez les 3 patients, on trouve une discordance T1S-CL avec une valeur supérieur à 20°.

**4. Angle vertical menton-sourcil : CBVA (Chin-brow vertical angle) :**  
angle entre une ligne allant du menton au sourcil et une ligne verticale.

	Patient n°1	Patient n°2	Patient n°3
CBVA	35.47°	26.17°	7°
Résultats	Perte du regard horizontal sévère	Perte du regard horizontal modérée	Regard horizontal maintenu



Figure 9: Mesure de l'angle vertical menton-sourcil chez patient n°1 (a gauche ) présentant un angle large avec perte severe du regard horizontal et chez patient n°3 (à droite) qui maintenait encore son regard horizontal .

## **VI. Prise en charge :**

### **1. Traitement médical :**

Dans notre série, tous les patients ont reçu en préopératoire un traitement médical associant :

- Les anti-inflammatoires.
- Les myorelaxants.
- La vitaminothérapie.

### **2. Traitement chirurgicale :**

#### **a. Indication du traitement chirurgical :**

Le traitement chirurgical dans notre série a été indiqué devant :

- Des patients stables.
- Déformation cervicale rigide (Déformation menton-poitrine).
- Retrait social (Arrêt de travail).
- Absence d'atteinte médullaire.

#### **b. Voie d'abord :**

Tous les patients ont été opérés par voie postérieure.

#### **c. La technique chirurgicale :**

La chirurgie consistait à réaliser : *Ostéotomie de soustraction pédiculaire en C7*.

Cette technique consiste en une ablation complète de la lame, du processus épineux, des facettes, des pédicules au niveau de C7 et d'une partie du corps vertébral, en chevron ou en « V » .

Le temps opératoire s'est déroulé comme suit :

⇒ **Installation et préparation du patient :**

Patient sous anesthésie générale, intubation orotrachéale, installé en décubitus ventral sur la table opératoire, avec des billots de positionnement sous les zones de pression.

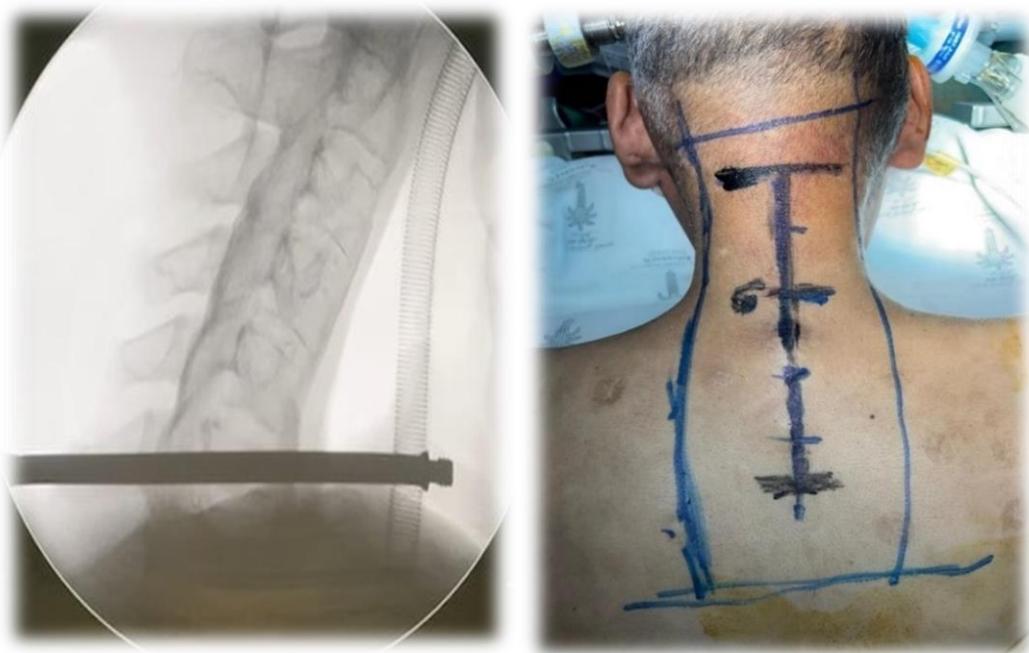
Et tête fixée sur la tête de Mayfield.



**Figure 10: Positionnement du patient du cas n°1 avec fixation de la tête sur têteière de Mayfield sur une table opératoire. (Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech).**

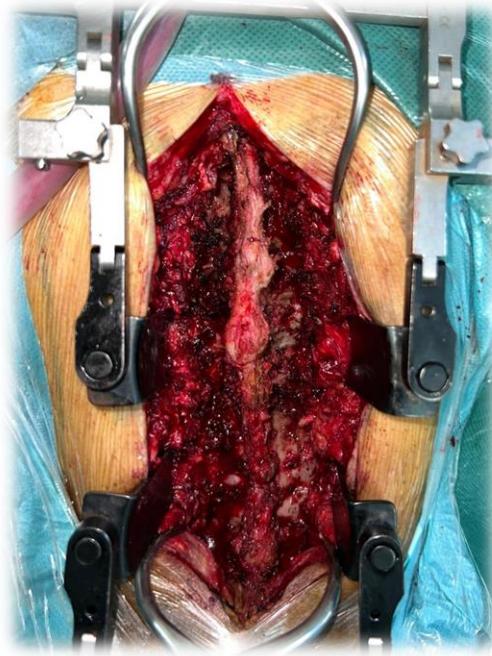
⇒ **Exposition :**

Repérage scopique puis incision cutanée médiane linéaire de la POE (protubérance occipitale externe) à D1



**Figure 11: Photographie en peropératoire montrant le tracé de l'incision au marqueur stérile(droite) et image scopique pour guider l'incision(gauche) .**  
**(Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech).**

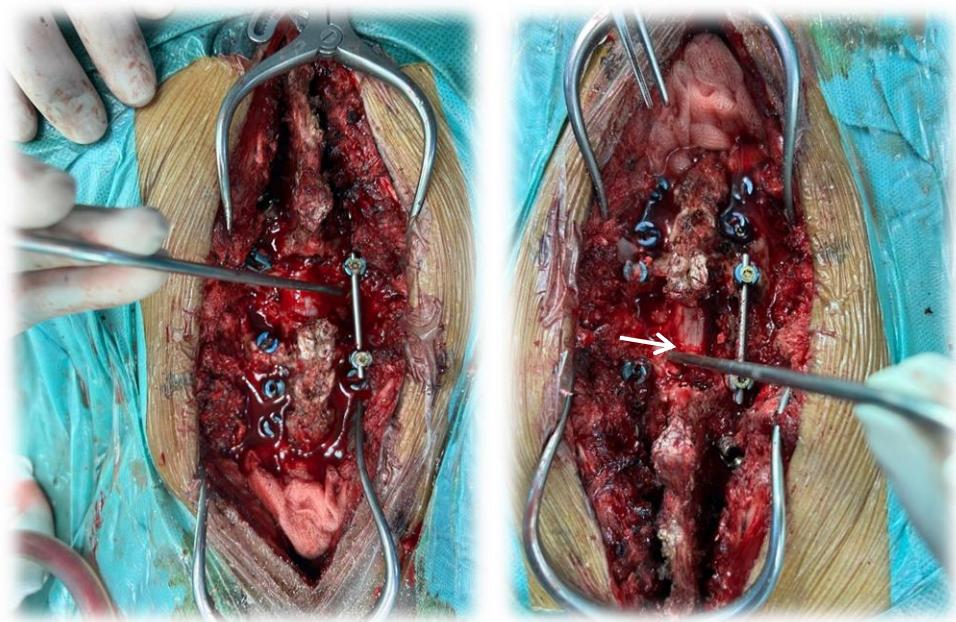
- ⇒ Rugination sous périostée des muscles paravertébraux.
- ⇒ Ensuite pose des écarteurs auto-statiques.



**Figure 12 : Photographie en peropératoire montrant le dégagement des gouttières paravertébrales. (Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech) .**

⇒ **Instrumentation :**

1. Vissage des masses articulaires en C3 et C4( $4 \times 14\text{mm}$ ),en C5 et C6( $3.5 \times 14\text{mm}$ ).
2. Vissage pédiculaire en C2( $4 \times 28\text{mm}$ ) et D1( $4 \times 28\text{mm}$ ), en D2( $4 \times 30\text{mm}$ ) et en D3( $4 \times 24\text{mm}$ ).
3. Une spinolaminectomie complète est réalisée en C7, des facetectomies et arthrectomies bilatérales ont été réalisées entre C6/7 et C7/T1.
4. Une ostéotomie transpédiculaire du corps vertébral de C7 en « V », après mise en place de tige sécurisante sur C6-T1 en basculant du côté droit au côté gauche.



**Figure 13 : Photographies peropératoires montrant la racine nerveuse C-8 (flèche blanche) après laminectomie complète C-7 et exposition de la paroi latérale C-7 avec un écarteur Penfield. (Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech)**

- ⇒ Une fois la réduction réalisée par la tête-rière, deux tiges en pré-pliée lordosées en cervical et cyphosées en thoracique haut des 2 cotés, s'engagent dans les tulipes des vis de masse cervicale latérale précédemment placées pour garder la correction obtenue.

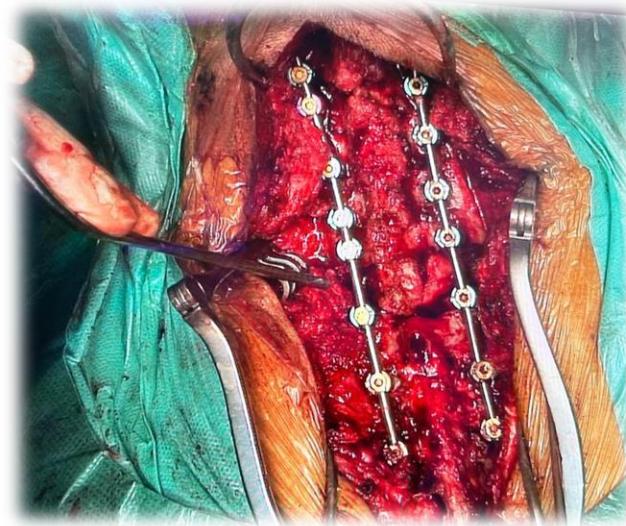


Figure14 : Mise en place de 2 tiges après réduction de l'ankylose en hyperextension et fermeture de la têteière. (Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech)

⇒ Hémostase et contrôle scopique satisfaisant en fin d'intervention

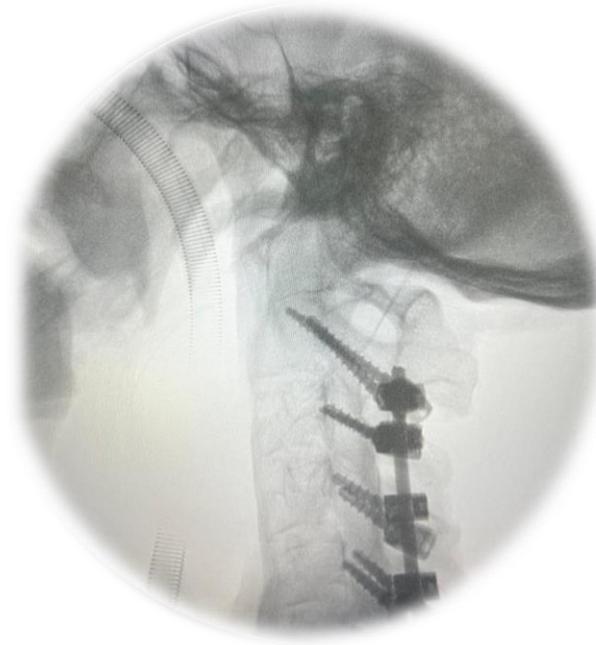


Figure15 : Image scopique en fin d'intervention. (Iconographie du service de neurochirurgie au CHU Mohamed VI Marrakech)

- ⇒ Avant la fermeture, 2G de vancomycine en poudre est appliquée sur la plaie afin de minimiser le risque d'infection.



**Figure 16 : Poudre de vancomycine appliquée avant la fermeture.**

- ⇒ Enfin fermeture plane par plan sur drain de Redon en aspiratif avec pansement sec.

d. **La durée de l'acte chirurgical :**

La durée moyenne au bloc opératoire était de 5heures, avec des extrêmes allant de : 2h30 à 7 heures.

**3. Rééducation :**

La rééducation systématique des patients a été entamé pendant l'hospitalisation puis poursuivie en ambulatoire.

## VII. Evaluation post-opératoire :

### 1. Evaluation clinique :

#### 1.1. Regard horizontal :

En consultation post opératoire tous les patients ont récupéré leur regard horizontal.



**Figure17 : Photographie montrant l'angle menton-sourcil du patient n°2 en pré- et postopératoire avec une correction de 12,5 °**

### 2. Évaluation radiologique

En post-opératoire, tous les patients ont bénéficié systématiquement d'une radiographie de contrôle.

Le tableau ci-dessous résume les résultats postopératoires :

	Lordose cervical			Axe vertical sagittal C2-C7			Angle vertical du menton-sourcil (CBVA)		
P °1	-32°	3.77°	35.77°	8.5cm	3.7cm	4.8cm	35.47°	12°	23.47°
P °2	11.8°	-	-	7.5cm	-	-	26.17°	12.5°	11.67°
P °3	7.4	-	-	9 .2cm	-	-	7°	-	-
		35.77°			4.8cm			17.57°	

## VIII. Complications :

### 1. Peropératoires :

Dans notre série, aucune complication n'a été signalée au cours de l'acte opératoire.

Le saignement en peropératoire était d'une moyenne de : 500cc allant de 400cc à 700cc, ayant été corrigé par une transfusion lors de l'acte chirurgical.

### 2. Postopératoires immédiates :

En post-opératoire immédiat, on n'a pas noté d'aggravation neurologique ni de cas de dysphonie ni de cas de troubles de déglutition

### 3. Postopératoires tardives :

Dans notre série, on a noté 1 cas de lâchage de sutures et cicatrice postopératoire béante chez le patient asthmatique et tabagique, 2 semaines après sa sortie. Le patient a été hospitalisé une 2ème fois au sein du service pour prise en charge.



Figure 18 : Cicatrice béante et lâchage de suture du patient A.A 2 semaines en post opératoire(gauche) , ayant été prise en charge(droite) .

## **IX. Tableau synoptique :**

**Tableau I : Tableau synoptique des cas étudiés**

		<i>Patient 1</i>	<i>Patient 2</i>	<i>Patient 3</i>		
<b>Age</b>		50ans	51ans	50ans		
<b>Sexe</b>		Homme	Homme	Homme		
<b>Antécédents</b>		SPA	SPA Tabagisme chronique Asthme intermittent	SPA		
<b>Signes cliniques :</b>		- Sd rachidien - Déformation menton-poitrine - Perte du regard horizontal sévère	- Sd rachidien - Déformation menton-poitrine - Perte du regard horizontal sévère	- Sd rachidien - Déformation menton-poitrine - Perte du regard horizontal sévère	- Sd rachidien - Perte du regard horizontal modéré	
<b>Radiographie CERVICAL</b>	Lordose cervical	-32°	3.77°	11.8°	-	7.4°
	SVA C2-C7	85mm	37mm	75mm	-	92mm
	CBVA	35.47°	12°	26.17°	12.5°	7°
<b>TDM</b>		Ankylose diffuse		Ankylose diffuse		Ankylose diffuse
<b>IRM</b>		Pas de myélopathie		Pas de myélopathie		Pas de myélopathie
<b>PEC</b>	<b>Voie d'abord</b>	Postérieur		Postérieur		Postérieur
	<b>Technique</b>	Ostéotomie de soustraction pédiculaire en C7		Ostéotomie de soustraction pédiculaire en C7		Ostéotomie de soustraction pédiculaire en C7
	<b>Saignement</b>	700cc		400cc		500cc
<b>Complications</b>		∅		Lâchage de sutures + Cicatrice béante		∅



## I. HISTORIQUE

La spondylarthrite ankylosante (SPA) est une maladie inflammatoire chronique qui affecte principalement le squelette axial.

En l'absence de traitement, la spondylarthrite ankylosante peut entraîner une déformation cyphotique thoraco-lombaire, touchant plus de 30 % des patients à un stade avancé. Une cyphose spinale sévère peut entraîner un déséquilibre sagittal et restreindre les activités psychosociales et les exercices physiques. [8] [9]

Ces patients nécessitent une ostéotomie corrective pour améliorer leur apparence physique et leur capacité à effectuer leurs activités quotidiennes.

Depuis 1945, différentes méthodes chirurgicales ont été proposées pour le traitement de la cyphose dans la spondylarthrite ankylosante.

En 1945 Urist<sup>[10]</sup> a été le premier à décrire l'ostéotomie d'extension de la colonne cervicale pour la correction d'une déformation cervicale. Cette opération est réalisée sous anesthésie locale, le patient étant éveillé, afin de faciliter la surveillance neurologique pendant la réduction

En 1977, Simmons<sup>[11]</sup> [12] a modifié l'ostéotomie d'extension d'Urist de la colonne cervicale en réalisant l'ostéotomie à C7-T1.

En 1997, McMaster<sup>[13]</sup> a rapporté les résultats d'une ostéotomie d'extension au niveau C7-T1 chez des patients atteints de SPA présentant une déformation grave en flexion de la colonne cervicale.

La sécurité et l'efficacité de la chirurgie ont été considérablement améliorées par le développement de l'instrumentation, des détails chirurgicaux et des techniques d'anesthésie.<sup>[14]</sup>

## II. Anatomie :

### A. Généralités

La colonne vertébrale humaine est composée de cinq régions anatomiques distinctes : cervicale, thoracique, lombaire, sacrée et coccygienne.

Cependant, le rachis cervical est une zone potentiellement importante en raison de sa proximité avec la tête, et sa fonction protectrice de la moelle épinière supérieure et les artères vertébrales qui contribuent à la circulation postérieure du cerveau.

Sept vertèbres cervicales, associées à des cartilages, divers ligaments et muscles, forment une structure sophistiquée et flexible qui permet une variété de mouvements de la tête et du cou.

Comme d'autres zones de la colonne vertébrale, les vertèbres cervicales sont également dotées de disques intervertébraux intermédiaires pour l'absorption des chocs et la flexibilité. De plus, elles contiennent un canal rachidien beaucoup plus large pour accueillir la moelle épinière, les vaisseaux sanguins, les méninges et les racines nerveuses.

## B. Rappel anatomique

Le rachis cervical comporte deux secteurs très différents sur les plans anatomique, biomécanique et fonctionnel : le rachis cervical supérieur avec le couple atlas/axis et le rachis cervical inférieur de la troisième à la septième vertèbre cervicale. [15]

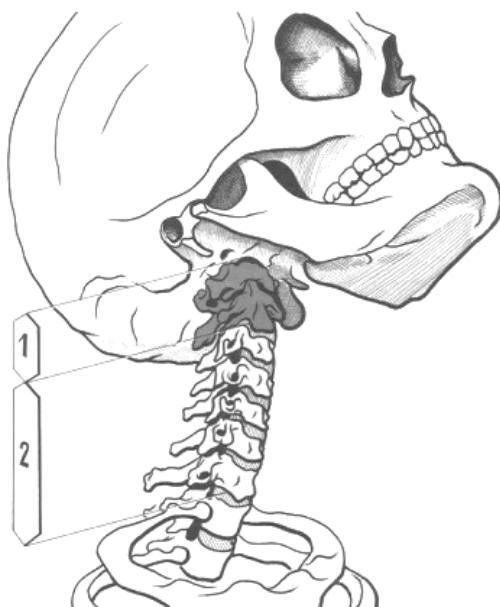


Figure19 : Anatomie du rachis cervical. Subdivision rachis cervical supérieur (1) et rachis cervical inférieur (2), d'après Kapandji..[16]

### 1. Vertèbre cervicale

#### 1.1. Vertèbres cervicales modales : [17] [18]

Les vertèbres cervicales modales (ou typiques) C3, C4, C5, C6, ces vertèbres ne présentent entre elles que des différences insignifiantes. Le corps vertébral se prolonge en arrière par l'arc neural qui se divise en une portion antérieure (le pédicule vertébral) et une portion postérieure (la lame vertébrale). L'arc neural se termine en arrière par l'apophyse épineuse. Le corps vertébral et l'arc neural circonscrivent le trou vertébral. De chaque côté de l'arc neural se détache l'apophyse transverse, qui est formée à partir de deux points d'ossification, (vertébral et costal) dont la fusion laisse entre eux le trou transversaire. Sur

l'apophyse transverse on distingue encore le tubercule antérieur et le tubercule postérieur entre lesquels se trouve la gouttière du nerf rachidien

Les caractéristiques uniques des vertèbres typiques sont résumées en 4 points communs :

- Les corps vertébraux plus petits par rapport au reste de la colonne vertébrale
- Le foramen vertébral triangulaire à base ventrale
- Le processus épineux, prismatiques, triangulaire, longs incliné en bas et en arrière. Son sommet est bifide
- Des ouvertures dans les processus transverses permettant le passage de l'artère vertébrale, de la veine et des nerfs sympathiques

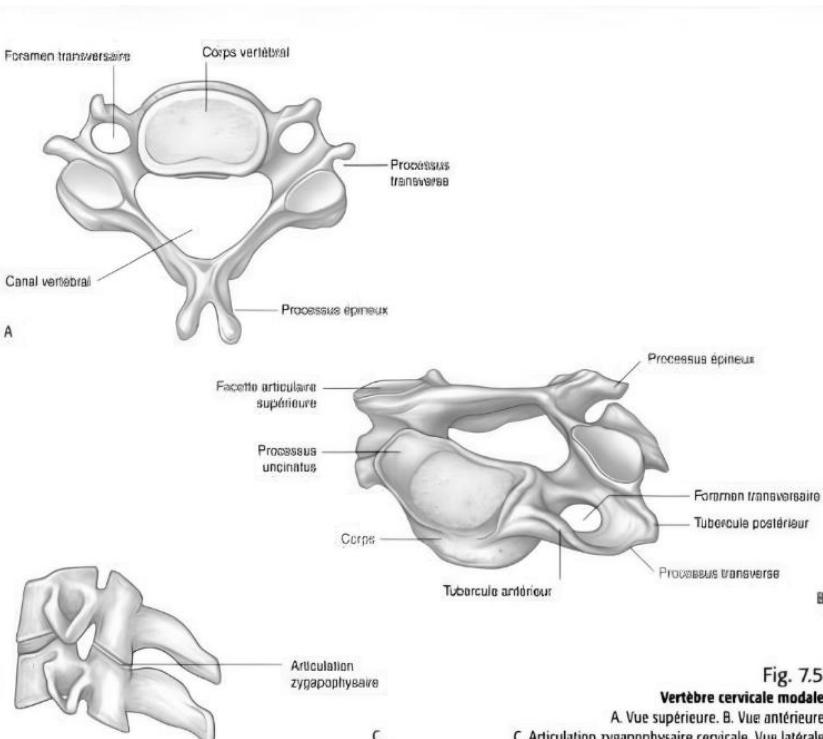


Fig. 7.5.  
Vertèbre cervicale modale.  
A. Vue supérieure. B. Vue antérieure.  
C. Articulation zygapophysaire cervicale. Vue latérale.

Figure20 : Vertèbre cervicale modale A. Vue supérieure B. Vue Antérolatérale  
C. Articulation zygapophysaire cervicale. Vue latérale. [18]

## 1.2. Particularités de C1, C2 et C7 : [19]

### ➤ Atlas (C1)

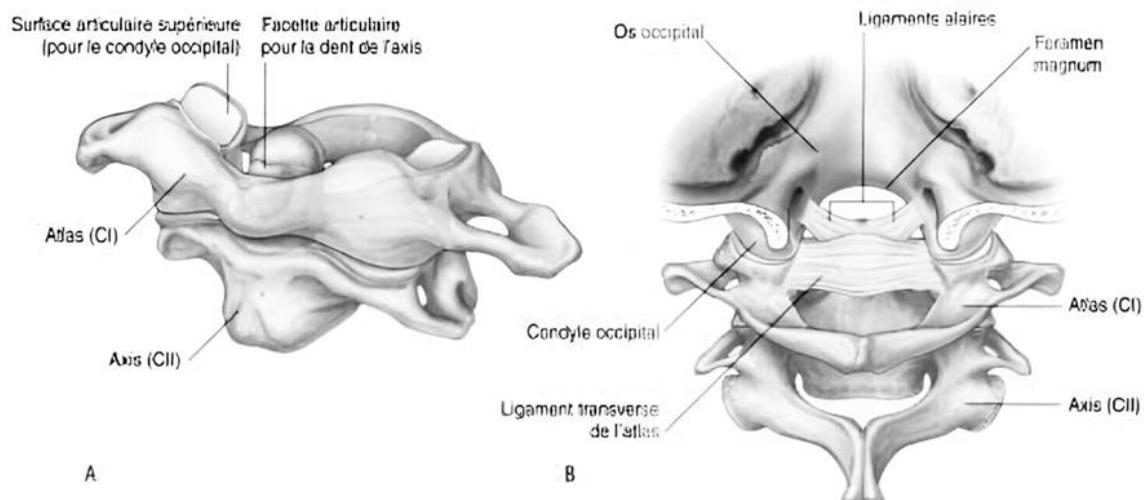
L'atlas se différencie nettement des autres vertèbres cervicales par l'absence de corps vertébral. On reconnaît un arc antérieur et un arc postérieur qui présente chacun une petite protubérance : le tubercule antérieur et le tubercule postérieur, deux masses latérales qui ont chacune deux surfaces articulaires (supérieure et inférieure)

### ➤ Axis (C2)

C'est l'os porteur principal de la région cervicale supérieure L'axis se distingue des autres vertèbres cervicales par la présence au-dessus de la face supérieure du corps vertébral d'une apophyse en forme de dent appelé l'apophyse odontoïde se terminant par un sommet arrondi

### ➤ C7

La vertèbre C7 se caractérise par un Processus épineux plus gros et singulier de plus son processus épineux n'est pas bifide



**Figure 21: Atlas (C1) et Axis (C2).**

**A. Vue antérolatérale. B. Articulation atlido-occipitale (vue postérieure). [18]**

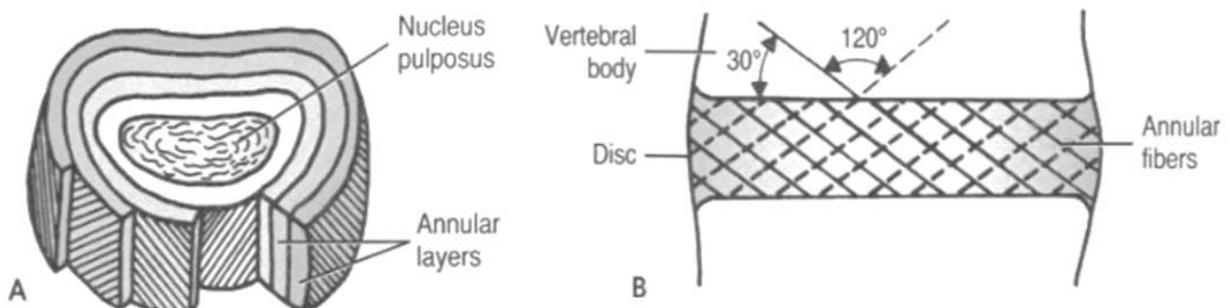
## 2. Disques intervertébraux

Le disque intervertébral s'insère sur les plaques cartilagineuses des plateaux vertébraux des vertèbres sus et sous-jacentes à partir du segment C2-C3.

Au niveau du rachis cervical, les disques intervertébraux représentent 40% de la hauteur. Cette hauteur accrue par rapport à la hauteur du corps vertébral offre un avantage en termes de mobilité et d'amortissement de choc.

**L'anneaux fibreux** : Composé à 65% d'eau. Formé par un ensemble de lamelles verticales concentriques disposées à la manière des couches d'une tranche d'oignon. Les couches des fibres annulaires sont orientées à un angle de 30° par rapport au corps vertébral et à un angle de 120° les unes par rapport aux autres (figure :22)

**Le noyau discal** : Structure gélatineuse, composée jusqu'à 88% d'eau chez les jeunes.



**Figure 22 : Schéma d'un disque intervertébral montrant la disposition entrecroisée de ses fibres. – Selon White et Panjabi, 1990 – [20]**

### 3. Ligaments : [21]

La colonne vertébrale est solidarisée par différents ligaments qui correspondent à un tissu conjonctif fibreux qui relie les os entre eux et stabilise les articulations.

Les ligaments jouent un double rôle en assurant le maintien et la cohésion des vertèbres entre elles, de plus ils permettent les déformations de la colonne vertébrale causées par les mouvements, grâce à leur élasticité.

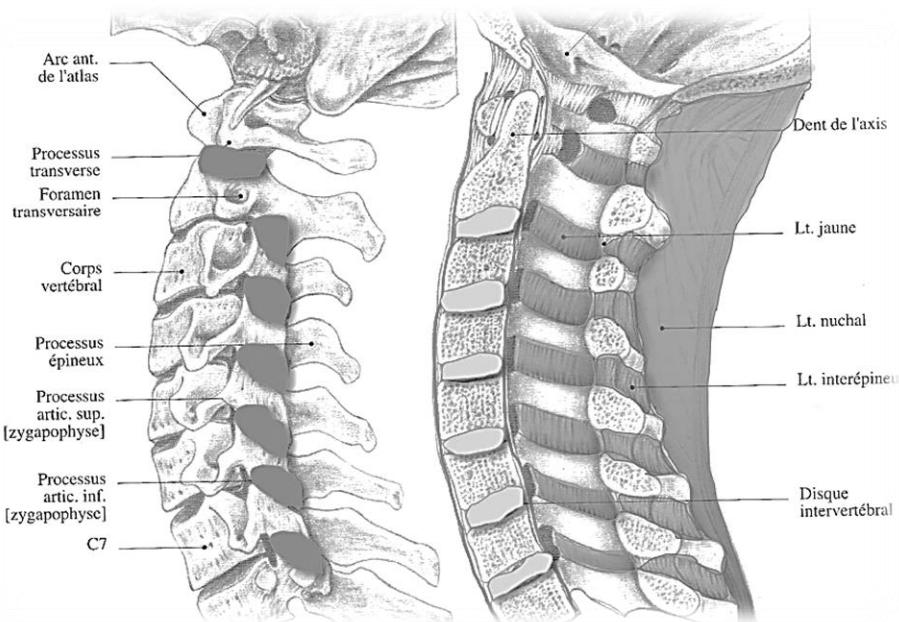


Figure 23 : Schéma des ligaments du rachis cervical. [22]

### C. Aspect biomécanique

D'un point de vue biomécanique, le rachis cervical présente trois fonctions fondamentales : une fonction statique (posture), une fonction de stabilité et une fonction dynamique (mobilité).

#### 1. Statique rachidienne : [23]

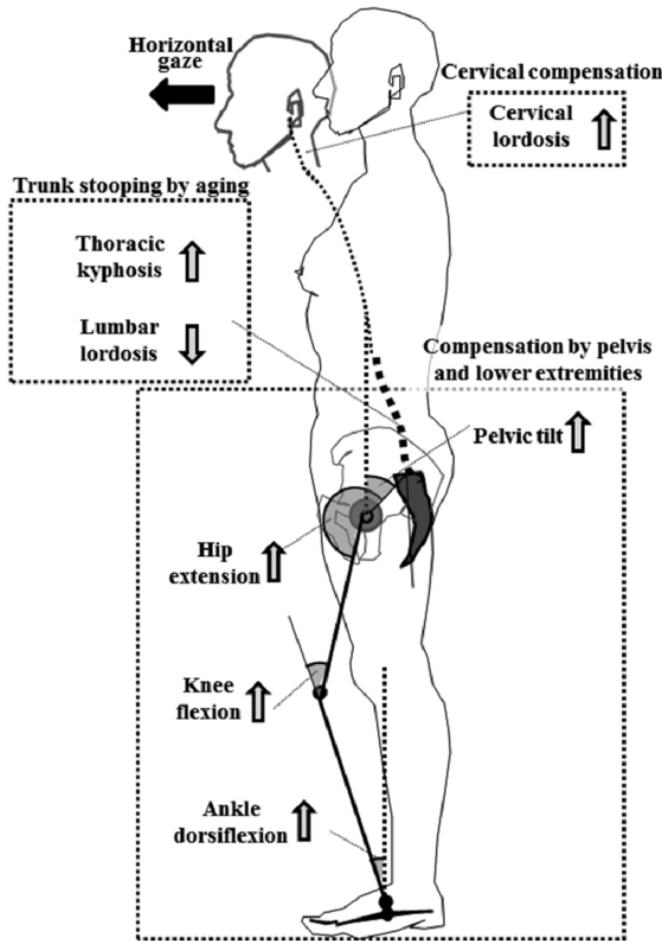
Le rachis cervical joue un rôle statique fondamental puisqu'il supporte le poids de la tête (environ 5 kg). Il est caractérisé par sa courbure physiologique : la lordose cervicale.

La lordose cervicale est considérée comme une adaptation de la colonne vertébrale à l'acquisition de la quadrupédie puis de la marche.

Cependant, il existe de nombreuses variations de cette courbure cervicale physiologique, le rachis cervical s'adaptant à l'orientation des courbures sous-jacentes (thoracique et lombaire).

Khalil et al. [24] ont analysé comment la colonne cervicale, les autres colonnes vertébrales et le bassin interagissent pour maintenir une vision horizontale dans les cas asymptomatiques. La corrélation a été analysée en évaluant la corrélation entre les paramètres cervicaux et les paramètres de la colonne thoracique, de la colonne lombaire et du bassin.

Des études [25] ont démontré aussi que le rachis cervical s'adapte avec le reste de la colonne vertébrale, lors de la détérioration de l'alignement due au vieillissement. Ce défaut d'alignement est compensé par une fonction de soutien de la colonne thoraco-lombaire, du bassin et des membres inférieurs afin de maintenir le regard horizontal.



**Figure 24 : Mécanisme de compensation pour maintenir le regard horizontal. Le vieillissement induit une courbure du tronc, mais l'alignement global est compensé par une augmentation de la lordose cervicale (LC), de l'inclinaison du bassin (PT –Pelvic Titl) et de la flexion du genou. [25]**

## **2. Stabilité rachidienne [23] [26]**

Selon White et Panjabi (1990), la stabilité est définie cliniquement par la capacité de la colonne à maintenir son schéma de déplacement sous Les contraintes physiologiques

En 1983, Denis [26] a décrit un système de classification des fractures thoracolombaires qui peut également être appliqué à une analyse biomécanique de la stabilité du rachis cervical. Dans cette description, les éléments rachidiens sont divisés en trois régions qui forment trois colonnes vertébrales :

1. La colonne antérieure se compose du ligament longitudinal antérieur, de l'anneau fibreux antérieur et de la moitié antérieure du corps vertébral.
2. La colonne médiane est constituée du ligament longitudinal postérieur, de la moitié postérieure du corps vertébral et de l'anneau fibreux postérieur.
3. La colonne postérieure est constituée des pédicules, des articulations facettaires, des lames et des processus épineux, ainsi que des ligaments interépineux et supraépineux.

Les colonnes antérieure et médiane constituent la principale zone porteuse de la colonne vertébrale, la colonne postérieure fournissant les éléments de guidage et de stabilisation.

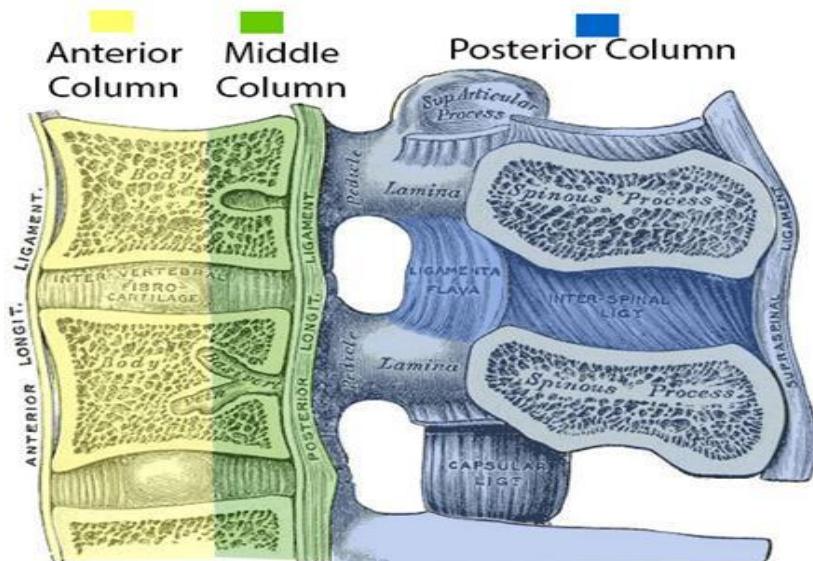


Figure 25 : Le concept des trois colonnes, selon la classification de Denis[21]

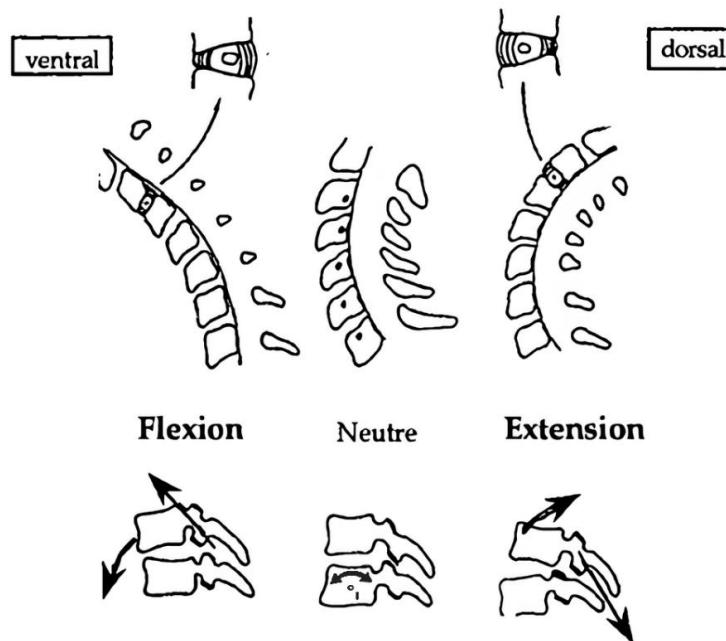
### 3. Dynamie rachidienne :[27] [28][29]

#### 3.1. Flexion-extension :

A partir de sa position de repos en lordose physiologique, le rachis cervical effectue un mouvement soit vers l'avant modifiant sa courbure en cyphose, c'est la flexion, soit vers l'arrière en hyperlordose, c'est l'extension.

La flexion de l'ensemble du rachis cervical est la sommation de mouvements élémentaires au niveau de chaque unité fonctionnelle. Le corps vertébral sus-jacent bascule et glisse vers l'avant. Ce glissement d'un corps vertébral par rapport à l'autre produit un décalage en marches d'escalier de l'alignement des bords antérieurs. Les disques se déforment tendant à effacer leur cunéiformisation à base antérieure. Les facettes zygapophysaires glissent les unes par rapport aux autres découvrant la portion postérieure des facettes crâniales de la vertèbre sous-jacente. Elles aussi glissent et basculent les unes par rapport aux autres, car il se produit un bâillement postérieur de l'interligne articulaire. Les foramens intervertébraux s'agrandissent. Le mouvement est arrêté par la tension des ligaments.

Pour l'extension c'est l'inverse, et le mouvement est arrêté par la butée des processus épineux deux à deux.



**Figure 26 : Mouvement d'une unité fonctionnelle cervicale. Le mouvement de flexion/extension se produit autour l'axe transverse (axe I). [30]**

### 3.2. Inclinaison latérale et rotation :

Tous les auteurs considèrent que ces mouvements sont liés et que l'un est impossible sans l'autre. Dans les mouvements d'inflexion latérale, la rotation se fait soit vers le côté concave ou vers le côté convexe.

La limitation des mouvements d'inclinaison latérale est associée à 3 facteurs conjoints :

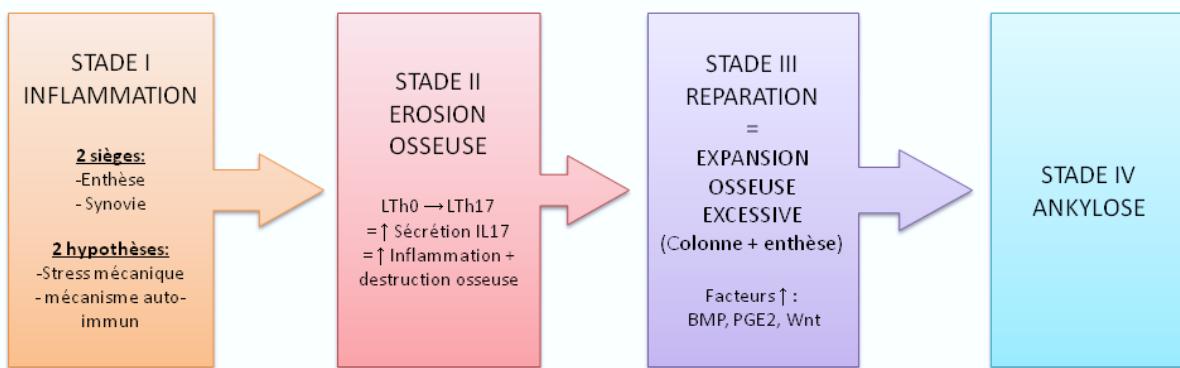
- La mise en tension de l'annulus fibrosus
- Un phénomène de convergence dans les apophyses articulaires du côté pincé et de divergence du côté ouvert ;
- La mise en tension des ligaments intertransversaires.

Les mouvements de rotation sont limités d'une part par la mise en tension des fibres obliques de l'annulus fibrosus et d'autre part par la capsule des apophyses articulaires.

L'amplitude de rotation est maximale pour la région cervicale haute : elle atteint 80° pour le rachis cervical dans sa globalité et passe à 100° en cas de flexion.

### III. Physiopathologie [31] [32]

La spondylarthrite ankylosante (SPA) est une arthrite inflammatoire qui se développe par poussées successives et qui est principalement localisée aux articulations sacro-iliaques et vertébrales. Sa physiopathologie est mal élucidée comme en témoigne les nombreuses hypothèses sur le sujet, mais 4 stades(figure++) ont été distingués pour mieux comprendre sa progression :



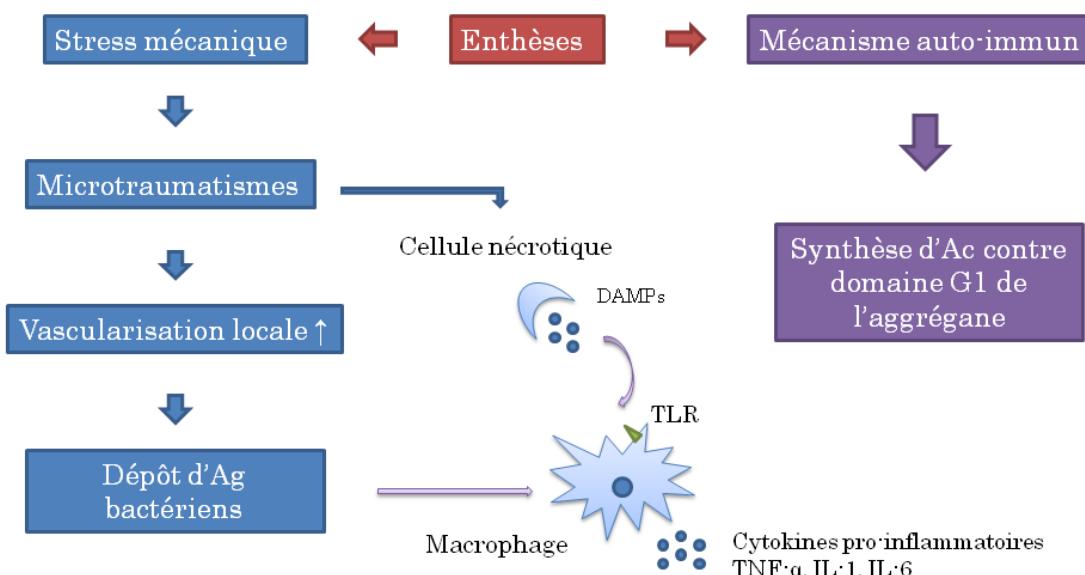
#### STADE I : INFLAMMATION [33]

La lésion primaire de la spondylarthrite ankylosante est une enthésopathie, ou un processus inflammatoire au niveau du site de jonction du tendon, du ligament et de la capsule avec l'os.

De nombreuses hypothèses sont évoquées pour expliquer la survenue de processus inflammatoires. Elles essayent toutes d'intégrer le lien entre l'allèle HLA-B27, certains organismes bactériens et la muqueuse intestinale mais deux de ces hypothèses semblent le plus retenir l'attention.[34]

La première hypothèse est celle d'un stress mécanique subit par l'enthèse, provoquant des microtraumatismes responsables d'une hausse de la vascularisation locale entraînant un dépôt d'antigènes bactériens et une activation des macrophages.

La deuxième hypothèse est un mécanisme auto-immun, avec une production d'anticorps dirigés contre le domaine G1 de l'aggrécane. L'aggrécane est un protéoglycane majeur du cartilage articulaire, son domaine G1 est retrouvé sur les sites des atteintes majeures de la spondylarthrite ankylosante (colonne vertébrale, uvée...).



**Figure27: Les deux hypothèses du processus inflammatoire au niveau de l'enthèse.**  
**(Astier et al, 2013). [31]**

L'inflammation dans la spondylarthrite ankylosante touche principalement les tissus proches des enthèses comme la membrane synoviale. La membrane sécrète le liquide synovial pour permettre un glissement des articulations.

L'analyse de ce liquide synovial chez des patients atteints de spondylarthrite ankylosante révèle un taux élevé de macrophages CD169.

### **STADE II : Inflammation et érosion osseuse. [31]**

Les cellules présentatrices d'antigènes (CPA) ; activées par les TLR, présentent l'antigène aux LTh0 (lymphocytes indifférenciés), elles sécrètent ensuite de l'IL-6 et de l'IL-1 $\alpha$  permettant la différentiation du LTh0 en lymphocyte Thelper 17 (LTh17).

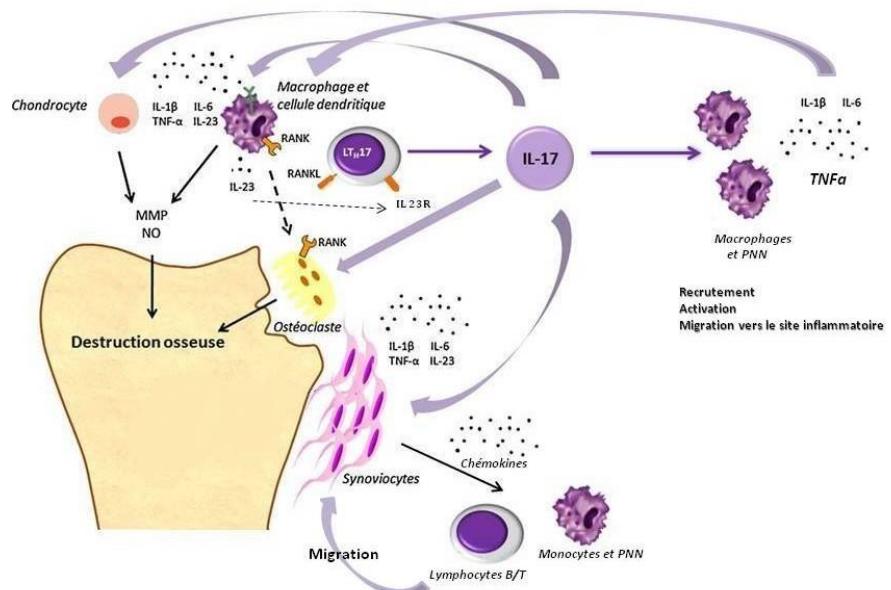
Une fois cette différentiation réalisée, la CPA produit de l'IL-23 permettant la stabilisation et l'expansion de la lignée Th17 et la sécrétion de cytokines entraînant le recrutement, l'activation et la migration de polynucléaires neutrophiles (PNN) et des macrophages vers les sites inflammatoires. Ces cytokines provoquent par ces mêmes cellules, la sécrétion des cytokines proinflammatoires IL-1 $\alpha$ , IL-6 et de TNF $\alpha$ .

L'IL-1 et l'IL-6 induisent la production d'IL-23 par les monocytes et les cellules dendritiques, ce qui provoque une surproduction d'IL-17 par les LTh17.

Cette interleukine favorise la sécrétion de métalloprotéinases (MMP) et de monoxyde d'azote (NO) par les cellules dendritiques, les macrophages et les chondrocytes ; ces molécules sécrétées entraînent une dégradation cartilagineuse.

L'IL-17 provoque aussi l'érosion osseuse (osteoclastogenèse) en augmentant l'expression du facteur Receptor Activator of NFkB (RANK) présent à la surface des ostéoclastes et interagissant avec son ligand RANKL, lui présent à la surface de certains LTH17.

Le TNF $\alpha$  entraîne la prolifération des synoviocytes et le recrutement de cellules inflammatoires déclenchant le processus de destruction articulaire.



**Figure 28 : Mécanisme inflammatoire et destruction osseuse au stade II de la spondylarthrite ankylosante (d'après la revue de médecine interne 2011). [32]**

#### STADE III : La synthèse osseuse excessive :

La synthèse osseuse excessive est la phase de cicatrisation du tissu endommagé qui touche tout le squelette. Au niveau de la colonne vertébrale, la formation d'excroissance osseuse d'orientation verticale, que l'on nomme syndesmophytes, vont combler les espaces intervertébraux. Des dépôts osseux peuvent également toucher les tendons, il est alors question d'enthésiophytes.

Il semblerait que les processus de synthèse osseuse ne s'effectuent pas au hasard au sein des espaces intervertébraux et des articulations, mais soient limités à des sites de préférence. Ce phénomène n'est cependant pas encore totalement élucidé. Le fait que les lésions soient le plus souvent retrouvées le long des sites d'insertion des tendons mettrait en évidence le rôle joué par le stress mécanique.

Les cellules responsables de l'expansion osseuse sont les ostéoblastes, et plusieurs mécanismes entrent en jeu dans la régulation de leur action.

#### STADE IV : ANKYLOSE TOTALE :

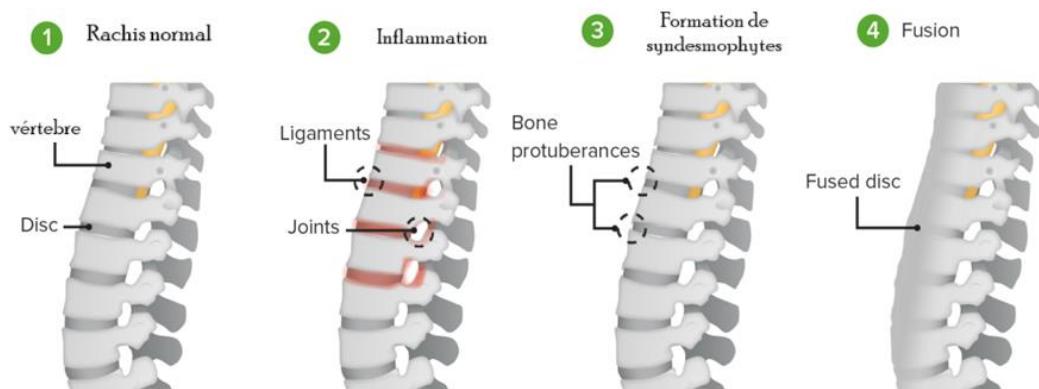
L'évolution vers l'ankylose totale représente 10 à 20% des cas.

A un stade très avancé la formation des syndesmophytes réalise un pont et comble les espaces intervertébraux, les articulations vertébrales se soudent entre elles et reviennent à former un seul os rigide. Ces formations donnent à la colonne vertébrale un aspect de bambou.

Au niveau du rachis cervical, l'ankylose totale se particularise par un menton collé au manubrium.

Dans le cas d'ankylose totale de la colonne cervicale, le risque d'insuffisance respiratoire devient majeur, de plus les fractures vertébrales constituent une menace majeure<sup>[35]</sup>

#### ⇒ Progression structurale de la SPA :<sup>[36] [37]</sup>



**Figure 29 : Pathogenèse de la spondylarthrite ankylosante : L'inflammation induit la formation de syndesmophytes et la fusion des disques intervertébraux et des corps vertébraux**<sup>[38]</sup>

La progression structurale de la SPA peut différer considérablement entre les individus. Certaines personnes peuvent présenter une forme relativement bénigne avec peu de progression structurale, tandis que d'autres peuvent présenter une déformation sévère et une déficience fonctionnelle.

La néoformation osseuse pourrait faire partie d'un processus de réparation visant à promouvoir la stabilisation articulaire [39]

Cette progression structurale survient aux sites des lésions osseuses préexistantes et elle est désormais mieux comprise récemment grâce aux modifications radiographiques et aux séquences IRM observées au cours des années. Le processus de néoformation osseuse au rachis ou aux zones d'enthèses dans l'axSpA a été corrélé à une activité inflammatoire élevée. En effet, le développement de nouveaux syndesmophytes à la radiographie prédomine au niveau des coins vertébraux inflammatoires, indiquant un lien entre l'ostéite à l'IRM et l'ossification sur les radiographies standard.

Par conséquent, la réduction précoce de l'inflammation pourrait ralentir la progression radiographique.

En outre, une étude plus récente basée sur des IRM, montrant la présence de lésions graisseuses au niveau des coins vertébraux, connues sous le nom de « Romanus magnétique » (stade post-inflammatoire) ces lésions semblent être impliquées dans physiopathologie de l'atteinte structurale. L'apparition de syndesmophage radiographique à 5 ans de suivi a été fortement associée à l'évolution de l'inflammation vers la lésion graisseuse en IRM rachidienne.<sup>[40]</sup> Cependant, la plupart des syndesmophytes survivent dans des endroits d'où l'inflammation était absente à l'IRM. Mais pour autant, la majorité des syndesmophytes apparaissent à des endroits où il n'y avait pas d'inflammation en IRM.

Les facteurs prédictifs de progression radiographique sont résumés dans le tableau ci-dessous. Au total, il serait particulièrement intéressant de disposer d'un biomarqueur ou d'un score composite mesurés avant et pendant le traitement afin de détecter les patients les plus à risque de progression rapide et de prédire l'évolution à long terme.

**Tableau II : Facteurs prédictifs de progression radiographique de la spondylarthrite**

axiale.[36]

Caractéristiques Des Patients	Biomarqueurs	Scores D'activité	Imagerie
Sexe masculin	CRP	ASDAS	Syndesmophytes préexistants
Tabagisme	VS	BASDAI	IRM-BME
Obésité	MMP-3		Lésions graisseuses sur IRM
Stress mécanique	VEGF		

#### **IV. CLASSIFICATION :**

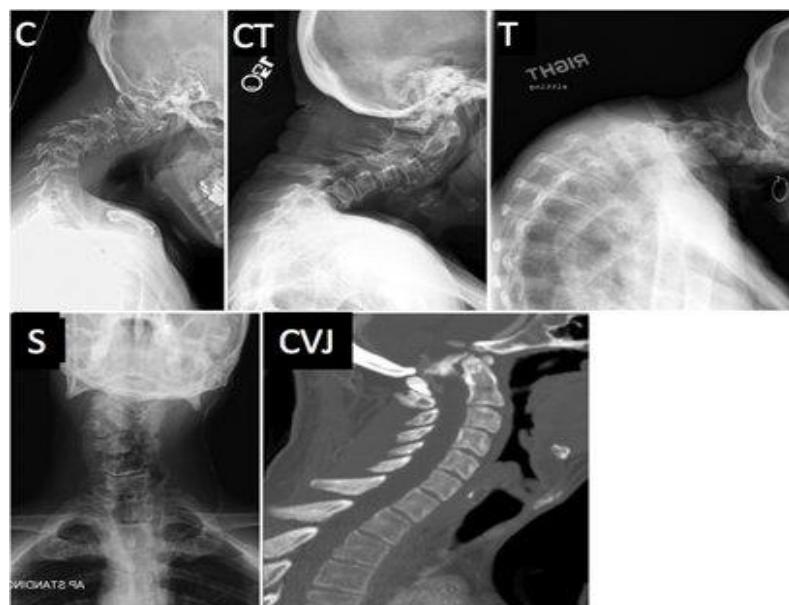
Jusqu'à peu de temps, il n'y avait pas de système permettant la classification des déformations de la colonne cervicale CSD (Cervical Spine Deformity) afin de faciliter la communication entre les médecins et de permettre une évaluation clinique et radiographique adéquate des patients ayant des déformations cervicales.

Par conséquent, et afin de faciliter l'évaluation des patients présentant des déformations du rachis cervical, 3 classifications ont été décrites, pour assurer une prise en charge adéquate :

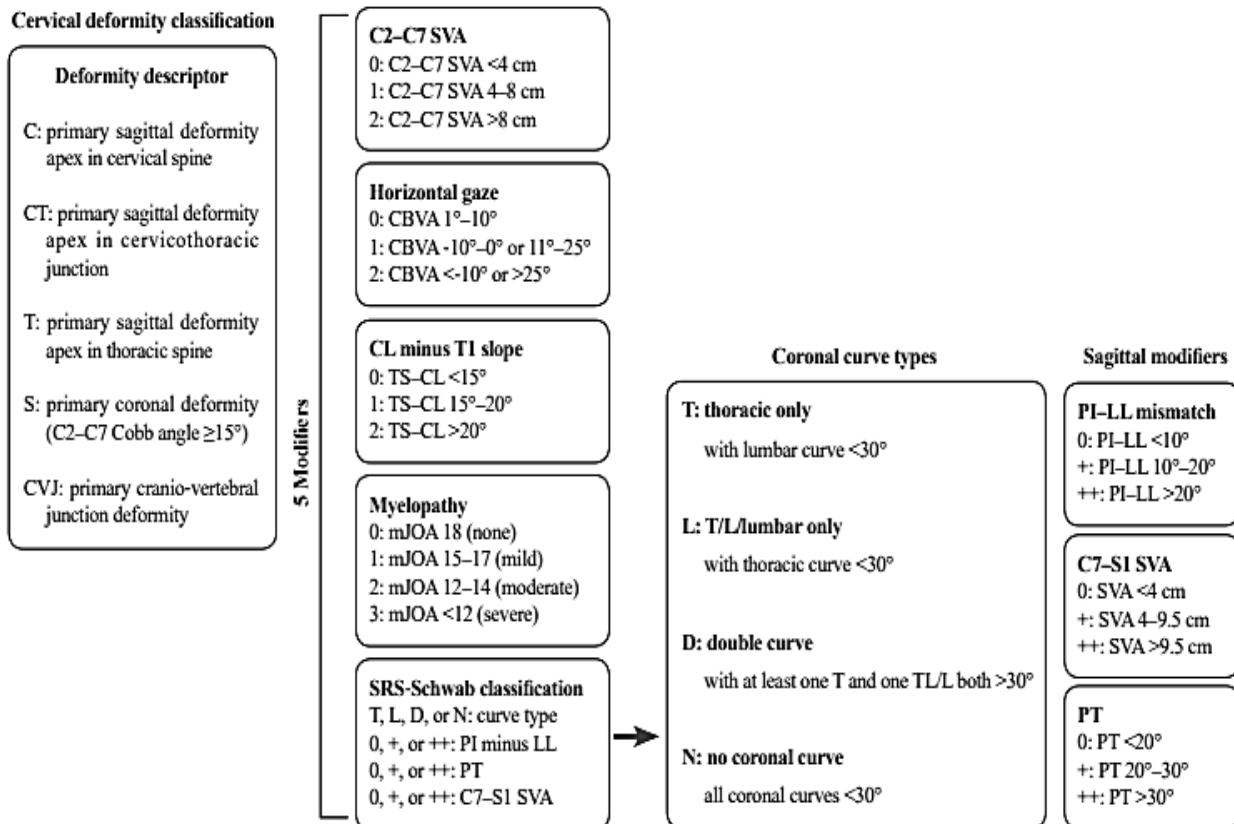
##### **1. Classification d'Ames et Al : [41][42]**

La première classification codifiée pour les déformations du rachis cervical a été publiée en 2015, par Ames et al . Ce système comprend un certain nombre de composants différents :

- 5 Descripteur de déformation : permet de décrire l'emplacement du sommet de la courbe
- 5 Modificateurs de déformation : impliquent des paramètres radiographiques et des scores de myélopathie



**Figure 30 : Les 5 descripteurs de déformation selon la classification d'Ames-ISSG. [41]**



**Figure 31 : Cette illustration décrit le système de classification des déformations cervicales proposé par Ames-ISSG (International Spine Study Group) [41]**

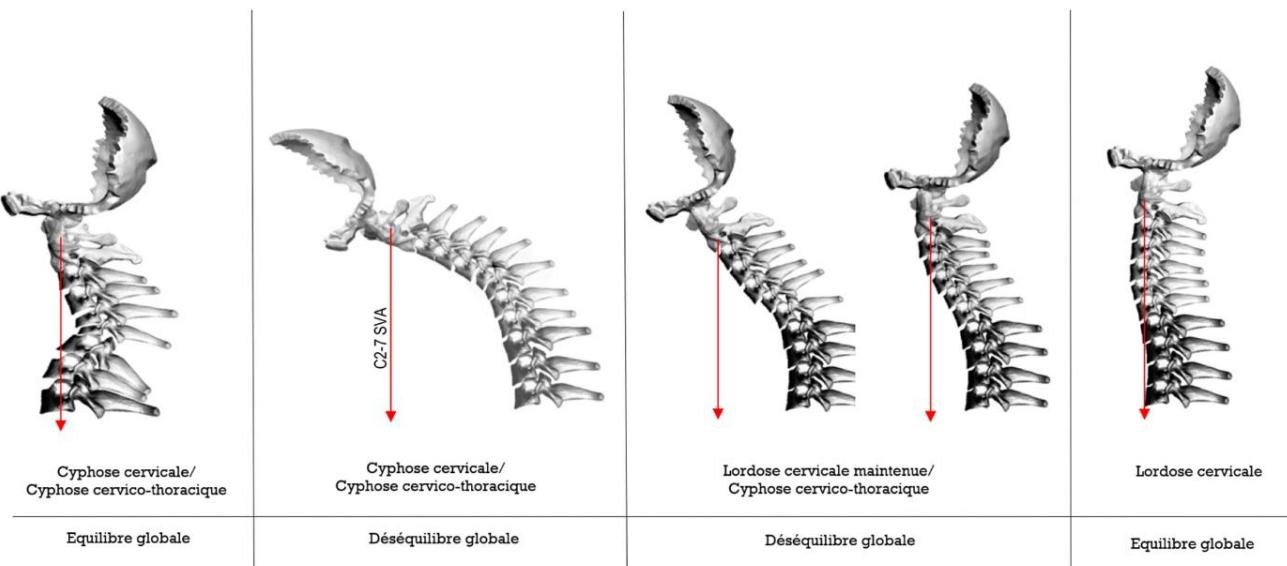
La classification d'Ames a fourni un système de nomenclature unifié que les chirurgiens peuvent utiliser lors de l'examen des patients, et l'amélioration des modificateurs cervicaux de la classification d'Ames a été corrélée à une amélioration de l'alignement radiographique postopératoire. Cependant, cette classification n'était pas basée sur des paramètres de qualité de vie liés à la santé et elle ne guide pas le traitement. [43] Une autre limite de cette classification était qu'elle repose exclusivement sur des radiographies statiques. Les radiographies dynamiques jouent un rôle crucial dans la prise en charge de la déformation cervicale, en permettant de déterminer le nombre d'ostéotomies requises. [44] [45]

## **2. Classification de Koller-ECSRS [46]**

Koller et l'European Cervical Spine Research Society (ECSRS) ont établi en 2019 une classification permettant de guider la PEC des déformations cervicales rigides.

Quatre morphotypes ont été décrit A à D en se basant sur les 4 critères suivant :

1. Forme du rachis cervical
  2. Courbure Cervico-thoracique
  3. Mesure de l'alignement sagittal régional cervical (SVA C2-C7)
  4. Mesure de l'alignement sagittal global (SVA C7-S1)
- Le type A correspond aux patients présentant une cyphose cervicale/ cervico-thoracique avec maintien de l'alignement global.
  - Le type B correspondait aux déformations cyphotiques cervicales/cervico-thoraciques avec déséquilibre global concomitant.
  - Le type C aux déformations cyphotiques cervico-thoraciques avec CL compensatoire inadéquat et déséquilibre global persistant.
  - Le type D sont les patients présentant une CL appropriée et un alignement global maintenu



**Figure 32 : Les 4 classifications de l'équilibre sagittal cervical A-D (de gauche à droite respectivement) par Koller et al. et la European Cervical Spine Research Society .[46]**

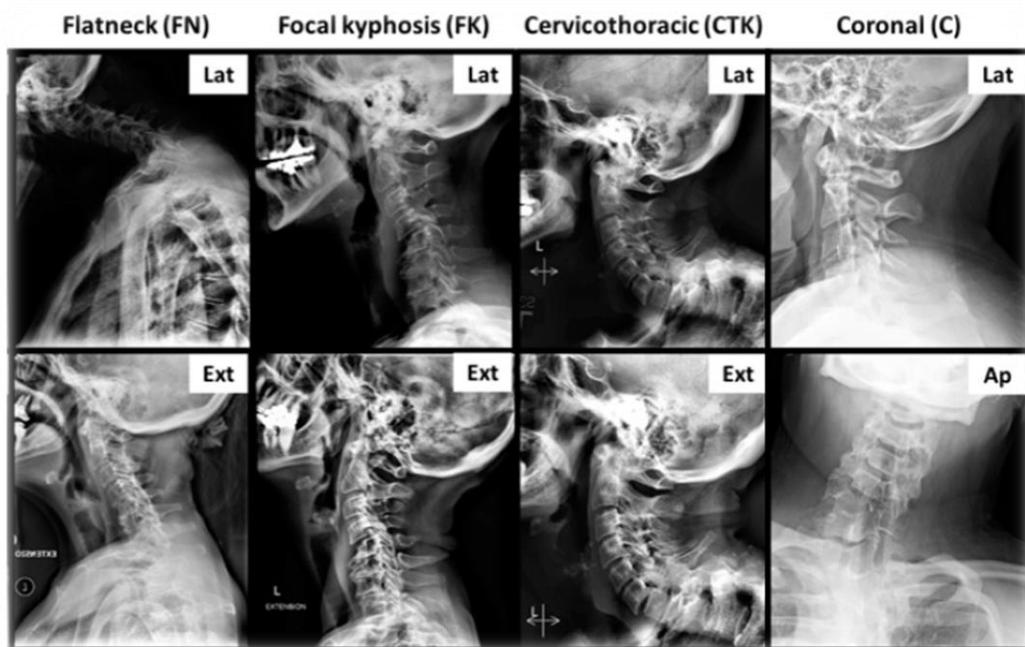
### 3. Classification de KIM [47] [48]

En 2020 Kim et al. et l'International Spine Group Study ont élaboré une nouvelle classification qui se base sur l'imagerie dynamique afin de guider le traitement chirurgical de la déformation cervicale et le choix du niveau de fusion. En plus des radiographies statique (incidence latérale et antéro-postérieure) utilisées dans les autres classifications, la classification de Kim nécessite une exploitation des radiographies en flexion et extension.

Quatre morphotypes de déformation cervicale ont été décrits :

- Le premier groupe **cou plat** (flatneck) : ce sont des patients présentant **une importante discordance cervicale (TS-CL)** même si leur déformation était comblée.
- Le deuxième groupe présentant une **cyphose focale** (focal kyphosis) , les patients présentaient une importante **cyphose focale entre 2 vertèbres adjacentes** sans nécessairement une cyphose cervicale régionale importante. L'alignement global de la colonne cervicale pour ces patients présentant une déformation focale n'était cependant pas compromis en raison d'une compensation importante en T1S (< 22°).

- Le troisième groupe présente une **déformation cervico-thoracique**. le facteur principal a été identifié comme étant un **T1S extrêmement large (> 50°)**. Ce morphotype présentait une hyperlordose de la colonne cervicale comme mécanisme compensatoire mais qui n'était pas en mesure de compenser suffisamment pour atteindre le T1S.
- Le quatrième groupe présente une **déformation coronale**. Bien que l'alignement sagittal ait montré des valeurs acceptables, il y avait des problèmes importants avec l'alignement coronal.



**Figure33:** Les quatre morphotypes de déformation cervicale sont présentés ici. « Lat » fait référence à une radiographie latérale neutre. « Ext » représente une radiographie latérale étendue du cou. [40]

## V. Epidémiologie :

### 1. Age :

L'âge moyen de nos patients à l'admission était de 50,3 ans ce qui se concorde avec les données de la littérature où l'âge moyen est compris entre 47 et 61 ans

**Tableau III: Age moyen des patients selon les auteurs.**

Séries	Age moyen (ans)
McMaster, 1997 [13]	48
Abumi et al., 1999 <sup>[49]</sup>	47
Ferch et al., 2004 <sup>[50]</sup>	57
Simmons et al., 2006 <sup>[51]</sup>	50
Langeloo et al., 2006 <sup>[52]</sup>	51
Tokala et al., 2007 <sup>[53]</sup>	54
O'Shaughnessy et al., 2008 <sup>[54]</sup>	52
Mummaneni et al., 2008 <sup>[55]</sup>	56
Nottmeier et al., 2009 <sup>[56]</sup>	61
Deviren et AL <sup>[57]</sup>	70
Shin et Al <sup>[58]</sup>	61.1
Notre serie	50.3 ans

## 2. Sexe

Dans notre série on a noté une prédominance masculine (100% des cas) ce qui va avec les données de la littérature.

**Tableau VI: Répartition des patients selon le sexe.**

Séries	M / F	Sexe (%)	
		HOMME	FEMME
<b>McMaster, 1997 [13]</b>	13/2	87%	13%
<b>Abumi et al., 1999 [49]</b>	17/13	57%	43%
<b>Ferch et al., 2004 [50]</b>	17/11	61%	39%
<b>Simmons et al., 2006 [51]</b>	112/19	85%	15%
<b>Langeloo et al., 2006 [52]</b>	14/2	87%	13%
<b>O'Shaughnessy et al., 2008 [54]</b>	9/7	56%	44%
<b>Mummaneni et al., 2008 [55]</b>	16/14	53%	47%
<b>Nottmeier et al., 2009 [56]</b>	20/21	49%	51%
<b>Shin et Al [58]</b>	7/0	100%	0%
<b>Meng et Al [59]</b>	6/1	86%	14%
<b>Notre serie</b>	3/0	100%	0%

Ceci concorde avec une étude observationnelle récente faite en 2017[60], montrant que le sexe masculin apparaissait également comme un facteur de progression structurale de la SPA.

## 3. ATCDS :

Dans notre série le tabagisme représentait un pourcentage de 33% des cas, Dans la série de Justin S. Smith [61] a noté 3 fumeurs parmi les 78 patients ce qui fait un pourcentage de 8.9%. La série Thémistocle S. et al (2021) rapporte 25,90% de fumeur.

Ces valeurs vont avec plusieurs études sur l'impact du tabagisme sur la chronicité de la spondylarthrite ankylosante [62]. Selon Deminger [63] le tabagisme est associé de manière

indépendante à la progression radiographique rachidienne. Le tabagisme semble être un prédicteur de progression structurale plus robuste chez les hommes.

#### **4. Profession :**

Dans notre série 66% des patients travaillaient dans travaux nécessitant un grand effort.

Ce pourcentage concorde avec des études faites révélant que le « stress mécanique » lié aux activités professionnelles physiquement exigeantes amplifiait les effets délétères de l'inflammation sur la progression radiographique dans la SPA [64]

## VI. Diagnostic :

### A. Définition d'une déformation cervicale :

La définition d'une déformation cervicale reste ambiguë étant donné qu'il n'y a pas de consensus sur l'alignement cervical "normal".

Smith et al. [65](2014) ont initialement défini la déformation cervicale comme un angle C2-7 > 0° et un SVA C2-7 > 4 cm dans leur cohorte de déformations thoraco-lombaires.

Mais plus tard, le même groupe d'étude a proposé une cyphose C2-7 > 10° et un SVA C2-7 > 4 cm en se basant sur la corrélation avec la qualité de vie liée à la santé. [65]

Passias et al. [66] [67](2018) ont élargi la définition de la déformation cervicale comme suit:

#### Déformation cervicale :

- Cyphose cervicale : **angle de Cobb C2-7 > 10°**
- Scoliose cervicale : **angle de Cobb coronal > 10°**
- Déséquilibre sagittal cervical positif : **SVA C2-C7 > 4 cm**
- **T1S-CL > 10°,**
- Altération du regard horizontal : **CBVA > 25°.**

### B. Définition d'une déformation cervicale rigide :[68]

La flexibilité ou rigidité de la déformation est déterminée à l'examen clinique ou à partir des radiographies cervicales dynamiques. Une déformation est considérée rigide s'il n'y a pas de réduction de la cyphose sur les radiographies cervicales en extension, ou non corrigable à l'examen passive du cou.

### C. Analyse clinique : [7]

L'examen clinique est une étape primordiale afin d'évaluer le degré et la gravité de la déformation du rachis cervical ce qui va permettre d'adapter l'approche thérapeutique et faciliter les discussions sur les risques.

#### a. Interrogatoire :

L'évaluation initiale repose sur une anamnèse minutieuse à la recherche des ATCDs médicaux des patient et leur historique de suivi pour la spondylarthrite ankylosante, en particulier dans les cas impliquant des patients chirurgicaux à haut risque et fragiles.

La recherche des facteurs de risque favorisant la progression de la spondylarthrite reste une étape essentielle, le tabagisme, le sexe masculin, ainsi que la profession doivent être recherchés.

#### b. Examen général :

L'examen général débute par une inspection générale du patient. Le patient doit être observé dans des situations dynamiques et statiques. La posture doit être observée en position assise et debout à la recherche de la déformation. Ensuite, le regard horizontal est évalué étant un marqueur de sévérité de la déformation, en mesurant l'angle vertical menton–sourcil (CBVA ), c'un angle entre une ligne tracée du menton au sourcil et un angle vertical<sup>[69]</sup> sur une photographie du patient.

De plus des signes généraux doivent être cherché, notamment une dysphagie ou des difficultés respiratoire, qui peuvent être secondaires à l'altération de l'alignement cervical<sup>[70]</sup>

#### c. L'examen physique

Il repose en premier sur l'évaluation des amplitudes cervicales actives et passives (Flexion, Extension, inclinaison latérale et rotation du cou) toute diminution du degré d'amplitude permet d'évaluer l'étendue de la déformation<sup>[71]</sup>

Le mauvais alignement sagittal est un facteur important contribuant à la myéopathie cervicale.

Shimizu et al [72] ont trouvé une corrélation significative entre le degré de cyphose et le degré d'aplatissement de la moelle épinière entraînant une diminution de l'apport vasculaire et finalement une démyélinisation avec perte neuronale chez les petits animaux.

Farley et al. [73] ont observé une augmentation de la pression intramédullaire avec une cyphose supérieure à 51° chez les cadavres.

A l'examen, on recherche un trouble moteur (une faiblesse ou une paralysie) ou sensitif (insensibilité ou hyper-sensibilité. On cherchera aussi des signes neurologiques d'irritation de la moelle épinière (syndrome pyramidal) ainsi que des troubles vésico sphinctériens.

#### D. Analyse paraclinique :

##### 1. Radiographie standard et dynamique :

Après un examen physique et une historique médicale complète, chaque patient doit faire une radiographie standard et des radiographies cervicales dynamiques en flexion/extension. La radiographie standard permet de mesurer l'alignement cervical dans le contexte de paramètres critiques d'alignement global de la colonne vertébrale. [74]

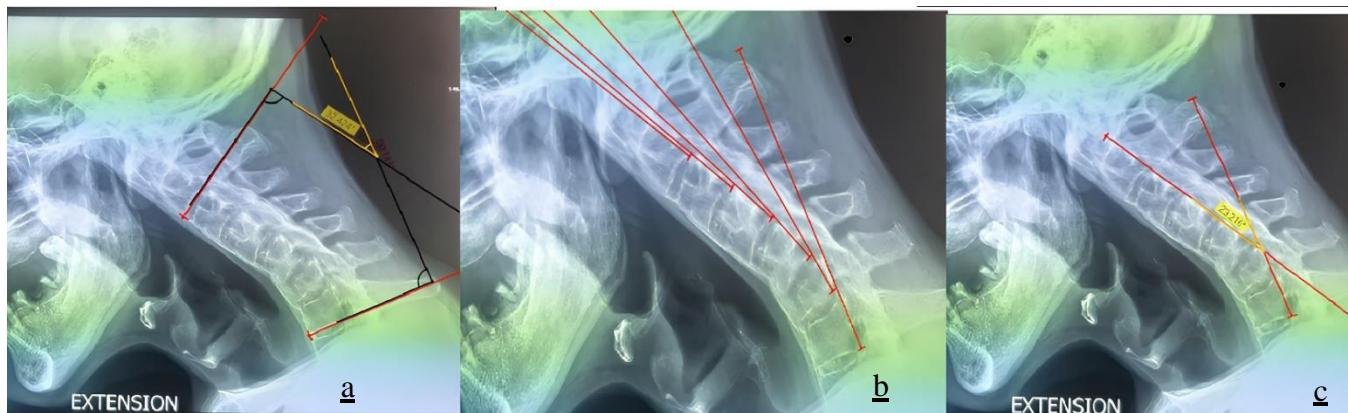


**Figure34 : Radiographies cervicales dynamiques en flexion (gauche) et en extension (droite).**

a. **Lordose cervicale : [75]**

La lordose cervicale (LC) est un paramètre important de l'alignement cervical. Il existe trois méthodes pour mesurer la LC : l'angle de Cobb, les lignes de contrainte physiologique de Jackson et la méthode de la tangente postérieure de Harrison.

- **Angle de Cobb (a)** : consiste à tracer une ligne parallèle à la plaque terminale inférieure de C2 ou s'étendant du tubercule antérieur de C1 au bord postérieur du processus épineux. Simultanément, une autre ligne est tracée parallèlement à la plaque terminale inférieure de C7. Pour déterminer l'angle, des lignes perpendiculaires sont ensuite tracées à partir de chacune des lignes susmentionnées, et l'angle de lordose cervicale est mesuré comme l'angle formé à l'intersection de ces lignes perpendiculaires. [75]
- **Les lignes de contrainte physiologique de Jackson (b)** : on trace une paire de lignes parallèles aux surfaces postérieures des vertèbres C-7 et C-2. Par la suite, l'angle formé par ces deux lignes est mesuré avec précision. [76]
- **La méthode de la tangente postérieure de Harrison (c)** : Cette méthode consiste à tracer des lignes parallèles aux surfaces postérieures de chaque vertèbre cervicale, de C-2 à C-7. Les angles segmentaires individuels sont ensuite additionnés pour calculer l'angle de courbure total du cou. [77]



**Figure 35 : Montre les trois différentes mesures de la lordose cervicale chez notre patient n°1**

La Lordose cervicale a une tendance à augmenter avec l'âge pour compenser la cyphose thoracique et la lordose lombaire (LL) réduite. [78] De nombreuses études ont révélé une large gamme de lordose cervicale en fonction de l'âge et du sexe.

**Tableau V :Valeurs normales de lordose cervicale chez les 2 sexes de différents tranches d'âge chez les adultes asymptomatiques d'après la littérature. [79]**

Age	Homme (°)	Femme (°)
20-25	16± 16	15± 10
30-35	21 ± 14	16± 16
40-45	27 ± 14	23 ± 17
50-55	22 ± 15	25 ± 11
60-65	22 ± 13	25± 16

#### b. Axe vertical sagittal cervical (C2-C7 Sagittal Vertical Axis - SVAc- )

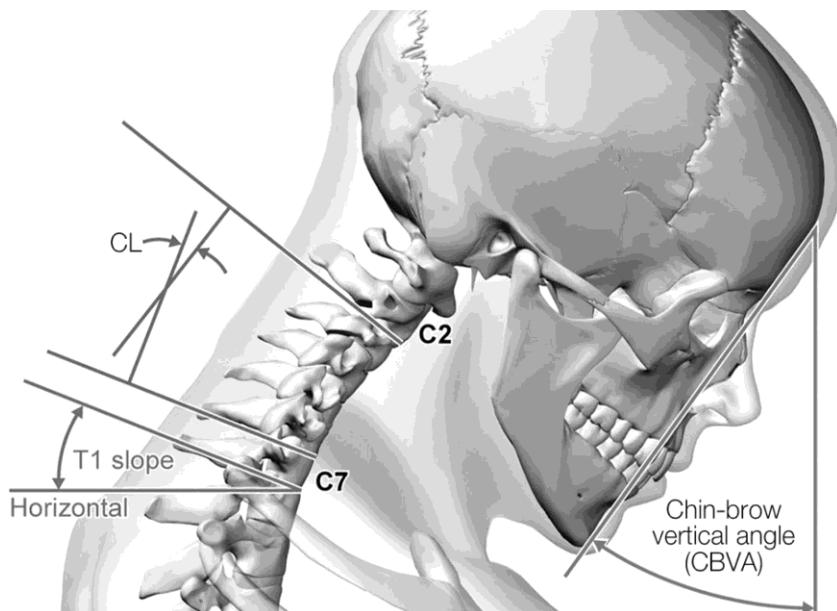
La translation de la colonne cervicale dans le plan sagittal est principalement mesurée par SVAc. La SVAc peut être mesurée par la distance entre une ligne verticale passant par le centre de C2 et la ligne horizontale passant par le coin postérosupérieur du corps vertébral C7

De nombreuses recherches ont été réalisées afin de définir une plage normale pour le SVA, mais jusqu'à maintenant il n'y a toujours pas de consensus. Les valeurs normatives ont

été estimées à  $1,5 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$  [7] [80], ainsi que pour Hardacker et al. [81], qui ont déterminé que un SVA C2–C7 normal était d'environ  $16,8 \pm 11,2 \text{ mm}$ , ou doit être  $< 40\text{mm}$ . Cependant elle est impactée par une déformation thoraco-lombaire si concomitante, qui doit être aussi prise en charge.

c. **Angle Vertical Menton Sourcil (Chin Brow Vertical Angle -CBVA-)**

Le CBVA est l'angle permettant de mesurer le regard horizontal, il est formé par la ligne diagonale reliant le menton du patient au sourcil, et la ligne verticale partant du sourcil. [82]



**Figure36 : Illustration des mesures de la colonne cervicale : Angle vertical menton-sourcil (CBVA) et Pente T1.[79]**

On note que le CBVA est corrélé avec la sévérité et rigidité de la déformation, puisque la perte du regard horizontal a un impact significatif sur les activités quotidiennes et la qualité de vie globale. [69]

Malgré l'absence d'une définition d'un CBVA normal, une étude faite en 2016 par Lafage.R et Al [83] a défini un angle vertical du menton sourcil normal et tolérable entre  $-4,7$  et  $17,7^\circ$ .

Dans le cas de spondylarthrite ankylosante avec ankylose cervicale, les patients ayant un angle vertical menton–sourcil compris entre  $-10^\circ$  et  $10^\circ$  avait un meilleur regard horizontal.

[69]

d. **Pente T1 (T1 slope -T1S-)**

La pente T1 est un repère contemporain et extrêmement important pour évaluer l'équilibre sagittal global de la colonne vertébrale et constitue un problème critique comme la relation entre l'incidence pelvienne et la lordose lombaire. [84]

C'est l'angle entre la ligne passant par le bord supérieur de la vertèbre T1 et une ligne de référence horizontale.

Oe et al [85] ont constaté qu'un  $T1S > 40$  degrés ou un  $T1S-CL > 20$  degrés est corrélé à une altération de la qualité de vie liée à la santé.

Ainsi Diebo et al. [86] ont trouvé d'après une étude de l'alignement cervical nécessaire pour maintenir le regard horizontal, qu'un regard normal était accompagné d'un  $T1S-CL$  compris entre  $17,5^\circ$  et  $22,2^\circ$ .

De plus, Staub et al [87] ont démontré que le  $T1S$  peut aider à prédire la lordose cervicale idéale pour un patient avec déformation cervicale : **CL=T1S-16,5° $\pm$  2°**.

e. **TIA-NTA :**

Lee et Al [88] ont introduit deux paramètres permettant aussi l'étude de l'alignement cervicale, c'est l'angle d'inclinaison du cou (Neck Tilt Angle (NTA)) et l'angle d'entrée thoracique (Thoracic Inlet Angle (TIA))

L'inclinaison du cou (NTA) a été définie comme un angle entre deux lignes, provenant de l'extrémité supérieure du sternum, l'une étant une ligne verticale et l'autre la reliant avec le centre du plateau supérieur de T1. Le NTA est l'équivalent de l'inclinaison pelvienne. [88]

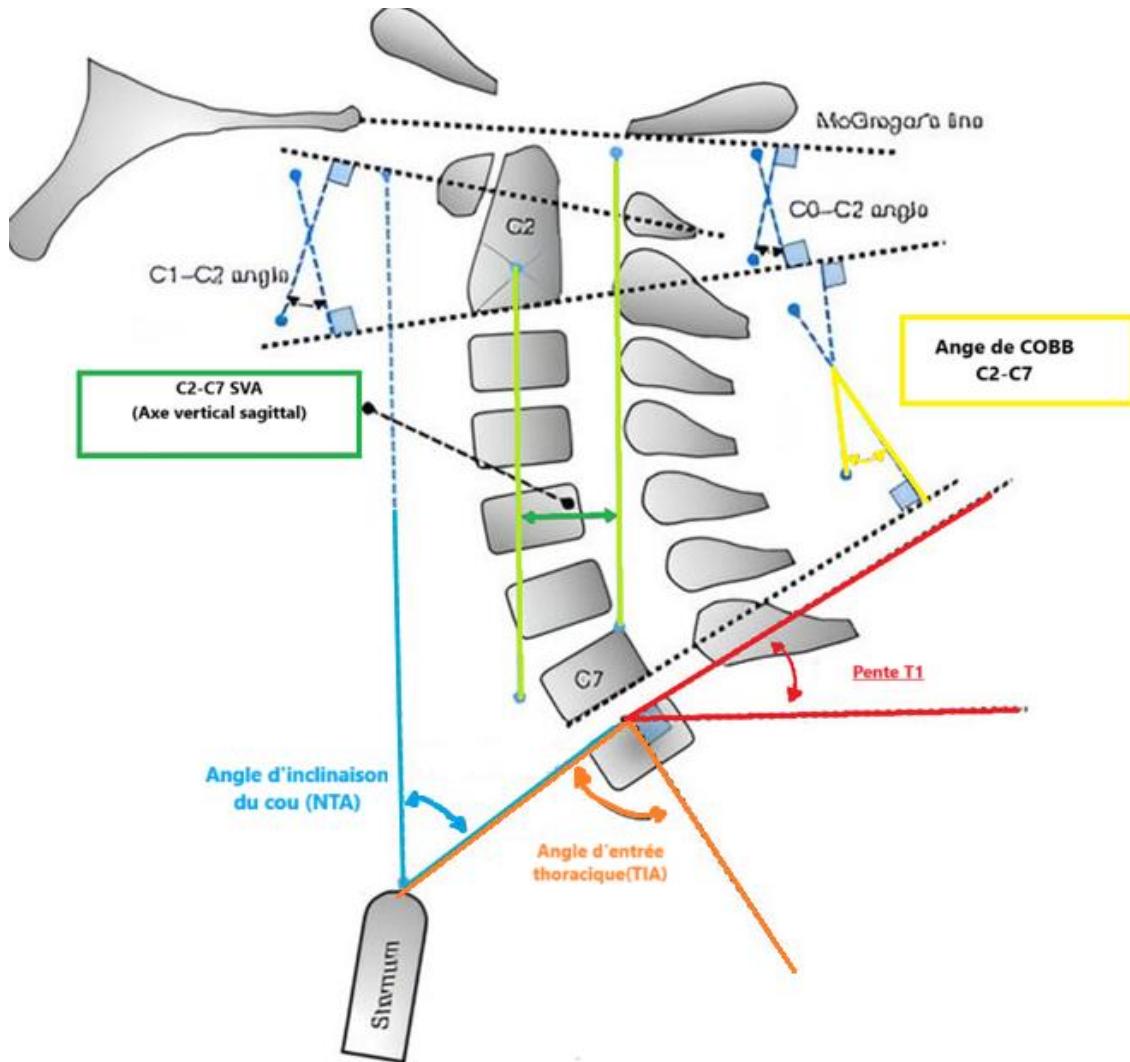
L'angle d'entrée thoracique (TIA) a été défini comme l'angle entre une ligne provenant du centre du plateau inférieur de T1 et perpendiculaire au plateau inférieur T1 et une ligne partant du centre du plateau inférieur de T1 à l'extrémité supérieure du sternum. Le TIA a été décrit comme une relation entre les vertèbres T1 et le sternum. C'est l'équivalent de l'incidence pelvienne (PI-Pelvic Incidence) pour la colonne cervicale. [89]

Une formule a été démontré géométriquement reliant la pente T1 (T1S), l'angle d'inclinaison du cou (NTA) et l'angle d'entrée thoracique (TIA) :

$$\text{TIA} = \text{T1S} + \text{NTA} \quad [90]$$

Lorsque le T1S change de manière significative, le TIA et NT s'adaptent de manière à ajuster les changements subits. Cela permet de maintenir l'équilibre de la partie supérieure de la colonne vertébrale avec des changements minimes. [91]

Cette relation est similaire au concept de la colonne thoraco-lombaire: PI=SS+PT, basé sur l'équilibre distinct entre le crâne et la colonne cervicale, et influencé par la forme et l'orientation de l'entrée thoracique. [88]



**Figure 37 : Différents paramètres de la colonne cervicale pour la mesure de l'alignement sagittal cervical. -Journal of Spine Surgery -[92]**

f. **Corrélation entre les différents paramètres d'alignement cervical et d'alignement globale: [93]**

Afin de maintenir un équilibre stable de l'ensemble de la colonne vertébrale, en cas de défaut de courbure cervicale, l'équilibre est compensé par une interaction avec les différentes courbures et les structures sus et sous-jacentes.

Cela suggère que les changements primaires se produisent dans les structures de la colonne cervicale (tête et colonne thoracique), puis par les structures plus distales.

Dans le cas de cyphose cervicale ( $C2-7 < 0^\circ$ ), les paramètres de mouvement tels que la pente de C2 et l'amplitude de mouvement (ROM Range Of Motion) de C0-2 et C1-2 augmentent pour maintenir une vision horizontale, tandis que la pente T1 (T1S) et la cyphose thoracique diminuent, entraînant un réalignement postérieur de l'ensemble de la colonne.

En revanche, en cas de lordose cervicale ( $C2-7 > 0^\circ$ ), la courbure lordotique est déjà bien maintenue, ce qui conduit à une réduction compensatoire du mouvement du segment supérieur de la colonne cervicale. Dans ce cas, la pente de T1 (T1S) et la cyphose thoracique augmentent, entraînant un réalignement antérieur pour maintenir l'équilibre.

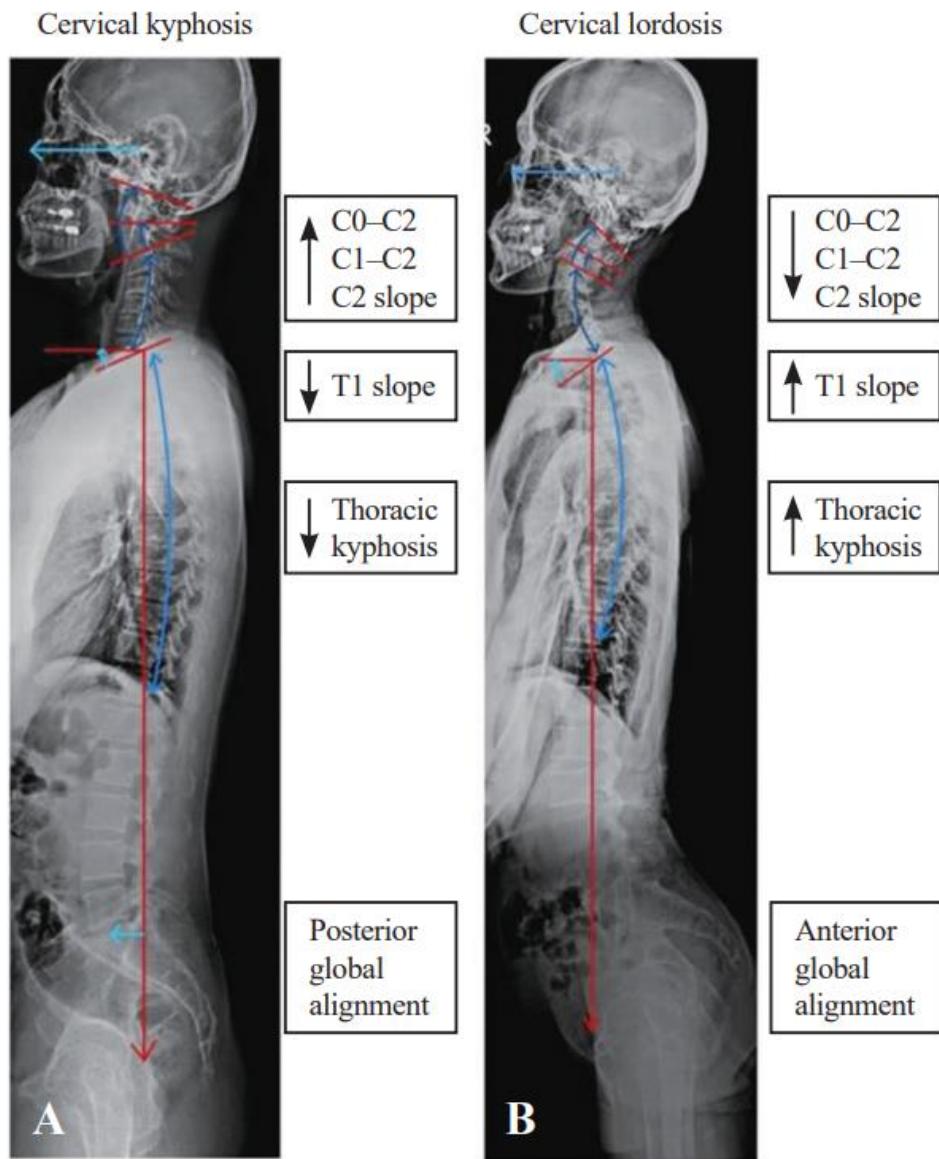


Figure 38 : Cette figure illustre la différence d'alignement global de la colonne vertébrale entre les patients présentant une cyphose cervicale et ceux ayant une lordose. L'augmentation et la diminution de l'angle C0-C2, de l'angle C1-C2, de la pente C2 et T2, de la cyphose thoracique et de l'alignement global pelvien vont dans des directions opposées entre les groupes de cyphose cervicale et de lordose. [93]

## 2. Tomodensitométrie cervicale :

Les tomodensitométries de la colonne cervicale avec reconstructions sagittales et coronales sont également utiles pour déterminer la présence d'une fusion ou d'une ankylose des articulations facettaires et des disques, et permettent d'évaluer les points de fixation tels que C2 et les pédicules thoraciques supérieurs, [94] afin de fournir des détails anatomiques pour la planification de l'instrumentation.

De plus le scanner permet de détecter ou éliminer une fracture du rachis cervical. La réalisation systématique d'un scanner devant toute déformation cervicale est primordiale afin de guider la planification chirurgicale.

## 3. IRM :

Enfin, une IRM est utile pour comprendre l'emplacement et la gravité de toute compression de la moelle épinière ou des racines nerveuses.

De plus l'IRM pourrait jouer un rôle dans la prédition et donc prévention contre l'évolution chronique vers l'ankylose totale. [ 36] [95]

## VII. Prise en charge :

### 1. Indication : [96][97]

Jusqu'à maintenant, les indications de la correction chirurgicale des déformations cervicales ne sont pas encore bien élucidées.

Dans le cadre de spondylarthrite ankylosante les indications de la chirurgie correctrice sont :

- Déformation intolérable :
  - Douleur mécanique intense.
  - Déformation « menton sur poitrine ».
  - Difficulté à maintenir le regard horizontal vers l'avant.
- Déficit neurologique.
- Atteinte des voies respiratoires.
- Dysphagie œsophagienne.
- Instabilité associée à une fracture.

### 2. Objectifs du traitement chirurgical : [7] [98]

L'intervention chirurgicale en cas de déformation cervicale vise la décompression de la moelle en premier lieu, puis à corriger la déformation en restaurant l'alignement cervical normal, à restaurer le regard horizontal, et surtout à prévenir les complications.

### 3. Planification chirurgicale :

La planification chirurgicale repose en 1<sup>er</sup> sur l'alignement globale et régional de la colonne vertébrale, ainsi que l'état neurologique du patient.

Selon Tan et AL [99], 7 paramètres doivent être pris en considération lors de la planification chirurgicale de la CSD :

- Présence de compression neurologique.
- Flexibilité de la déformation.

- Présence d'ankylose.
- Localisation de la déformation.
- Intervention chirurgicale antérieure.
- Présence de modifications dégénératives aux niveaux vertébraux proximaux/distaux.
- État médical général.

#### 4. Le choix thérapeutique :

L'expertise du chirurgien ainsi que la gravité et la forme de la déformation cervicale détermineront les techniques d'ostéotomie appropriées à utiliser. La flexibilité de la déformation affecte en gros sur la planification de la chirurgie. Avec une rigidité croissante, la nécessité d'une libération chirurgicale des structures rigides augmente, tout comme le caractère invasif de la procédure, le recours à des ostéotomies avancées et les risques chirurgicaux.

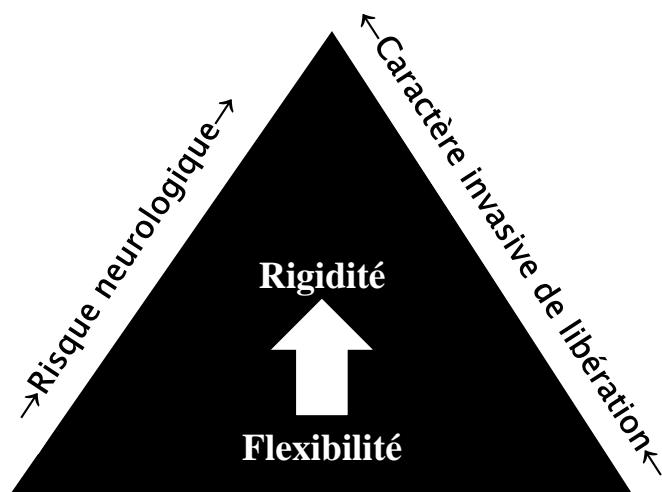
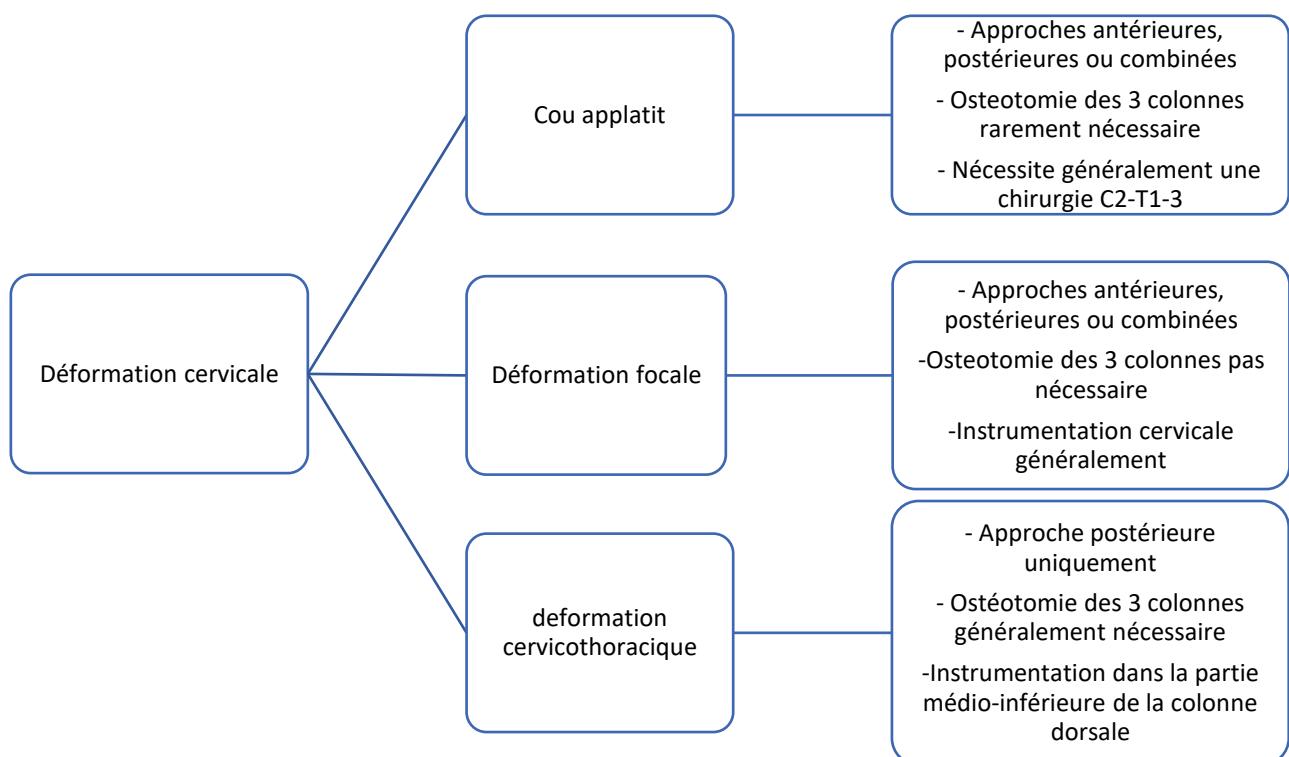


Figure39 : Interdépendances de flexibilité, nécessité d'une libération chirurgicale et risque neurologique associé,

## Comment choisir la technique chirurgicale ?

Selon la classification de Koller, la chirurgie combinée antérieure/postérieure était plus fréquente chez les patients présentant des déformations de type A, tandis que la chirurgie postérieure était plus fréquente chez les patients présentant des déformations de type C. Les déformations de type C nécessitaient également les ostéotomies de la plus haute qualité pour une correction adéquate de la déformation.

Cependant une stratégie chirurgicale et une sélection au niveau chirurgical ont été proposées par KIM et Al, comme ci-dessous :



**NB :** Ostéotomie des 3 colonnes : –Ostéotomie de Soustraction pédiculaire

–Résection de la colonne vertébrale

## Quelles sont les valeurs de corrections souhaitées en postopératoire ?

En 2017, une étude faite par Passias et Smith et AL [100] , permettant de guider la correction de la déformation après la classer selon la classification d'Ames. Pour cela tous les patients de l'étude ont été évalués pour les différents paramètres d'alignement cervical selon le descripteur de déformation primaire d'Ames.

**Tableau VI : Présente les paramètres d'alignement sagittal cervical préopératoire et 3 mois en postopératoire pour chaque descripteur de déformation selon la classification Ames-ACD .**

Paramètre	Descripteur de déformation d'Ames				
	Temps	C	CT	T	S
SVA	Preop	40.70	17.10	-13.22	-9.00
	3M	30.91	49.05	7.00	34.60
T1 slope	Preop	24.79	43.45	57.78	26.83
	3M	30.23	37.35	51.67	33.40
T1S-CL	Preop	34.95	43.05	47.22	15.50
	3M	25.15	30.83	28.89	24.25
CL	Preop	-11.03	0.40	10.33	7.50
	3M	3.54	7.11	22.78	13.25
SVAc	Preop	36.56	62.55	71.33	32.50
	3M	33.90	42.72	53.22	36.2

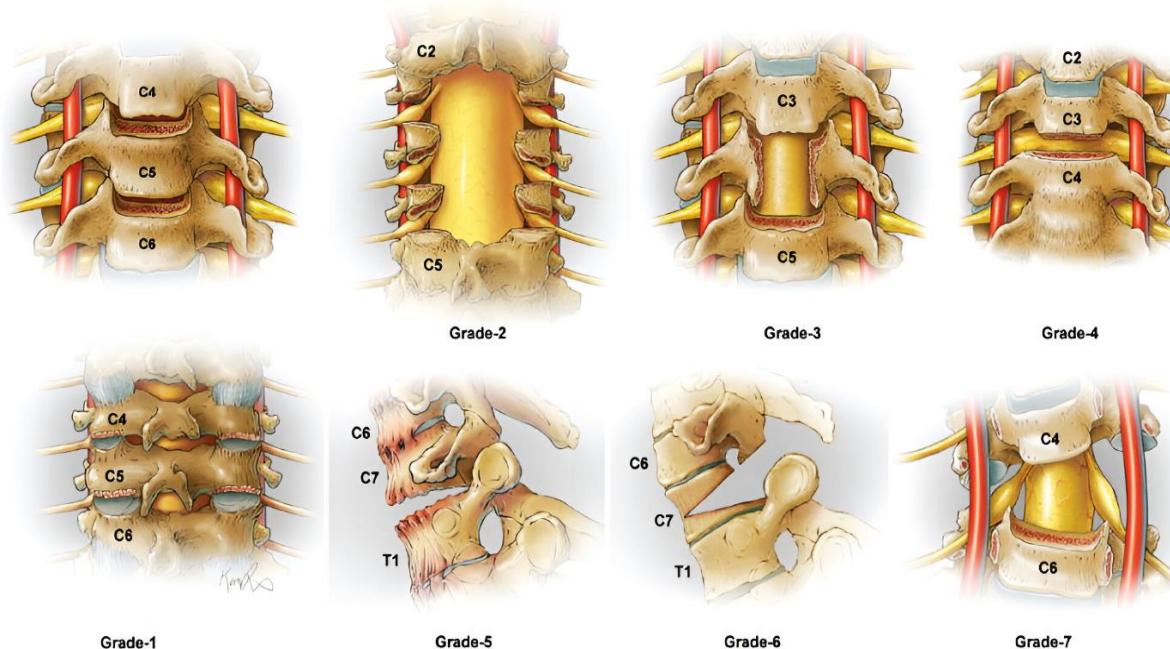
## 5. Technique chirurgicale :

Afin de bien choisir la méthode de correction la plus appropriée dans le cas des déformations rigides fixes, le niveau d'ankylose permet de guider le choix thérapeutique. [101]

En cas de déformations rigides ankylosées, les patients peuvent nécessiter soit une ostéotomie antérieure avec instrumentation postérieure, soit une ostéotomie postérieure avec libération antérieure et instrumentation postérieure, soit une ostéotomie de soustraction pédiculaire.

Chez les patients non ankylosés, il est possible qu'ils ne nécessitent qu'une libération antérieure avec ou sans fusion postérieure, en fonction de leur stabilité.

Ames et al [41] ont classé les ostéotomies cervicales en sept catégories et l'ostéotomie appropriée doit être sélectionnée en fonction du degré de correction nécessaire et de la rigidité de la déformation.



**Figure 40: Les sept grades d'ostéotomies cervicales offrant des degrés progressifs de déstabilisation et de correction. [41]**

### 5.1. Abord antérieur :

#### a) Corporectomie cervicale antérieure et fusion :

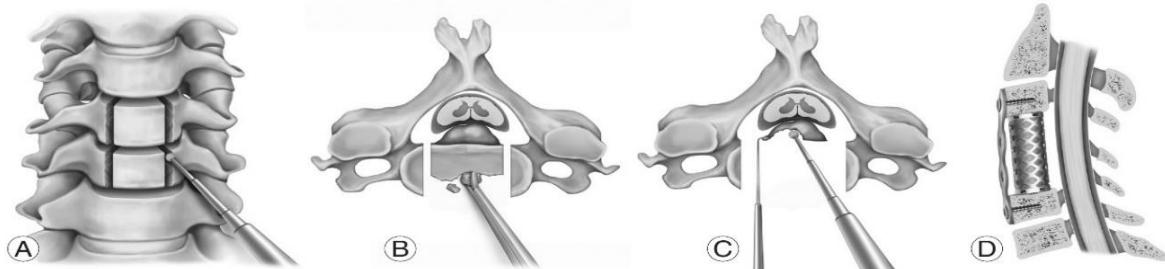
Selon Ames et Al [41], ostéotomie de grade 3 permet la correction de la déformation sagittale et de décomprimer le canal rachidien et les foramens neuraux en cas de compression antérieure derrière le corps vertébral, comme dans le cas d'ossification du ligament longitudinal postérieur et de déformation cyphotique avec alignement de la ligne K (-).[102]

L'ACCF (Anterior Cervical Corpectomy and Fusion) consiste en une résection complète du corps vertébral, y compris les disques adjacents, ensuite une reconstruction grâce un greffon osseux ou une cage extensible est généralement requise pour stabiliser la colonne vertébrale et faciliter l'arthrodèse. [103]

Une discectomie cervicale antérieure est réalisée au-dessus et en dessous du niveau de corporectomie prévu(Fig.34A/B). Une pince-rongeur Leksell est utilisée pour retirer le corps vertébral jusqu'à la partie postérieure du corps vertébral, qui est retirée avec une fraise à grande vitesse.(Fig.34C) Le ligament longitudinal postérieur restant est ensuite réséqué.

Il existe plusieurs options pour la greffe dans le site de la corporectomie, notamment la crête iliaque, le péroné ou une cage. Il est essentiel de s'assurer que la greffe n'est pas si profonde qu'elle empiète sur le canal rachidien. Une plaque cervicale antérieure doit être mise en place pour empêcher la migration de la cage/greffe.(Fig.34D)\_ Il est important de noter que la corporectomie cervicale antérieure réalisée à plus de 2 niveaux présente un taux de pseudarthrose très élevé et qu'une fixation postérieure doit donc être réalisée dans ces

situations. Le patient doit être immobilisé dans un collier cervical dur pendant 4 à 6 semaines pour favoriser la fusion.



**FIGURE 41 : PROCÉDURES CHIRURGICALES D'UNE CORPORECTOMIE CERVICALE ANTÉRIEURE AVEC FUSION. [104]**

⇒ Complications : [105]

Principales complications et risques	Mesures préventives
<b>Lésion du nerf laryngé récurrent</b>	Toujours l'identifier en utilisant une approche correcte / utiliser un neurostimulateur pour l'identifier et le protéger / utiliser un petit écarteur non agressif pour éviter de le blesser
<b>Nerfs sympathiques et ganglion stellaire</b> <b>Syndrome de Horner</b>	Éviter de disséquer latéralement le long du longus olli et garder la dissection sous-périostée
<b>Lésion de l'artère vertébrale lors de la corpectomie</b>	Utiliser les processus unciformes comme limites latérales pour éviter d'aller latéralement Le scanner préopératoire peut identifier une artère vertébrale aberrante.
<b>Lésion de la moelle épinière pendant la décompression</b>	Les structures osseuses doivent être amincies autant que possible jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une fine coquille d'œuf à retirer à l'aide d'un micro rongeur.
<b>Hématome rétro pharyngé</b>	Hémostase doit être très prudente Utilisation d'un drain Surveillance pendant au moins 6 h après l'opération heures minimum
<b>Instabilité/non-fusion du greffon</b>	Préparer les plaques terminales très méticuleusement et retirer tout le cartilage Utiliser un greffon de taille appropriée

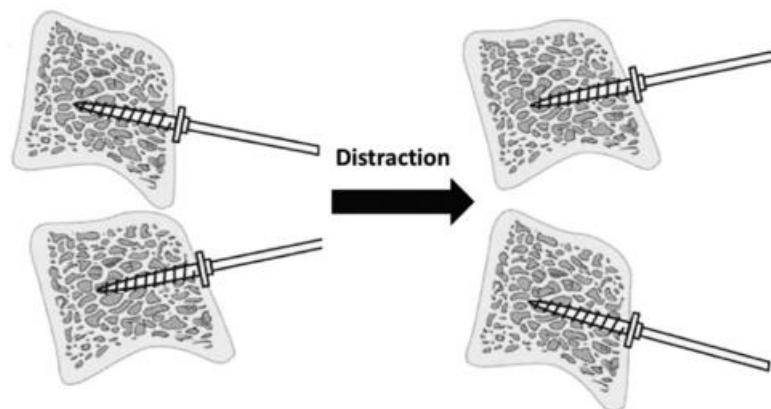
b) Ostéotomie antérieure :[106] [107]

C'est une technique de correction puissante applicable à toute la colonne cervicale, elle consiste en une résection osseuse antérieure à travers le foramen transversaire de manière bilatérale.

Les ostéotomies de grade 4 [41] peuvent être particulièrement utiles pour la correction de la déformation chez les patients présentant une colonne antérieure complètement ankylosée.

Les ostéotomies antérieures symétriques peuvent être utilisées pour les déformations du type « menton sur poitrine » tandis que les ostéotomies antérieures asymétriques peuvent aider dans les déformations du type « oreille sur épaule »

Elle est particulièrement indiquée dans le cas de **cyphe fixe de la colonne cervicale moyenne** où une ostéotomie de soustraction pédiculaire serait contre indiquée en raison de l'artère vertébrale [108], qui pourrait entraîner une pliure de l'artère et compromettre le flux sanguin cérébral. De plus cette approche permet aussi la décompression de la racine nerveuse en présence d'une sténose foraminale ostéophytique sévère. [109]



---

**FIGURE42 : LES BROCHES DE CASPAR SONT INITIALEMENT PLACÉES PERPENDICULAIREMENT À LA SURFACE ANTÉRIEURE DE LA COLONNE CERVICALE CYPHOTIQUE, ET LA DISTRACTION BROCHES MAXIMISE LA QUANTITÉ DE LORDOSE OBTENUE.[106]**

### **Technique chirurgicale :**

Cette technique a été décrite par Kim et al[107].

Après l'installation en décubitus dorsal avec un support sous la tête, des pinces Gardner-Wells sont placées avec une traction de 2,2 kg pour stabiliser la tête. La dissection est réalisée selon l'approche Smith-Robinson. Une fois le niveau discal de l'ostéotomie antérieure prévue identifié, des broches de Caspar peuvent être placées perpendiculairement à la colonne cervicale antérieure pour induire une lordose lorsque la distraction est effectuée à l'aide du distracteur de Caspar. (Fig 43)

En cas de déformation cyphotique, l'ostéotomie doit être réalisée de manière symétrique pour éviter d'induire une déformation coronale. S'il y a une déformation coronale, une résection asymétrique de l'os peut faciliter la correction de la déformation coronale.

Une fois l'ostéotomie réalisée, la correction de la déformation se produit lorsque le chirurgien applique une légère pression sur le front à travers le champ. D'autres méthodes pour induire une lordose comprennent la mise en place d'un élévateur de Cobb dans le site d'ostéotomie avec rotation ou l'utilisation d'écarteurs intersomatique de Cloward avec des espaces de disques séquentiellement plus grands.

La correction de la déformation est complète si l'occiput touche la table opératoire, mais si elle est insuffisante, l'équipe d'anesthésie peut placer soigneusement un drap plié sous l'épaule du patient pour éléver la tête afin qu'elle puisse être poussée plus en arrière, afin de fournir une lordose supplémentaire et la traction cervicale via une mentonnière ou des étriers de Gardner Wells peut être augmentée à 11.36 kg. Si la déformation a été corrigée complètement, une plaque cervicale antérieure avec des vis à angle fixe est alors placée, mais si la correction est incomplète, un greffon osseux trapézoïdale dans la partie antérieure du site d'ostéotomie. Ensuite une cage autonome fixée avec une seule vis, ou un

vis d'interférence ou une plaque de contrefort peuvent être utilisée pour empêcher l'extrusion du greffon pendant la phase postérieure. (Fig43:C).



**Figure 43 :A-B/ Illustration montrant la correction de la cyphose cervicale en poussant le front vers le bas en distracteur simultanément avec les distracteurs Caspar. C/Plaque de Contrefort avec une seule vis pour empêcher l'extrusion du greffon[107]**

Les patients sont presque toujours placés dans un collier cervical dur pour immobilisation pendant 4 à 6 semaines afin de favoriser la fusion.

⇒ Complications : [105]

**Principales complications et risques**

**Complications neurologiques**

**Dysphagie**

**Lésion de l'artère vertébrale**

**Déformation iatrogène**

**Mesures préventives**

Foraminotomie antérieure au niveau de l'ostéotomie

Évaluation oto-rhino-laryngologique approfondie avant la chirurgie, temps opératoire judicieux et efficace < 2 h temps de rétracteur sur l'œsophage

Imagerie avancée préopératoire et utilisation peropératoire du Penfield #2 pour protéger l'artère vertébrale en identifiant le bord latéral de l'unciforme

Mise en place soigneuse de la broche de Caspar, préparation de la plaque vertébrale et contour du greffon

c) Complications des approches antérieures :

Les complications communes liées à l'approche cervicale antérieure comprennent la dysphagie, la paralysie des cordes vocales et les lésions trachéales / œsophagiennes. La dysphagie est généralement transitoire et peut être traitée par une courte cure de stéroïdes lorsqu'elle est grave.

Des complications moins courantes incluent les lésions de l'artère vertébrale, de la moelle épinière ou de la racine nerveuse, les fuites de LCR et les problèmes tardifs, notamment l'infection de la plaie, la défaillance de l'instrumentation, l'affaissement du greffon et la pseudarthrose. Les infections de plaie sont généralement rares pour les procédures antérieures, mais le risque global est peut-être plus élevé lorsqu'elles sont utilisées en association avec une approche postérieure. La précaution devrait être prise pour éliminer l'espace mort en fermant plusieurs couches et en ajoutant de la poudre de vancomycine dans la plaie.

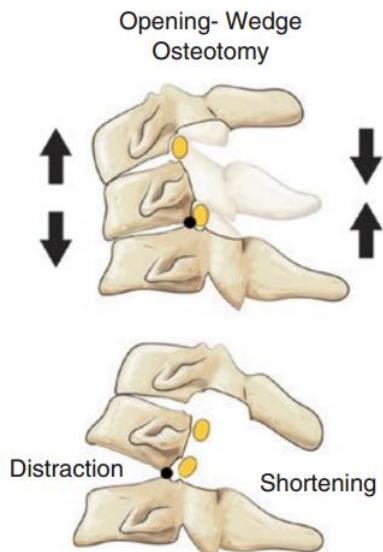
Les taux de pseudarthrose devraient être relativement faibles, en hypothèse, après une ostéotomie antérieure à condition qu'une fixation postérieure soit complétée.

**5.2. Abord postérieur :**

a) Ostéotomie d'ouverture en coin ( Opening Wedge Osteotomy -OWO-)

Classée ostéotomie grade 5 selon Ames et AL [3] , méthode de correction de déformation cervicale spécifiquement conçue pour les patients souffrant d'ankylose cervicale diffuse. L'objectif initial de cette technique était de corriger la déformation du menton sur la poitrine chez les patients souffrant de spondylarthrite ankylosante.

Cette technique a été décrite par M.R. Urist [6] en 1958. En règle générale, l'ostéotomie de grade 5 comprend une laminectomie inférieure de C6, de la lame C7 entière et de la partie supérieure de la lame T-1. [81] Les racines nerveuses de C-8 sont généreusement décomprimées pour éviter toute compression lors de la fermeture de l'ostéotomie. Elle diffère d'une SPO (ostéotomie de Smith-Petersen) en ce qu'une fracture ostéoclastique se crée lors de la fermeture de l'ostéotomie pour allonger la colonne vertébrale antérieure.



⇒ Technique chirurgicale

Après **installation et positionnement** du patient, déjà sous anesthésie générale, sur table Jackson et fixation de la tête sur têteière de Mayfield.

Une **incision** est réalisée au niveau cervical et au niveau thoracique supérieur, ensuite la **fixation pédiculaire** est placée au-dessus et en dessous du C7. La fixation C2 peut être réalisée à l'aide de vis pédiculaires, pars ou translaminaires si nécessaire. Les vis de masse latérales sont placées bilatéralement à C3, C4 et C5, et les vis pédiculaires sont placées bilatéralement à T2, T3 et T4. Des vis à C6 ou T1 peuvent être placées selon que des points de fixation plus proximaux ou distaux sont nécessaires.

L'OWO débute par une **laminectomie C7 complète**. La lame et le processus épineux sont retirés, qui doivent servir de greffe osseuse locale plus tard. Des **laminectomies partielles de la lame inférieure C6 et de la lame supérieure T1** sont également réalisées afin d'éviter la compression de la moelle épinière après la fermeture de l'ostéotomie. Les processus épineux des vertèbres C6 et T1 sont laissés intacts si possible.

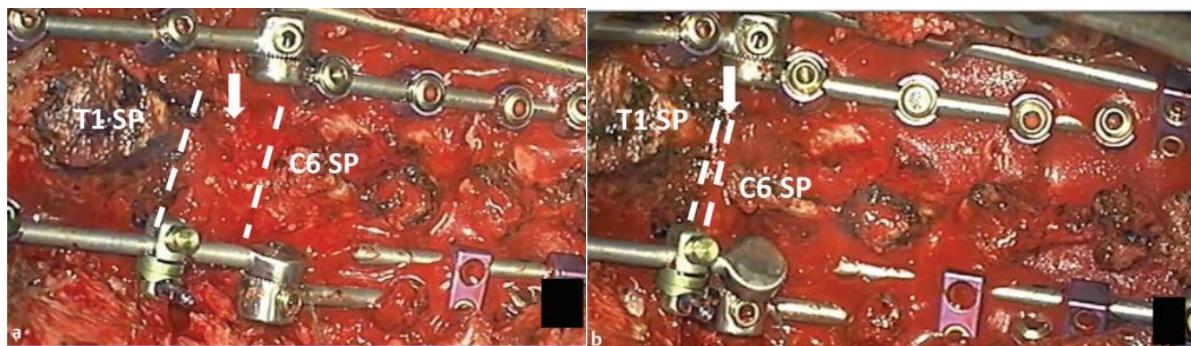
Par la suite, les articulations facettaires C7-T1 sont enlevées de manière bilatérale en utilisant une combinaison de la pince rongeur de Leksell et d'une fraise à grande vitesse,

incluant le processus articulaire inférieur de C7 et le processus articulaire supérieur de T1. Les pédicules T1 doivent également être clairement exposés afin qu'il n'y ait pas de facette en surplomb crâniale par rapport au pédicule, qui risquerait de comprimer la racine C8 lors de la fermeture de l'ostéotomie. Le pédicule C7 est également retiré à l'aide d'une fraise à grande vitesse et d'un rongeur Leksell pour éviter la compression de la racine nerveuse C8 lors de la fermeture de l'ostéotomie. Les racines nerveuses C8 sont complètement exposées, clairement visibles et exemptes de compression.

Par la suite la tige est courbée selon la courbure souhaitée, puis fixée aux vis pédiculaires thoraciques.). Après une extension du col réalisée, les racines C7 et C8 doivent être soigneusement examinées pour détecter tout signe d'impaction. Une résection osseuse supplémentaire peut être nécessaire si les racines C7 et C8 ne sont pas complètement libres. Souvent, une tige temporaire est placée sur le site d'ostéotomie pour éviter une subluxation ou une fermeture prématuée de l'ostéotomie.

Au fur et à mesure que la tête est progressivement étendue pour fermer le site d'ostéotomie, la tige doit s'engager dans les têtes de vis des vis des masses articulaires cervicales latérales préalablement placées. Des capuchons de verrouillage sont placés pour fixer la tige aux vis au fur et à mesure que la tête est étendue. Des tiges à charnières alternatives peuvent être utilisées pour faciliter la fermeture de l'ostéotomie. (Figure 38)

Une fois la déformation corrigée, les signaux de **Neuromonitoring** sont vérifiés pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de changement. Des radiographies latérales sont ensuite obtenues pour évaluer le degré de correction et l'alignement global de la colonne cervicale. Pour assurer l'arthrodèse, on utilise souvent une autogreffe locale provenant des résections osseuses



**Figure 44 : photos peropératoires démontrant l'ostéotomie (a) pré-fermeture et (b) post-fermeture à l'aide de tiges articulées. (SP : processus épineux) [110]**

L'hémostase est ensuite réalisée en préparation de la fermeture de l'ostéotomie et de la correction de la déformation.

⇒ **Avantage :**

L'opération est relativement simple et sécurisée.

L'angle d'ostéotomie à segment unique peut être bien contrôlé sur le plan sagittal.

L'axe de charnière est situé dans la colonne médiane, la contraction de la moelle épinière est courte et l'angle d'ostotomie est grand.

Plus adapté aux déformations sagittales sévères.

⇒ **Complications : [105]**

Principales complications et risques	Mesures préventives
Congestion veineuse grave de la tête/des yeux	Placer le patient en position anti-Trendelenburg
Paralysie de la racine nerveuse C8	Coupe des pédicules C7/T1 avant la fermeture de l'ostéotomie
Lésion de la moelle épinière	Résection large des éléments postérieurs
Translation sagittale/coronale pendant la réduction	Utiliser des vis thoraciques monoaxiales et appliquer une tension adéquate aux tiges temporaires
Cicatrices chéloïdes	Utiliser des sutures de tension et des agrafes chirurgicales
Instabilité postopératoire/mauvaise qualité osseuse	Réaliser une ACDF au niveau de l'ostéotomie

b) Ostéotomie par soustraction du pédiculaire (Pedicle Subtraction Osteotomy -PSO- ) [105]

En cas de déformation cervicale cyphotique grave et fixe, l'ostéotomie de soustraction du pédicule cervical peut être la technique privilégiée pour la correction de la déformation.

Classée grade 6 selon Ames et AL, consiste en ablation complète des éléments postérieurs, y compris la lame, le processus épineux et les facettes, suivie de l'ablation des pédicules et de la création d'un coin de fermeture dans le corps vertébral.

La PSO est privilégiée au niveau de la jonction cervico-thoracique vu que le diamètre du canal est plus petit au niveau de la colonne cervicale supérieure et moyenne, une lésion iatrogène au niveau cervical inférieur peut épargner les extrémités supérieures, et la PSO cervicale inférieure permet d'éviter les artères vertébrales qui pénètrent dans le foramen transversal au niveau de C6.

⇒ Technique chirurgicale :

Après anesthésie générale et intubation orotrachéale, le patient est installé sur une table Jackson avec des cales de position sous zone de pression (épaules-bassin – jambes). Une **incision est réalisée de C2 jusqu'à l'apex thoracique**. Ensuite, une dissection sous-périostée des muscles paravertébraux est effectuée pour exposer les apophyses épineuses, la lame et les masses latérales de la colonne cervicale, ainsi que la lame et les apophyses transverses de la colonne thoracique.

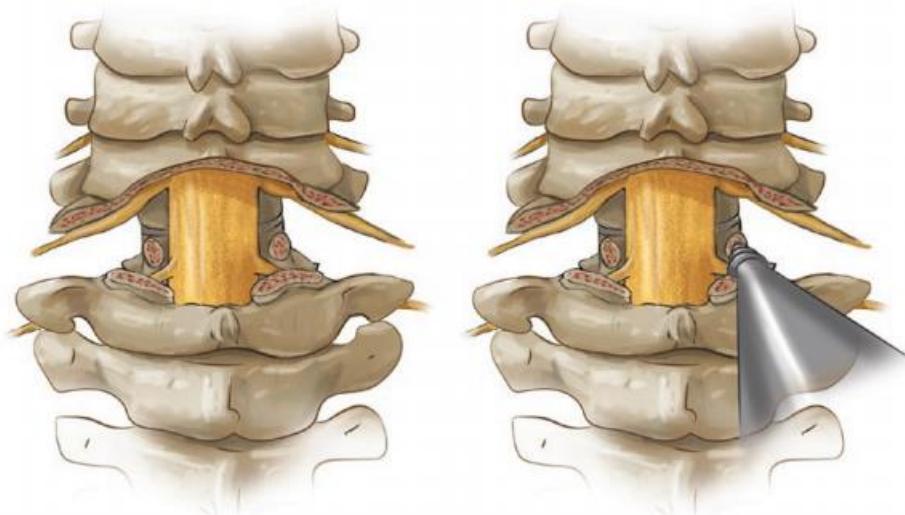
Par suite l'**instrumentation** est procédée au niveau la colonne vertébrale avec des **vis pédiculaires C2**, des **vis pédiculaires ou des masses latérales C3–6** et des **vis pédiculaires dans la colonne thoracique**. Les vis pédiculaires C2 sont placés par la suite sous visualisation directe du pédicule et sans fluoroscopie. Pour les vis de masse latérale, l'utilisation à nouveau de la technique à main levée et les points d'entrée typiques (au milieu de la masse latérale). Pour les vis pédiculaires C3–6, l'insertion est guider par l'amplificateur de brillance. Les vis pédiculaires thoraciques sont insérées à main levée et le placement correct des vis est confirmé aussi par une imagerie scopique. L'étendue caudale de la fusion est choisie en

fonction de l'étendue de la cyphose thoracique. Si la cyphose thoracique est normale, la construction est terminée à T3 afin d'avoir trois points de fixation sous l'ostéotomie prévue (à C7). Si la cyphose thoracique est importante, une terminaison inférieure est sélectionnée pour incorporer l'apex de la cyphose thoracique.

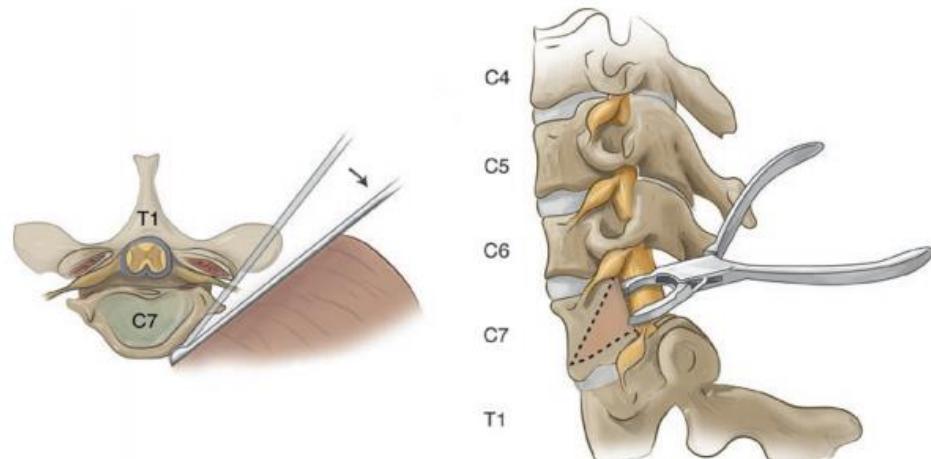
L'ostéotomie, commence par une **laminectomie C7 et des facetectomies bilatérales C6/7 et C7/T1** (Figure 45). Avec suivi latéral les racines nerveuses C7 et C8 et **squelettisation du pédicule C7**. Des tarauds de taille croissante sont utilisés pour éliminer bilatéralement le pédicule C7 (Figure 45), suivis d'ostéotomes et de curettes à pousser vers le bas pour **compléter un coin de 30°**.

Après la dissection du bord latéral du corps vertébral C7 avec le Penfield n° 1, la paroi latérale et la colonne médiale sont retirées (Figure 46). Puis ajustement de la tête dans le support de tête afin **de fermer l'ostéotomie** (Figure 47)

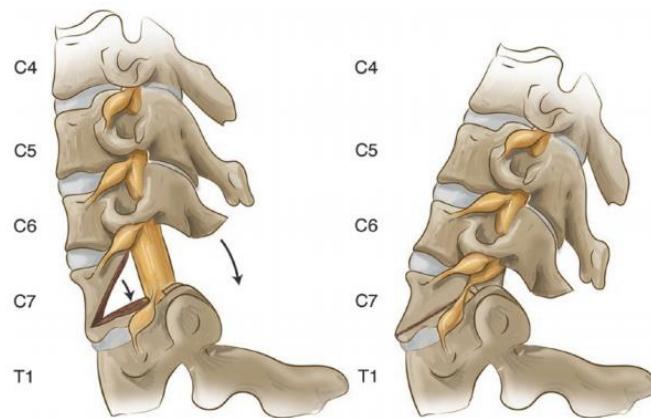
En dernier temps **des tiges en cobalt-chrome sont pliées et mises en place** du haut vers le bas de la construction, avant **la fermeture de tous les plans**.



**Figure 45 : Étapes initiales de la PSO C7 : laminectomie complète et facetectomies bilatérales pour exposer les racines nerveuses C7 et C8 sont représentées à gauche. À droite, la Suppression du pédicule C7 avec des taraudages séquentiels**



**Figure 46 : Identification du bord latéral du corps vertébral C7 (à gauche) et ablation des parois latérales (à droite)**



**Figure 47 : Fermeture de C7 PSO [105]**

⇒ Avantage :

La grande surface de contact de l'ostéotomie peut prévenir la spondylolisthésis et l'instabilité de la colonne vertébrale.

Possibilité de réduire le risque de lésion du ligament longitudinal antérieur et des vaisseaux sanguins.

L'axe de charnière est situé dans la colonne antérieure.

Plus adapté pour un léger déséquilibre sagittal.

⇒ Complications : [105]

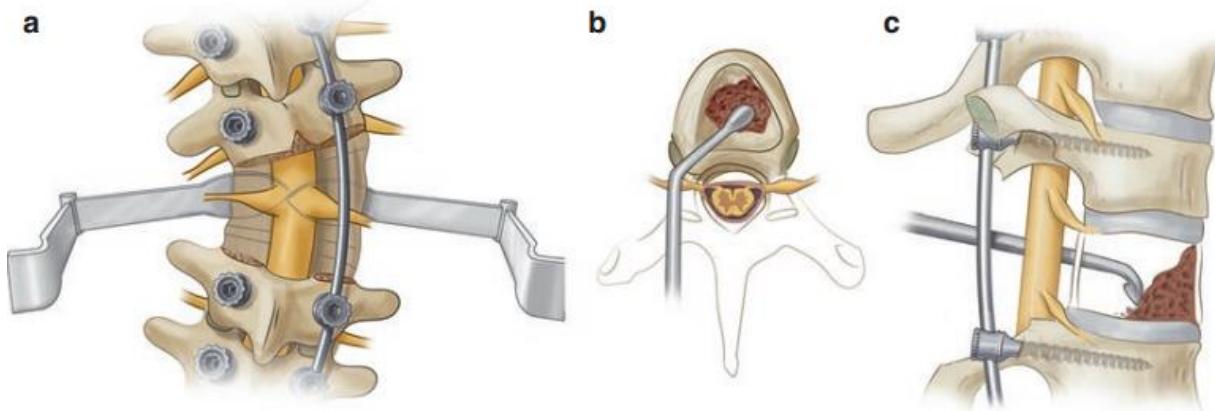
Principales complications et risques	Mesures préventives
<b>Complication médicale (p. ex., pneumonie, thrombose veineuse profonde)</b>	Transfert en unité de soins intensifs et surveillance post-opératoire.
<b>Pseudarthrose</b>	Utilisation de protéines osseuses morphogénétiques (BMP), d'autogreffe locale et d'allogreffe pour l'arthrodèse.
<b>Infection de la plaie</b>	Antibiotiques préopératoires.
<b>Déficit neurologique</b>	Neuromonitoring (potentiels évoqués moteurs et sensoriels, EMG) .

### 5.3. Abord combiné [111]

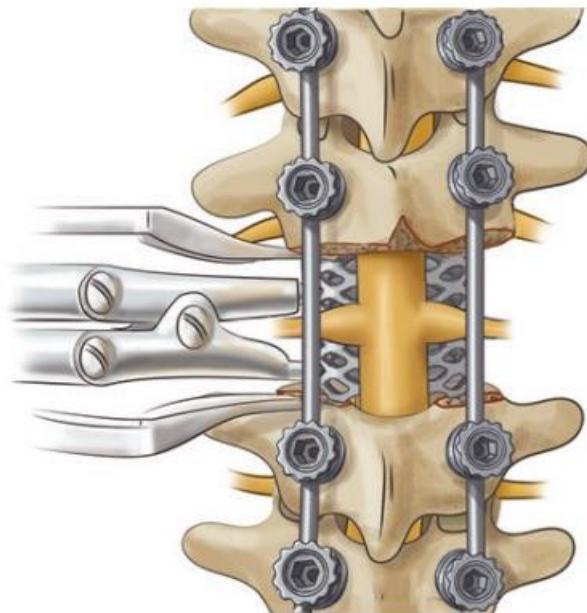
Dans des cas de déformations complexes et sévères, une approche antéro-postérieure peut être indiquée pour une bonne correction plus significative que l'approche postérieure seule, à noter que des études ont montré que l'abord combiné a permis de fournir des résultats égaux ou meilleur qu'une PSO isolée avec une perte sanguine plus ou moins modérée.

La résection de la colonne vertébrale VCR (Ventral Column Resection) nécessite une approche antéro-postérieure combinée pour l'ablation complète d'un ou plusieurs corps vertébraux, des disques adjacents et des éléments postérieurs (lame, complexe facettaire, pédicules). Une reconstruction antérieure et postérieure ultérieure est nécessaire. Elle permet une libération et déstabilisation complète des segments et donc offre un potentiel de correction significative des déformations multiplanaires.

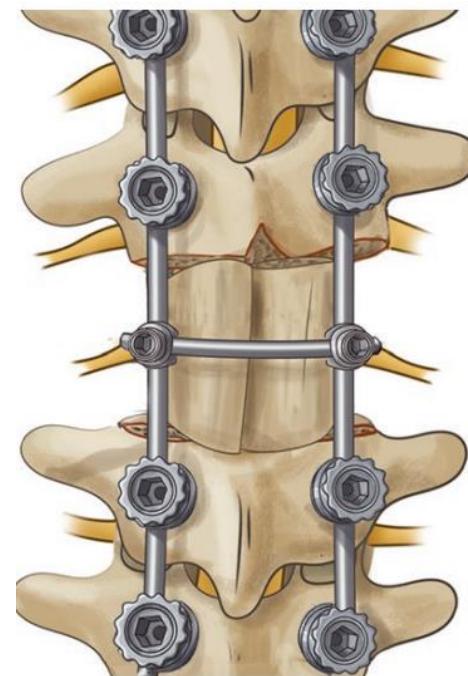
Ces techniques ont non seulement permis de corriger l'alignement sagittal, mais surtout, ont permis d'améliorer les résultats fonctionnels chez les patients présentant des déformations gravement invalidantes. Cependant les études concernant cette technique sont restreintes en raison de leur complexité par rapport aux structures neurovasculaires associées et à la morbidité associée.



**Figure 48 : Vue postérieure après une costo-transversectomie bilatérale, laminectomie, facetectomie, retrait du pédicule, placement temporaire de tige et placement de rétracteurs en cuillère bilatéraux. (b) Illustration latérale et (c) axiale de la décanalisation du corps vertébral à l'aide d'un curette. [105]**



**Figure 49 : Illustration postérieure de la mise en cage via un approche latérale postérieure. [105]**



**Figure 50 : Illustration postérieure de l'instrumentation finale après correction de la déformation, fermeture de l'ostéotomie et mise en place d'autogreffes. [105]**

⇒ Complications : [105]

Principales complications et risques	Mesures préventives
Lésions neurologiques : Transitoires / Permanentes	Maintenir les MAP >80 mmHg, Neuromonitoring+++
Fracture des tiges	Utilisez quatre tiges sur tout le site de VCR.
Infection de la plaie	Poudre de vancomycine intrasite. Respect méticuleux des règles stériles.
Complications respiratoires	Tests de la fonction pulmonaire préopératoires. Prévenir l'œdème pulmonaire.
Perte de sang excessive (> 3 L)	Agents anti-fibrinolytiques

## VIII. Discussion des résultats clinico–paracliniques :

### 1. Evolution

L'évolution dans notre série progressive, le délai moyen était de 8 ans et demi ;

Pour McMaster [9] l'évolution était aussi progressive d'une moyenne de 16ans allant de 9 à 35ans.

Cette durée longue d'évolution est bien expliquée par la physiopathologie de la progression structurale lors d'une atteinte par spondylarthrite ankylosante de l'inflammation chronique jusqu'à la formation du tissu cicatriciel et enfin la fusion (ankylose). [112]

### 2. Etiologie :

Dans notre série l'étiologie de la déformation rigide du rachis cervicale était la spondylarthrite ankylosante chez tous les patients, soit à 100% .

Dans la littérature d'autres étiologies de la déformation menton–poitrine ont été rapportés, notamment en post-laminectomie, post–traumatique, en post–infection et l'arthrite psoriasique.

Ainsi la spondylarthrite ankylosante reste la cause principale, 6 séries sur 11 ont noté une prévalence de la SPA à 100% et 2 série une prévalence plus de 60 % ,Tokala et al. [53] ont rapporté la SPA comme cause à 62.5% et Lee et al. [114] à 71.4%

**Tableau VII : répartitions des étiologies selon les séries.**

	Nbre patient	Etiologie		
		SPA	Autres	
<b>McMaster et al. (1997) [13]</b>	15	15	100%	-
<b>Belanger et al. (2005) [113]</b>	26	26	100%	-
<b>Simmons et al. (2006) [51]</b>	131	131	100%	-
<b>Langeloo et al. (2006) [52]</b>	16	16	100%	-
<b>Tokala et al. (2007) [53]</b>	8	5	62.5%	37.5%Arthrite psoriasique
<b>Deviren et al. (2011) [57]</b>	11	1	9.1%	Autres
<b>Lee et al. (2012) [114]</b>	7	5	71.4%	14.3% post-infectieuse 14.3% idiopathique
<b>Kim et al. (2014) [107]</b>	61	13	21%	36% post traumatique 13% post laminectomie 25% dégénérative 3% Klippel–Feil 2%Dystrophie musculaire
<b>Tobin et al. (2017) [115]</b>	4	1	25%	50% post traumatique 25% post laminectomie
<b>Meng et al. (2020) [59]</b>	7	7	100%	-
<b>Notre série</b>	3	3	100%	-

### **3. Clinico- PARACLINIQUE :**

L'examen clinique chez nos patients a mis en évidence, un syndrome rachidien, retrouvé chez tous les patients, cela concorde avec les séries des patients opérés pour des déformations cervicales rigides, qui présentaient aussi le syndrome rachidien à 100% dans toutes les séries.

La déformation sévère « Menton sur poitrine » a été rapportée dans 8 séries, la nôtre inclue, avec un pourcentage plus de 60% dans 6 séries.

Les complications en préopératoire, ont étaient rapportées dans toutes les séries précédentes, les fractures sont présentes dans 5 séries, dysphagie dans 4 séries, la dépression dans une série, la myélopathie dans une série.

**Tableau VIII: Comparaison des données clinico–paraclinique avec la littérature.**

Les auteurs	Nb patient	Sd Rachidien	Perte du regard .	Menton sur poitrine sévère	AUTRES		
					Dysphagie	Fracture	AUTRES
Urist [10]	1	100 %	100 %	100 %	ND	ND	-
Simmons[51]	131	100 %	100 %	10.6 %	11.4%	26% (dont 63% en C7)	Dépression
McMaster[13]	15	100 %	100%	6%	6%	20%	-
Mehdian [116]	1	100 %	100 %	100 %	100 %	-	-
Langeloo [52]	16	100 %	100 %	-	-	54%	-
Mummaneni [55]	1	100 %	100%	100 %	100 %	C5–6 fracture	-
Tokala[53]	8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Deviren [57]	11	100 %	100%	64%	-	-	9% myéopathie
Adam L. Wollowick[ 117]	1	100 %	100 %	100 %	-	C7 fracture	-
Notre Serie	3	100%	67%	67%	-	-	100% retrait social

#### 4. Classification :

Selon la classification d'AMES on a classé nos patient comme ci-dessous :

		Patient 1		Patient 2		Patient 3	
Descripteur de la déformation	Modificateur de l'axe vertical sagittal (SVA)	C	« 2 »	C	« 1 »	C	« 2 »
	Modificateur du regard horizontal		« 2 »		« 2 »		« 0 »
	Modificateur de lordose cervicale		« 2 »		« 2 »		« 0 »
	Modificateur de myélopathie		« 0 »		« 0 »		« 0 »
	Modificateur de classification SRS-Schwab		N/0/0/0		N/0/0/0		N/0/0/0

#### 5. Traitements chirurgicaux :

Dans notre série 100% des cas ont été traités par voie postérieure par la technique d'ostéotomie par soustraction pédiculaire en C7.

Dans la littérature plusieurs techniques ont été impliquées dans le traitement des déformations cervicales rigides. Cependant l'abord postérieur était privilégié.

En 1958, Urist [10] a décrit la technique d'ostéotomie en coin d'ouverture pour prendre en charge la déformation rigide de son patient, mais il avait recours à une anesthésie locale chez un patient assis et éveillé.

Mehdian et AL [116] ont rapporté une ostéotomie cervicale réalisée chez 13 patients atteints de déformation sévère sur SPA. Une autre série de 15 patients qui rapportaient une altération du champ visuel ont été pris en charge par une ostéotomie postérieure (OWO)

En outre, une seule série abordant l'approche antérieur faite par Han Jo Kim et al, dont 17 patients de 2000 à 2010 ont été traité par ostéotomie antérieure seule.

Quant à Mummani [55], il avait recours à une approche combinée pour ses patients

Tokala [53] était le premier à décrire la technique d'ostéotomie de soustraction pédiculaire cervicale.

Ainsi que les séries les plus récentes qui se sont mis d'accord sur la technique PSO pour les déformations cervicales rigides. Deviren .v et Al [57]ont reporté une série de 11 patients traités par ostéotomie de soustraction pédiculaire . Pour la série d'A.L. Wollowick et al [117] qui a traité aussi son patient qui s'est présenté avec une déformation « menton sur poitrine » avec SPA par PSO.

## **6. Evaluation post opératoire :**

On se basant sur d'autres séries de patients présentant des déformations cervicales rigides sur SPA. L'abord postérieur était privilégié vue les résultats qu'il avait apportés.

McMaster et AL[13] ont opté pour une ostéotomie d'extension pour 15 patients se présentant pour une sévère déformation cervicale, une correction moyenne de la courbure cervicale de **54°** a été rapporté avec une restauration du regard horizontal chez tous les patients.

Simmons et al [51] ont rapporté la plus grande série d'ostéotomies d'extension cervicale par une ostéotomie en coin d'ouverture pour spondylarthrite ankylosante dans la littérature. Dans leur rapport de 131 patients âgés de plus de 36 ans, des corrections angulaires ont été rapportées par l'angle menton-sourcil, une correction moyenne de l'angle menton-sourcil de **44°** a été notée (de 52° à 8° en postopératoire).

Tokala et al [53]ont rapporté une correction moyenne de la lordose cervicale de 52,5° et une correction moyenne de 35° de l'angle vertical menton-sourcil, pour 8 patients traités par une ostéotomie de soustraction pédiculaire.

Pour Deviren et AL [57] qui ont rapporté une série de 11 patients ayant été traité par une ostéotomie de soustraction pédiculaire dont 10 patients en C7 alors qu'un seul en T1. Le CBVA était corrigé d'une moyenne **36,2°**, pour le déséquilibre sagittal cervical il a été corrigé par une moyenne de **3,4 cm**.

Shin et AL[58] ont rapporté une correction de la lordose cervicale estimé d'une moyenne de **49,4°** et une correction de l'axe sagittal vertical de **52mm** en moyenne pour 12 patients ayant subi une ostéotomie de soustraction pour déformations cervicales rigides suite à une SPA.

**Tableau IX: Comparaison de nos résultats avec la littérature :**

		Cobb angle			SVA			CBVA		
		Pré-op	Posto p	Correctio n	Pré-op	Posto p	Correctio n	Pré-op	Posto p	Correctio n
<b>McMaster[13]</b>	OWO	-23 (10-45)	31 (5-50)	54°	-	-	-	-	-	-
<b>SIMMONS[51]</b>	OWO	-	-	-	-	-	-	52	8	44°
<b>Kim [107]</b>	AO	18	-5	23°	-	-	-	-	-	-
<b>Langeloo[52]</b>	OWO	-	-	33.5	-	-	-	42° (30-70°)	5° (0-15)	37°
<b>Tokala[53]</b>	PSO	15 (10-30)	45 (18-50)	52,5 °	-	-	-	41 (16-60)	6 (7-18)	35°
<b>Deviren [57]</b>	PSO C7 :10 T1 :1	-25.8	24.1	49,6	79	45	34mm	39.9	3.7	36.2
<b>SHIN [58]</b>	PSO C7 :8 T1 :4	-30.2	19.2	49.4	84	32	52mm	-	-	-
<b>Meng et Al[59]</b>	PSO C7	-26.3	5.4	31.7	66	30	36mm	43.7	0.9	42.8
<b>Notre Serie</b>	PSO C7	-	-	35.7 7	-	-	48mm	-	-	18.5 7

## **7. Complications :**

La déformation cervicale sur SPA est un défi nécessitant une planification rigoureuse. De plus cette correction chirurgicale impliquant une ostéotomie d'extension est une procédure techniquement exigeante et difficile.

Dans notre série un seul patient (33% des cas) a présenté un lâchage de sutures nécessitant une re-hospitalisation, sans signe d'infection, alors que d'autres séries ont rapporté une infection en postopératoire, avec le plus grand pourcentage de 25% dans la série Tokala[53].

Les complications neurologiques mineures comprenaient plusieurs cas de faiblesse postopératoire transitoire avec récupération spontanée. Il y a eu un grand nombre de patient présentant de troubles sensoriels C-8, la majorité se résolvant en quelques semaines ou mois.

D'autres complications comprenaient une dysphagie postopératoire transitoire qui se résorbait généralement en quelques semaines, elle a été rapportée par McMaster[13], Mummaneni [55]et Deviren [57]

La pseudarthrose était une complication rare qui pourrait être liée à une subluxation tardive au site d'ostéotomie. Simmons et al. [51]ont signalé 6 pseudarthroses survenant chez 131 patients, et McMaster [13] a trouvé 2 cas de pseudarthrose chez 15 patients. Dans les deux séries, les patients chez qui des pseudarthroses se sont développées ont été traités sans fixation interne.

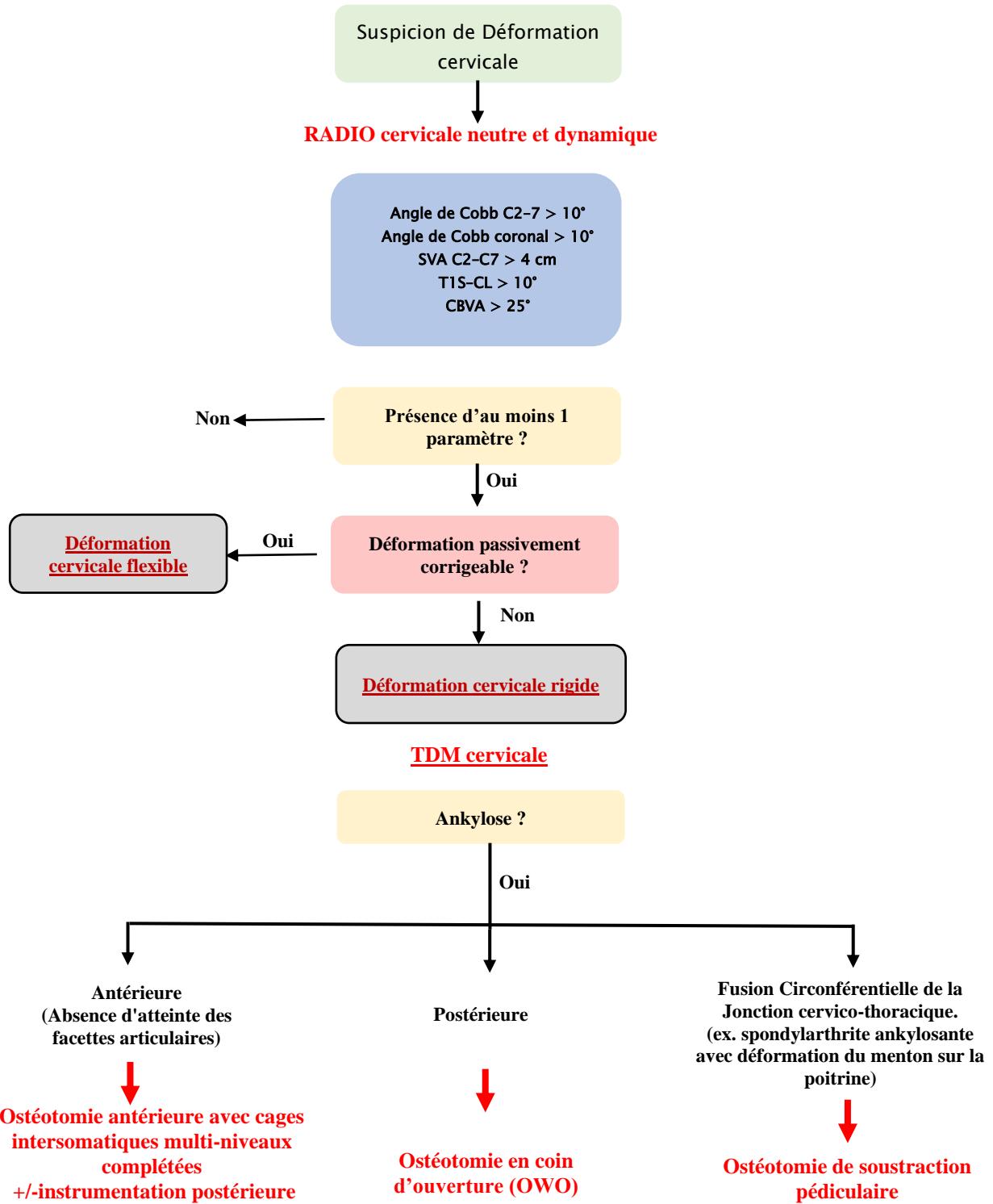
Cinq décès ont été signalé dans la période postopératoire (dans les 3 mois) dans toute les séries de patients citées, avec 4 décès dans la série de Simmons et al [51].Cependant notre série ne rapporte aucun décès.

**Tableau X : Les complications post opératoires.**

AUTEUR	Abord	Saignement (ml)	Décès	Trble Neuro	Infection Sur site	Dysphagie transitoire	Pseudarthrose	Fracture	Pneumonie	Lâchage de sutures
Urist[10]	POST	ND	-	Radiculopathie C8	-	-	-	-	-	-
Mcmaster[13]	POST	ND		20%	6%	20%	13%	-	-	-
Simmons[51]	Post	ND	3%		11%	-	4.5%	-	-	-
Langeloo [52]	POST	ND	6%	56%	12.5%	-	-	-	-	-
Tokala[53]	POST	2400ml		37.5% Radiculopathie C8 transitoire	25%	-	-	-	-	-
Mummaneni[55]	Combinée	ND	6.7%	-	6.7%	3%	3%	-	-	-
Deviren [57]	POST	1100ml	-	-	-	9%	-	9%	18%	-
Adam L. Wollowick[117]	POST	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Kim et al [107]	ANT	188.8ml	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
<b>Notre serie</b>	POST	500ml	-	-	-	-	-	-	-	33%



Annexe1 : Algorithme de prise en charge de déformation cervicale rigide chez patient présentant une spondylarthrite ankylosante.





## CONCLUSION



La spondylarthrite ankylosante est une pathologie inflammatoire chronique qui touche essentiellement les articulations sacro-iliaques et la colonne vertébrale, mais son impact sur le rachis cervical peut entraîner des altérations structurales majeures, souvent associées à des déformations posturales, raideur et une perte de mobilité fonctionnelle, conduisant à une altération profonde de la qualité de vie des patients.

Bien que la chirurgie des déformations cervicales dans la spondylarthrite ankylosante soit complexe avec des risques associés, elle demeure une option thérapeutique cruciale pour les patients ayant développé des complications graves ou présentant une déformation fonctionnelle sévère.

Avec des approches plus personnalisées et des avancées technologiques, l'avenir de la prise en charge chirurgicale de ces patients semble prometteur. Néanmoins, un suivi multidisciplinaire est essentiel pour optimiser les résultats et minimiser les complications, tout en préservant la qualité de vie des patients. La recherche future doit se concentrer sur des traitements moins invasifs et sur la gestion précoce de la maladie pour prévenir les déformations cervicales graves.



## RÉSUMÉ

## Résumé

Les déformations complexes du rachis cervical dans le cas de spondylarthrite ankylosante sont une entité peu fréquente et très invalidante. Classiquement caractérisée par un syndrome rachidien fait de douleur intense, et pourrait être accompagnée d'une myélopathie et d'une radiculopathie. Sur le plan fonctionnel, les patients souffrent de limitation du regard horizontal, d'une restriction de la posture, d'un dysfonctionnement de la déglutition, et d'un retrait social.

Le diagnostic positif repose sur l'étude radiologique de l'ensemble des radiographies standard et dynamique, permettant l'analyse de l'alignement cervical et global.

Notre travail est une étude rétrospective des dossiers de 3 patients au service de Neurochirurgie du CHU Mohammed VI de Marrakech sur une période de 8 mois, allant de janvier 2024 à Aout 2024. Le but est d'évaluer la prise en charge ainsi que les résultats et les complications post chirurgicaux. Afin d'élaborer un arbre décisionnel pour guider et faciliter la prise en charge.

L'âge de nos patients était compris entre 50 et 51 ans avec une moyenne d'âge de 50.3 ans, et une exclusivité masculine de 100 %.

Tous les patients de notre série ont été pris en charge par voie postérieure, par la technique d'ostéotomie de soustraction pédiculaire en C7.

Le geste prévu a été effectué avec succès sans incidents per-opératoires. En postopératoire, 1 seul cas avait comme complication une cicatrice béante avec lâchage de suture, ayant été repris en charge au service.

L'évolution clinique a été jugé favorable chez tous les cas. Cette technique a permis une correction de la déformation cervicale chez nos 3 patients et restauration du regard horizontal et une amélioration de la qualité de vie liés à la santé.

## **Abstract**

Complex deformities of the cervical spine in the case of ankylosing spondylitis are a rare and highly disabling entity. Classically characterized by a spinal syndrome consisting of intense pain, it may be accompanied by myelopathy and radiculopathy. Functionally, patients suffer from limitations in horizontal gaze, postural restrictions, swallowing dysfunction, and social withdrawal.

The positive diagnosis relies on the radiological study of all standard and dynamic X-rays, allowing for the analysis of cervical and overall alignment.

Our work is a retrospective study of the records of 3 patients in the Neurosurgery department of CHU Mohammed VI in Marrakech over a period of 8 months, from January 2024 to August 2024. The aim is to evaluate the management as well as the results and postoperative complications, in order to develop a decision tree to guide and facilitate care.

The age of our patients ranged from 50 to 51 years, with an average age of 50.3 years, and a 100% male exclusivity.

All patients in our series were managed via a posterior approach, using the technique of pedicle subtraction osteotomy at C7.

The procedure was successfully performed without intraoperative incidents. Postoperatively, only one case had a complication of an open scar with suture failure, which was managed in the department.

Clinical evolution was deemed favorable in all cases. This technique allowed for correction of the cervical deformity in our 3 patients and restoration of horizontal gaze, as well as an improvement in health-related quality of life.

## ملخص

تعتبر التشوّهات المعقدة للعمود الفقري العنقـي في حالة التهاب الفقار المقوسـت كـياناً نادـراً جـداً وـذو إعاـقة شـديدة. يتمـيز عـادةً بـمتلازـمة عمـودـية تتـكون من أـلم شـدـيد، وقد تكون مـصحـوبة بـخلـل في النـخـاع الشـوـكي وـاعتـلال جـذـرـ الأـعـصـابـ. من النـاحـيـة الوـظـيفـيـةـ، يـعـانـيـ المـرـضـيـ من اـضـطـرـابـ فيـ النـظـرـ الأـفـقيـ، وـاضـطـرـابـ فيـ الـبـلـعـ، وـانـسـحـابـ اـجـتمـاعـيـ.

يعـتمـدـ التـشـخيـصـ غالـباً عـلـىـ الـدـرـاسـةـ الشـعـاعـيـةـ لـجـمـيعـ الأـشـعـةـ السـيـنـيـةـ الـقـيـاسـيـةـ وـالـدـيـنـامـيـكـيـةـ،ـ مماـ يـسـمـحـ بـتـحلـيلـ المـحـاذـاةـ العـنـقـيـةـ وـالـعـامـةـ.

لـقدـ أـجـرـيـنـاـ درـاسـةـ لـسـجـلـاتـ 3ـ مـرـضـيـ فـيـ قـسـمـ جـراـحةـ الأـعـصـابـ بـمـسـتـشـفـىـ مـحمدـ السـادـسـ الجـامـعيـ بـمـراـكـشـ عـلـىـ مـدـىـ 8ـ أـشـهـرـ،ـ مـنـ يـاـيـرـ 2024ـ إـلـىـ آـغـسـطـسـ 2024ـ.ـ الـهـدـفـ هوـ تـقـيـيمـ الرـعـاـيـةـ الـمـقـدـمـةـ وـكـذـلـكـ النـتـائـجـ وـالـمـضـاعـفـاتـ بـعـدـ الـجـراـحةـ.ـ وـذـلـكـ لـوـضـعـ شـجـرـةـ قـرـارـ لـتـوجـيهـ وـتـسـهـيلـ الرـعـاـيـةـ.ـ كـانـ عـمـرـ مـرـضـانـاـ يـتـرـاـوـحـ بـيـنـ 50ـ وـ51ـ عـاـماًـ بـمـتوـسـطـ عـمـرـ 50.3ـ عـاـماًـ،ـ مـعـ حـصـرـيـةـ ذـكـورـيـةـ بـنـسـبـةـ .100%

تمـتـ معـالـجـةـ جـمـيعـ الـمـرـضـيـ فـيـ سـلـسلـتـنـاـ عـنـ طـرـيقـ الطـرـيقـ الـخـلـفيـ،ـ باـسـتـخـدـامـ تـقـنـيـةـ اـسـتـئـصالـ الـعـظـمـ بـالـاستـئـصالـ الـجـذـعـيـ فـيـ C7ـ.

تمـتـ تـنـفـيـذـ الإـجـرـاءـ الـمـخـطـطـ بـنـجـاحـ دونـ حـوـادـثـ أـثـنـاءـ الـعـمـلـيـةـ.ـ فـيـ فـتـرـةـ ماـ بـعـدـ الـجـراـحةـ،ـ كـانـ هـنـاكـ حـالـةـ وـاحـدـةـ فـقـطـ تـعـانـيـ مـضـاعـفـةـ تـتـمـثـلـ فـيـ وـجـودـ نـدـبـةـ مـفـتوـحةـ مـعـ انـفـصـالـ فـيـ الغـرـزـ،ـ وـتـمـتـ إـعادـةـ معـالـجـتـهاـ فـيـ الـقـسـمـ.

تمـتـ تـقـيـيمـ التـطـوـرـ السـرـيرـيـ بـأـنـهـ إـيجـابـيـ فـيـ جـمـيعـ الـحـالـاتـ.ـ سـمـحـتـ هـذـهـ تـقـنـيـةـ بـتـصـحـيـحـ التـشوـهـ الـعـنـقـيـ لـدـىـ مـرـضـانـاـ الـثـلـاثـةـ وـاسـتـعـادـةـ النـظـرـ الـأـفـقيـ وـتـحـسـينـ جـوـدـةـ الـحـيـاةـ الـمـرـتـبـةـ بـالـصـحـةـ.



## Fiche d'exploitation

N° du dossier : .....

### I. Identité

– Age : .....  
– Sexe : Homme  Femme   
– Profession : .....  
– N° d'entrée : .....  
– Date d'entrée : .....  
– Date de sortie : .....

### II. Les antécédents

– médicaux : .....  
– chirurgicaux : .....  
– toxico-allergiques : .....

### III. Diagnostic d'entrée (motif d'hospitalisation) :.....

– Délai de consultation :.....  
  
– Mode d'admission : urgences · consultation · autre service :.....  
  
– Diagnostic de la SPA : · récent · ancien ( .....)  
⇒Lésions associées: · douleur fessière inflammatoire · Oligoarthrite  
· Atteinte lombaire · Talalgie du 1<sup>er</sup> pas  
· Atteinte oculaire · Autres .....

#### – Clinique

- Installation de la symptomatologie : Brutale · Progressive ·

#### ⇒signes fonctionnels

- Perte du regard horizontal ·
- Cervicalgie ·
- Raideur cervicale ·
- Déformation cervicale ·

⇒ Examen neurologique

- Névralgie Cervico-Brachiale
  - Syndrome rachidien :
    - Douleur à la palpation des épineuses
    - Limitation d'amplitude :
      - Distances menton-sternum .....
      - Distances menton-acromion..... Tragus-acromion.....
  - Syndrome lésionnel :
    - T. moteurs
    - T. sensitifs
    - Anomalie des ROT du MS .....
  - Syndrome sous-lésionnel :
    - T. moteurs
    - T. sensitifs
    - T. sphinctériens

## ⇒ Examen général :

- Trouble de déglutition
  - Trouble respiratoire

## IV. Examens radiologiques

#### – Radio du rachis

- Normale .
  - Syndesmophytes .
  - Mise au carré des vertèbres .
  - Erosion du coin supérieur de la vertèbre (spondylite de Romanus) .
  - Fracture vertébrale . (.....)
  - Aspect de « colonne en bambou » .
  - Pincement discal .
  - Rectitude cervicale .
  - Mesure de l'alignement cervical :

1. Mesure de la lordose cervicale C2-C7 : .....
2. Evaluation sagittale globale : . Axe vertical sagittal C2-C7 : .....
- . Pente T1(T1slope) : .....
- . Angle vertical du menton-sourcil (CBVA).....

– Tomodensitométrie : non faite • fait •

Si oui :	Normale	.
	Ankylose antérieure	.
	Ankylose postérieure	.
	Locale	.
.....		
	Diffuse	.

– Imagerie par résonance magnétique :

- ✓ Canal cervical étroit .
- ✓ Compression médullaire .

– Examens biologiques : non fait • fait •

Résumé :

➤ Etat général du patient : .....

➤ Intervention chirurgical antérieur : .....

➤ Déformation :

Rigide ·      si oui :      Non ankylosé ·

Ankylosée ·      si oui :      Local ·

Diffuse ·

Réductible ·      si oui :      à l'IRM      Pas de compression médullaire ·

Compression antérieur ·

Compression postérieur ·

V. Traitement :

– Traitement médical : Moyen .....

Durée .....

– Traitement chirurgical.

• Abord antérieur ·

1. Discectomie cervicale antérieure et fusion(ACDF)

2. Corpectomie cervicale antérieure et fusion(ACCF)

3. ostéotomie antérieure (ATO)

• Abord postérieur ·

1. Instrumentation postérieure et fusion

2. Ostéotomie de Smith-Petersen (SPO)

3. Ostéotomie en coin d'ouverture

4. Ostéotomie de soustraction du pédicule cervical
  - Abord combiné
  1. Résection de la colonne vertébrale
- Minerve en post-opératoire (6 semaines) oui      non

## VI. Evaluation post-opératoire :

- Durée d'hospitalisation .....
- Clinique : Récupération du regard horizontal : OUI      NON
- Amélioration de l'amplitude : Distances menton–sternum .....
- Distances menton–acromion..... Tragus–acromion.....
- Radio post-opératoire :
  - . Lordose C2–C7 .....
  - . Axe vertical sagittal C2–C7 : .....
  - . Pente T1(T1slope): .....
  - . Angle vertical du menton–sourcil (CBVA).....

## VII. Complication

- Per-opératoires .....
- Post-opératoires immédiates :
  - . *Dysphagie* postopératoire .....
  - . *Pneumonie* postopératoire .....
  - . *Hématome* postopératoire .....
  - . *Infection* au site opératoire .....
  - . *Complication thromboembolique TVP* .. EP ..
  - . *Déficit neurologique* .. ..
- . Décès ..

- Post-opératoires tardives : .Subluxation .
- .Pseudarthrose .
- . Décès .



## BIBLIOGRAPHIE

1. **Mizutani J, Verma K, Endo K.**  
Global spinal alignment in cervical kyphotic deformity: the importance of head position and thoracolumbar alignment in the compensatory mechanism.  
*Neurosurgery.* 2018 May;82(5):686–94.
2. **Cho SK, Safir S, Lombardi JM, Kim JS.**  
Cervical spine deformity: indications, considerations, and surgical outcomes.  
*J Am Acad Orthop Surg.* 2018;00:1–13.
3. **Kotecki M, Sotnickzuk M, Gietka P, Gasik R, et al.**  
Imaging of cervical spine involvement in inflammatory arthropathies: a review.  
*Pol J Radiol.* 2021;86:620–9.
4. **Stafford L, Youssef PP.**  
Spondyloarthropathies: an overview.  
*Intern Med J.* 2002;32:40–6.
5. **Chi JH, Tay B, Stahl D, Lee R.**  
Complex deformities of the cervical spine.  
*Neurosurg Clin North Am.* 2007;18(2):295–304.
6. **Hoh DJ, Khoueir P, Wang MY.**  
Prise en charge des déformations cervicales dans la spondylarthrite ankylosante.  
*Neurosurg Focus.* 2008;24:1–10.
7. **Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al.**  
Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review.  
*J Neurosurg.* 2013;119(2):141–59.
8. **Thiranont N, Netrawichien P.**  
Transpedicular decancellation closed wedge vertebral osteotomy for treatment of fixed flexion deformity of spine in ankylosing spondylitis.  
*Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:2517–22.
9. **Thomasen E.**  
Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis.  
*Clin Orthop Relat Res.* 1985;194:142–52.

**10. Urist MR.**

Osteotomy of the cervical spine; report of a case of ankylosing rheumatoid spondylitis.  
J Bone Joint Surg Am. 1958;40-A(4):833–43.

**11. Simmons EH.**

The surgical correction of flexion deformity of the cervical spine in ankylosing spondylitis.  
Clin Orthop Relat Res. 1972;86:132–43.

**12. Simmons EH.**

Kyphotic deformity of the spine in ankylosing spondylitis.  
Clin Orthop Relat Res. 1977;128:65–77.

**13. McMaster MJ.**

Osteotomy of the cervical spine in ankylosing spondylitis.  
J Bone Joint Surg Br. 1997;79:197–203.

**14. Koller H, Koller J, Mayer M, Hempfing A, Hitzl W.**

Osteotomies in ankylosing spondylitis: where, how many, and how much?  
Eur Spine J. 2018;27(Suppl 1):70–100.

**15. Rousseau MA, Pascal-Moussellard H, Catonné Y, Lazennec JY.**

Anatomie et biomécanique du rachis cervical.  
Rev Rhum. 2008;75:707–11.

**16. Kapandji IA.**

The physiology of the joints. Vol. 3, The spinal column, pelvic girdle and head.  
6th ed. Edinburgh, Elsevier; 2008. Chapter 5, p. 189

**17. Kaiser JT, Reddy V, Launico MV, Lugo-Pico JG.**

Anatomie générale. 3rd ed. Paris: Broché; 2008. Chapter 7, p. 78.

**18. Delmas V, Brémont-Gignac D, Douard R, Chevallier JM.**

Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 2.  
Paris: Flammarion; 1992.chapitre7 , 73–85

**19. Beal L, FICHEUX G**

Anatomie  
FMM Lille, Ed 2017, chaire2 , p39

**20. White AA III, Panjabi MM.**

Clinical biomechanics of the spine. 2nd ed.  
Philadelphia: J.B. Lippincott Co.; 1990. p. 314.

**21. Bogduk N1.**

Functional anatomy of the spine.  
Handb Clin Neurol. 2016;136:675–88.

**22. Schneider A, Servien P, Lustig P.**

Anatomie du rachis. [Internet].  
Available from: <https://orthopédie-lyon-croix-rousse.fr>

**23. Louis R.**

Chirurgie du rachis. Anatomie chirurgicale et voies d'abord.  
Berlin: Springer-Verlag; 1982.

**24. Khalil N, Bizdikian AJ, Bakouny Z, et al.**

Cervical and postural strategies for maintaining horizontal gaze in asymptomatic adults.  
Eur Spine J 2018;27:2700–9.

**25. Hasegawa K, Okamoto M, Hatsushikano S, et Al**

Standing sagittal alignment of the whole axial skeleton with reference to the gravity line in humans.  
J Anat. 2017;230(5):619–30.

**26. Denis F.**

The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries.  
Spine. 1983;8:817–31.

**27. Morvan G.**

Imagerie du rachis cervical : Anatomie du rachis cervical appliquée à l'imagerie.  
EMC-Radiodiagnostic I-II-30-550-A-10. 1989.

**28. Hubault A.**

Cervicalgies et névralgies cervicobrachiales.  
EMC, Paris, Thérapeutique. 1989;25–188-A-10:6.

**29. Lysell L.**

Motion of the cervical spine: an experimental study on autopsy specimens.  
Acta Orthop Scand. 1969;Suppl 123:1–61.

**30. Bogduk N, Mercer S.**

Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. Clin Biomech (Bristol, Avon).  
2000;15:633–48.

**31. Astier F, Guillot X, Cook-Moreau J.**

La spondylarthrite ankylosante: un rhumatisme inflammatoire chronique.  
Actual Pharm. 2013;2e trimestre:527:1–5.

**32. Samson M, Lakomy D, Audia S, Bonnotte B.**

Les lymphocytes Th17: différenciation, phénotype, fonctions et implications en pathologie et thérapeutique humaine.  
Rev Med Interne. 2011;32:292–301.

**33. Zeitoun D, Laredo.**

Enthésopathie d'origine mécanique versus enthésites rhumatismales calcanéennes: intérêt de l'IRM.  
Thèse, Faculté de Médecine d'Amiens. 2017.

**34. Astier F, Guillot X, Cook-Moreau J.**

Épidémiologie, étiologie et physiopathologie de la spondylarthrite ankylosante.  
Actual Pharm. 2013;52(527):1–5.

**35. Boyaci MG, Tunay K, Rakip U, Karademir M.**

La spondylarthrite ankylosante peut être une cause de décès après un traumatisme mineur.  
Rev Rhum. 2017;84:177.

**36. Aouad K, Ziade N, Baraliakos X.**

La progression structurale dans la spondyloarthrite axiale.  
Rev Rhum. 2020;87(3):181–6.

**37. Cofer. Item 282:**

Spondylarthrite ankylosante. p. 21. Support de Cours (Version PDF).

**38. Lecturio.**

Ankylosing Spondylitis.

Available from: <https://www.lecturio.com/#/article/2733>.

**39. Lories R.**

The balance of tissue repair and remodeling in chronic arthritis.

Nat Rev Rheumatol. 2011;7:700–7.

**40. Baraliakos X, Heldmann F, Callhoff J, et al.**

Which spinal lesions are associated with new bone formation in patients with ankylosing spondylitis treated with anti-TNF agents? A long-term observational study using MRI and conventional radiography.

Ann Rheum Dis. 2014;73:1819–25.

**41. Ames CP, Smith JS, Eastlack R, et al.**

Évaluation de la fiabilité d'un nouveau système de classification des déformations de la colonne cervicale.

J Neurosurg Spine. 2015;23:673–83.

**42. Sivaganesan A, Smith JS, Kim HJ.**

Cervical deformity: Evaluation, classification, and surgical planning.

Neurospine. 2020;17(4):833–842. doi:10.14245/ns.2040524.262.

**43. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC.**

Cervical spine deformity-part 1: biomechanics, radiographic parameters, and classification.

Neurosurgery. 2017;81(2):197–203. PubMed PMID: 28838143.

**44. Song KJ, Johnson JS, Choi BR, et al.**

Anterior fusion alone compared with combined anterior and posterior fusion for the treatment of degenerative cervical kyphosis.

J Bone Joint Surg Br. 2010;92:1548–52.

**45. Klineberg EO, Lafage R, Mundis GM, et al.**

Preoperative extension lateral cervical radiographs are associated with osteotomy type, approach, and postoperative cervical alignment following cervical deformity surgery.

Spine J. 2019;19(9 Suppl):S144–5.

**46. Koller H, Ames C, Mehdian H, et al.**

Caractéristiques de la chirurgie de déformation chez les patients atteints de cyphose cervicale (CK) sévère et rigide : résultats du projet d'étude multicentrique CSRS-Europe.  
Eur Spine J. 2019;28:324–44.

**47. Kim HJ, Virk S, Elysee J, et al.**

La morphologie des déformations cervicales : une analyse de groupe en deux étapes pour identifier les modèles de déformation cervicale.  
J Neurosurg Spine. 2019 Nov 15:1–7.

**48. Kim HJ, Virk S, Elysee J, et al.**

La stratégie chirurgicale pour la prise en charge des déformations cervicales est basée sur le type de déformation cervicale.  
J Clin Med. 2021;10:4826.

**49. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, Ito M, Kaneda K.**

Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24:2389–96.

**50. Ferch RD, Shad A, Cadoux-Hudson TA, Teddy PJ.**

Anterior correction of cervical kyphotic deformity: effects on myelopathy, neck pain, and sagittal alignment.  
J Neurosurg. 2004;100(1 Suppl Spine):13–9.

**51. Simmons ED, DiStefano RJ, Zheng Y, et al.**

Thirty-six years experience of cervical extension osteotomy in ankylosing spondylitis: techniques and outcomes.  
Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(26):3006–12.

**52. Langeloo DD, Journee HL, Pavlov PW, de Kleuver M.** Cervical osteotomy in ankylosing spondylitis: evaluation of new developments.

Eur Spine J. 2006;15:493–500.

**53. Tokala DP, Lam KS, Freeman BJ, Webb JK.**

C7 decancellation closing wedge osteotomy for the correction of fixed cervico-thoracic kyphosis. Eur Spine J. 2007;16:1471–8.

**54. O'Shaughnessy BA, Liu JC, Hsieh PC, Koski TR, Ganju A, Ondra SL.**

Surgical treatment of fixed cervical kyphosis with myelopathy.  
Spine (Phila Pa 1976). 2008;33:771–8.

- 55. Mummaneni PV, Dhall SS, Rodts GE, Haid RW.**  
Circumferential fusion for cervical kyphotic deformity.  
*J Neurosurg Spine*. 2008;9:515–21.
- 56. Nottmeier EW, Deen HG, Patel N, Birch B.** Cervical kyphotic deformity correction using 360-degree reconstruction. *J Spinal Disord Tech*. 2009;22:385–91.
- 57. Deviren V, Scheer JK, Ames CP.**  
Technique of cervicothoracic junction pedicle subtraction osteotomy for cervical sagittal imbalance: report of 11 cases. *J Neurosurg Spine*. 2011;15:174–81.
- 58. Shin JH, Yanamadala V, Cha TD.**  
Computer-assisted navigation for real time planning of pedicle subtraction osteotomy in cervico-thoracic deformity correction. *Oper Neurosurg*. 2019;16:445–50.
- 59. Meng Y, Ma J, Shu L, et al.**  
Modified C7 pedicle subtraction osteotomy for the correction of cervicothoracic kyphosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21:28.
- 60. Molnar C, Scherer A, Baraliakos X, et al.**  
TNF blockers inhibit spinal radiographic progression in ankylosing spondylitis by reducing disease activity: results from the Swiss Clinical Quality Management cohort.  
*Ann Rheum Dis*. 2018;77:63–9.
- 61. Smith JS.**  
Prospective multicenter assessment of early complication rates associated with adult cervical deformity surgery in 78 patients.
- 62. Poddubnyy D, Haibel H, Listing J, et al.**  
Baseline radiographic damage, elevated acute-phase reactant levels, and cigarette smoking status predict spinal radiographic progression in early axial spondylarthritis.  
*Arthritis Rheum* 2012;64:1388–98.
- 63. Deminger A, Klingberg E, Geijer M, et al.**  
A five-year prospective study of spinal radiographic progression and its predictors in men and women with ankylosing spondylitis.  
*Arthritis Res Ther*. 2018;20:162.

**64. Ramiro S, Landewé R, van Tubergen A, et al.**

Lifestyle factors may modify the effect of disease activity on radiographic progression in patients with ankylosing spondylitis: a longitudinal analysis.  
RMD Open. 2015;1:e000153.

**65. Smith JS, Lafage V, Schwab FJ, et al.**

Prevalence and type of cervical deformity in 470 adults with thoracolumbar deformity.  
Spine. 2014;39:E1001–9

**66. Passias PG, Jalai CK, Lafage V, et al.**

Key factors for cervical deformity in adults: prevalence, variation in presentation, and the effect of surgical treatment strategies on early postoperative alignment.  
Neurochirurgie. 2018;83:651–9.

**67. Passias PG, Vasquez-Montes D, Poorman GW, et al.**

Predictive model of distal junctional kyphosis after cervical deformity surgery.  
Spine J. 2018;18:2187–94.

**68. Steinmetz MP, Stewart TJ, Kager CD, et al.**

Cervical deformity correction.  
Neurosurgery. 2007;60(1 Suppl 1):S90–7.

**69. Suk KS, Kim KT, Lee SH, et al.**

Importance of the vertical chin-brow angle in the correction of kyphotic deformity in patients with ankylosing spondylitis.  
Spine (Phila Pa 1976). 2003;28:2001–5.

**70. Ryu JS, Lee JH, Kang JY, et al.**

Evaluation of dysphagia after cervical surgery using laryngeal electromyography.  
Dysphagia. 2012;27(3):318–24.

**71. Bible JE, Biswas D, Miller CP, Whang PG, Grauer JN.**

Normal functional range of motion of the cervical spine during 15 activities of daily living.  
J Spinal Disord Tech. 2010;23(1):15–21.

**72. Shimizu K, Nakamura M, Nishikawa Y, et al.**

Spinal kyphosis causes demyelination and neuronal loss in the spinal cord: a new model of kyphotic deformity using juvenile Japanese small game fowls.  
Spine (Phila Pa 1976). 2005;30:2388–92.

**73. Farley CW, Curt BA, Pettigrew DB, et al.**

Spinal cord intramedullary pressure in thoracic kyphotic deformity: a cadaveric study.  
Spine (Phila Pa 1976). 2012;37:E224–30.

**74. Wade R, Yang H, McKenna C, et al.**

A systematic review of the clinical efficacy of the EOS 2D/3D imaging system.  
Eur Spine J. 2013;22(2):296–304.

**75. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al.**

Cobb method or Harrison's posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis.  
Spine. 2000;25(16):2072–2078.

**76. Jackson R.**

The cervical syndrome. 2nd ed.  
Springfield, IL: Thomas; 1958.

**77. Harrison DD.**

Chiropractic: The Physics of Vertebral Correction: CBP Technique.  
Rev. ed. Harvest, Ala: DD Harrison; 1994.

**78. Gore DR.**

Roentgenographic findings in the cervical spine in asymptomatic persons: a ten-year follow-up.  
Spine (Phila Pa 1976). 2001;26:2463–6.

**79. Ames CP, Blondel B, Scheer JK, et al.**

Cervical radiographic alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy.  
Spine (Phila Pa 1976). 2013;38:S149–60.

**80. Passias P.**

Cervical Myelopathy.  
Philadelphia, PA: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2016. Chapter 3; 25–28

**81. Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, Pryor PW.**

Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms.  
Spine (Phila Pa 1976). 1997;22(13):1472–80; discussion 1480.

**82. Bridwell KH, DeWald RL.**

The Textbook of Spinal Surgery, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott–Raven, 1997;1133.

**83. Lafage R, Challier V, Liabaud B, et al.**

Natural head posture in the context of sagittal spinal deformity: validation of the chin–brow vertical angle, line of sight slope, and McGregor's slope with health-related quality of life.  
Neurochirurgie. 2016;79:108–15.

**84. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW.**

An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle-aged and older volunteers.  
Spine (Phila Pa 1976). 1995;20:1351–1358.

**85. Oe S, Togawa D, Nakai K, et al.**

The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50.  
Spine. 2015;40(19):1487–1494.

**86. Diebo BG, Challier V, Henry JK, Oren JH, Spiegel MA, Vira S, et al.**

Predicting cervical alignment required to maintain horizontal gaze based on global spinal alignment.  
Spine (Phila Pa 1976). 2016;41:1795–1800.

**87. Staub BN, Lafage R, Kim HJ, et al.**

Inadéquation cervicale : la valeur normative de la pente T1 moins la lordose cervicale et sa capacité à prédire la lordose cervicale idéale.  
J Neurosurg Spine. 2018 ; 30 : 31–7. doi : 10.3171/2018.5.SPINE171232.

**88. Lee SH, Kim KT, Seo EM, et al.**

The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. / Spinal Disord Tech 2012;25:E41–E47.

**89. Lee SH, Son ES, Seo EM, Suk KS, Kim KT**

Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment.

Spine J (2015) 15(4):705–712

**90. Xing R, Liu W, Li X, et al.**

Characteristics of cervical sagittal parameters in healthy cervical spine adults and patients with cervical disc degeneration.

BMC Musculoskelet Disord. 2018;19:37.

**91. Xu Y, Liu S, Wang F, Wu X.**

Cervical sagittal parameters were closely related to Neck Disability Index score after anterior cervical decompression and fusion.

J Orthop Surg Res. 2020 Aug;15(1):384.

**92. Bunmaprasert T, Keeratiruangrong J, Lee SH, et al.**

Cervical sagittal parameters in degenerative cervical spondylolisthesis versus degenerative cervical kyphosis with myeloradiculopathy treated by anterior cervical discectomy and fusion.

J Spine Surg. 2024;10(1):109.

**93. Kim SW.**

Latest knowledge on a comprehensive understanding of cervical deformity and selection of effective treatment methods using recent classification systems: a narrative review. Asian Spine J. 2024;18(4):608–620. doi: 10.31616/asj.2024.0071. Epub 2024 Aug 8

**94. Scheer JK, Ames CP, Deviren V.**

Assessment and treatment of cervical deformity.

Neurosurg Clin N Am. 2013;24(2):249–274.

**95. Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewé R, et al.**

The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection.

Ann Rheum Dis 2009;68:777–83.

**96. Protopsaltis TS, Scheer JK, Terran JS, Smith JS, Hamilton DK, Kim HJ, et al.**

How the neck affects the back: changes in regional cervical sagittal alignment correlate with HRQOL improvement in adult thoracolumbar deformity patients at 2-year follow-up.

J Neurosurg Spine. 2015;23:153–8.

**97. Passias PG, Horn SR, Bortz CA, Ramachandran S, Burton DC, Protopsaltis T, et al.**

The relationship between improvements in myelopathy and sagittal realignment in cervical deformity surgery outcomes.

Spine (Phila Pa 1976). 2018;43:1117–24.

**98. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC.**

Cervical spine deformity – part 1: biomechanics, radiographic parameters, and classification.

Neurosurgery. 2017;81(2):197–203.

99. **Tan LA, Riew KD, Traynelis VC.**  
Cervical spine deformity – part 2: management algorithm and anterior techniques.  
*Clin Neurosurg.* 2017;81:561–567.
100. **Passias PG, Jalai M, Smith JS, et al.**  
Characterizing adult cervical deformity and disability based on existing cervical and adult deformity classification schemes at presentation and following correction.  
*Neurosurgery.* 2018;82:192–201.
101. **Diebo BG, Shah NV, Solow M, et al.**  
Adult cervical deformity: radiographic classifications and osteotomies.  
*Orthopade.* 2018;47:496–504.
102. **Lee DH, Joo YS, Hwang CJ, et al.**  
A new technique for correcting kyphosis in cervical myelopathy due to continuous ossification of the posterior longitudinal ligament.  
*J Neurosurg Spine.* 2017;26:325–30.
103. **O'Shaughnessy BA, Liu JC, Hsieh PC, Koski TR, Ganju A, Ondra SL.**  
Surgical treatment of fixed cervical kyphosis with myelopathy.  
*Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:771–778.
104. **Lee DH, Cho JH, Lee CS, Hwang CJ, Choi SH, Hong CG.**  
A novel anterior decompression technique (vertebral body sliding osteotomy) for ossification of posterior longitudinal ligament of the cervical spine.  
*Spine J* 2018;18:1099–105
105. **Heiko Koller, Yohan Robinson.**  
Cervical Spine Surgery: Standard and Advanced Techniques.  
Springer Nature Switzerland AG 2019, chapter 4;525–600
106. **Safaee MM, Tan LA, Riew KD.**  
Anterior osteotomy for correction of rigid cervical deformity.  
*J Spine Surg Hong Kong.* 2020;6(1):210–216.
107. **Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD.**  
Anterior cervical osteotomy for fixed cervical deformities.  
*Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(21):1751–1757.

- 108. Hoh DJ, Khoueir P, Wang MY.**  
Management of cervical deformities in ankylosing spondylitis.  
Neurosurg Focus. 2008;24:1-10.
- 109. Safaee MM, Nichols NM, Yerneni K, et al.**  
Safety and efficacy of direct root decompression via anterior cervical discectomy and fusion with uncinectomy for cervical radiculopathy.  
J Spine Surg. 2020;6:205-209.
- 110. Wollowick AL, Kelly MP, Riew KD.**  
Osteotomies for the treatment of cervical kyphosis caused by ankylosing spondylitis: indications and techniques.  
Semin Spine Surg. 2011;23:188-198.
- 111. Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD.**  
Comparison of Smith-Petersen osteotomy, pedicle subtraction osteotomy, and anterior-posterior osteotomy for cervical deformity correction.  
Spine (Phila Pa 1976). 2015;40:143-146.
- 112. Ramiro S, van der Heijde D, van Tubergen A, et al.**  
Higher disease activity leads to more structural damage in the spine in ankylosing spondylitis: 12-year longitudinal data from the OASIS cohort.  
Ann Rheum Dis 2014;73:1455-61.
- 113. Belanger TA, Milam RA IV, Roh JS, Bohlman HH.**  
Cervico-thoracic extension osteotomy for chin-on-chest deformity in ankylosing spondylitis.  
J Bone Joint Surg Am. 2005;87:1732-1738.
- 114. Lee SH, Kim KT, Suk KS, Kim MH, Park DH, Kim KJ.**  
A sterile-freehand reduction technique for corrective osteotomy of fixed cervical kyphosis.  
Spine (Phila Pa 1976). 2012;37:2145-50.
- 115. Tobin MK, Birk DM, Rangwala SD, et al.**  
T-1 pedicle subtraction osteotomy for the treatment of rigid cervical kyphotic deformity: report of 4 cases.  
J Neurosurg Spine. 2017;27:487-93

**116. Mehdian SMH, Freeman BJ, Licina P.**

Cervical osteotomy for ankylosing spondylitis: an innovative variation on an existing technique.

Eur Spine J. 1999;8:505-509.

**117. Wollowick AL, Kelly MP, Riew KD.**

Pedicle subtraction osteotomy in the cervical spine.

Spine (Phila Pa 1976). 2012;37:E342-E348.

# قسم الطبيبة :

أَقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَنْ أَرَاقِبَ اللَّهَ فِي مِهْنَتِي.

وَأَنْ أَصُونَ حِيَاةَ إِنْسَانٍ فِي كُلِّ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظَّرُوفِ  
وَالْأَحَوَالِ بِإِذْلَلَةٍ وَسُعْيٍ فِي إِنْقَاذِهَا مِنَ الْهَلاَكِ وَالْمَرْضِ  
وَالْأَلَمِ وَالْفَقَقِ.

وَأَنْ أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كِرَامَتَهُمْ، وَأَسْتَرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتَمَ  
سِرَّهُمْ.

وَأَنْ أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِإِذْلَلَةِ 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 أَخْتًا لِكُلِّ زَمِيلٍ فِي الْمِهْنَةِ الطَّبِيعَةِ مُتَعَاوِنِينَ  
عَلَى الْبَرِّ وَالتَّقْوَى.

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

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ



أطروحة رقم: 609

سنة 2024

**جراحة التشوهات المعقدة في العمود الفقري العنقي  
الناتجة عن التهاب الفقار المقطي.  
تجربة قسم جراحة الأعصاب بمستشفى الرازبي.**

الأطروحة

قدّمت ونوقشت علانية يوم 2024/12/26

من طرف

الآنسة هدى لدالت

المزدادة في 05 ماي 1998 بمراكش

النيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية

## العمود الفقري العنقى - التشوہ - SPA - محاذۃ السہمی - الجراحۃ - النتائج اللحنة

الرئيس	س. ايت بنعلي	السيد
المشرف	أستاذ في جراحة الدماغ و الأعصاب ف. حجوجي	السيد
الحacam	أستاذ في جراحة الدماغ و الأعصاب ع. اشكون أستاذ في جراحة العظام ب. بوتاكيوت أستاذ في الفحص بالأشعة ي. عبد الفتاح أستاذ في طب الفيزيائي وإعادة التأهيل أ. موجي أستاذ أمراض الروماتيزم	السيد

[<sup>1</sup>]Global Spinal Alignment in Cervical Kyphotic Deformity: The Importance of Head Position and Thoracolumbar Alignment in the Compensatory Mechanism

[<sup>2</sup>] **Samuel K. Cho, Scott Safir, Joseph M. Lombardi, Jun S. Kim.**

Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes

J Am Acad Orthop Surg 2018;00:1-13

[<sup>3</sup>] **Samuel K. Cho, Scott Safir, Joseph M. Lombardi, Jun S. Kim.**

Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes

J Am Acad Orthop Surg 2018;00:1-13

[<sup>4</sup>] **Samuel K. Cho, Scott Safir, Joseph M. Lombardi, Jun S. Kim.**

Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes

J Am Acad Orthop Surg 2018;00:1-13

[<sup>5</sup>] **Samuel K. Cho, Scott Safir, Joseph M. Lombardi, Jun S. Kim.**

Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes

J Am Acad Orthop Surg 2018;00:1-13

[<sup>6</sup>] **Samuel K. Cho, Scott Safir, Joseph M. Lombardi, Jun S. Kim.**

Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes

J Am Acad Orthop Surg 2018;00:1-13

[<sup>7</sup>] Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review. J Neurosurg. 2013;19(2):141-159.

[<sup>8</sup>] Thiranont N, Netrawichien P. Transpedicular decancellation closed wedge vertebral osteotomy for treatment of fixed flexion deformity of spine in ankylosing spondylitis. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18:2517-22.

[<sup>9</sup>] Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. Clin Orthop Relat Res. 1985;194:142-52.

[<sup>10</sup>] Urist MR. Osteotomy of the cervical spine; report of a case of ankylosing rheumatoid spondylitis. J Bone Joint Surg Am. 1958;40-A(4):833-43.

[<sup>11</sup>] Simmons EH. The surgical correction of flexion deformity of the cervical spine in ankylosing spondylitis. Clin Orthop Relat Res. 1972;86:132-43.

[<sup>12</sup>] Simmons EH. Kyphotic deformity of the spine in ankylosing spondylitis. Clin Orthop Relat Res. 1977; 128:65-77.

[<sup>13</sup>] McMaster MJ: Osteotomy of the cervical spine in ankylosing spondylitis. J Bone Joint Surg Br 79:197-203, 1997

[<sup>14</sup>] Koller H, Koller J, Mayer M, Hempfing A, Hitzl W. Osteotomies in ankylosing spondylitis: where, how many, and how much? Eur Spine J. 2018;27(Suppl 1):70-100.

[<sup>15</sup>] Marc-Antoine Rousseau \*, Hugues Pascal-Moussellard, Yves Catonné, Jean-Yves Lazennec

Anatomie et biomécanique du rachis cervical

Revue du Rhumatisme 75 (2008) 707-711

[<sup>16</sup>] Kapandji AI. Anatomie fonctionnelle, Tome 3. Rachis-ceinture pelvienne-rachis lombal-rachis dorsal-rachis cervical. 6ème édition, Paris, Maloine eds, 2009.

[<sup>17</sup>] Anatomie générale Broché – 3 septembre 2008

V. Delmas , D. Brémont-Gignac , R. Douard ....

[<sup>18</sup>] CHEVALLIER J M. Anatomie de l'appareil locomoteur Tom 2 Paris Flammarion 475 p.

[<sup>19</sup>] CABROL C. Anatomie de l'appareil locomoteur Tome 2 Paris Flammarion 1992

[<sup>20</sup>] White, A. A. III, Panjabi, M. M. (1990).

Clinical biomechanics of the spine. (2 ed.).

Philadelphia:J.B. Lippincott Co., 314.

[<sup>21</sup>] BROOKER. Le corps humain : étude, structure et fonction.

Le rôle de l'infirmier dans la pratique clinique.

Livre, 2ème édition 2001.

[<sup>22</sup>]Dr Antoine SCHNEIDER, Pr Servien Pr Lustig

Anatomie du rachis

<https://orthopedie-lyon-croix-rousse.fr>

[23] Louis R. Chirurgie du rachis. Anatomie chirurgicale et voies d'abord. Berlin, SpringerVerlag; 1982.

[24] Khalil N, Bizdikian AJ, Bakouny Z, et al.

Cervical and postural strategies for maintaining horizontal gaze in asymptomatic adults.

Eur Spine J 2018;27:2700-9.

[25] Hasegawa K, Okamoto M, Hatsushikano S, Shimoda H, Ono M, Homma T, Watanabe K. Standing sagittal alignment of the whole axial skeleton with reference to the gravity line in humans. J Anat. 2017;230(5):619-30.

[26] Denis, F. (1983) The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine, 8, 817-831.

[27] MORVAN G.Imagerie du rachis cervical : Anatomie du rachis cervical appliquee à l'imagerie.

EMC- RADIODIAGNOSTIC I- II- 30-550-A-10 (1989).

[28] HUBAULT A.Cervicalgies et nevralgies cervicobrachiales.

EMC, Paris, Thérapeutique, 25-188-A- 10, 6, 1989.

[29] L YSELL E. Motion of the cervical spine. An experimental study on autopsy specimen. Acta Orthop Scand, 1969, suppl 123, 1-61.

[30] BOGDUK N, MERCER S.

Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics.

Clin Biomech (Bristol, Avon) 15: 633-48, 2000.

[31] fréderique ASTIER, Xavier GUILLOT, Jeanne COOK-MOREAU. La spondylarthrite ankylosante : Un rhumatisme inflammatoire chronique. Actual Pharm. 2e trimestre 2013;Supplement formation(527):1-5.

[32] M.Samson, D.Lakomy, S.Audia, B.Bonnotte. Les lymphocyte Th17 : différenciation, phénotype, fonctions et implications en pathologie et thérapeutique humaine. Rev Med Interne. 2011;32:292-301.

[33] D. Zeitoun et Laredo, "Enthésopathie d'origine mécanique versus enthésites rhumatismales calcanéennes: intérêt de l'IRM" Thèse, Faculté de Médecine d'Amiens, 2017.

[34] Astier F, Guillot X, Cook-Moreau J. Épidémiologie, étiologie et physiopathologie de la spondylarthrite ankylosante. Actual Pharm. juin 2013 ;52(527) :1-5.

[35] Mehmet Gazi Boyaci, Kamil Tunay, Usame Rakip, Mustafa Karademir. La spondylarthrite ankylosante peut être une cause de décès après un traumatisme mineur. Rev Rhum. 2017;84:177.

[36] K. Aouad, N. Ziade et X. Baraliakos, "La progression structurale dans la spondyloarthrite axiale" Rev. Rhum., vol. 87, no. 3, pp. 181–186, May 2020, doi: 10.1016/j.rhum.2020.01.008.

[37] COFER, "Item 282 : Spondylarthrite ankylosante" p. 21. Support de Cours (Version PDF).

[38] lecturio

Ankylosing Spondylitis

lecturio.com/#/article/2733

[39] Lories R. The balance of tissue repair and remodeling in chronic arthritis. Nat Rev Rheumatol 2011;7:700–7.

[40] Baraliakos X, Heldmann F, Callhoff J, et al. Which spinal lesions are associated with new bone formation in patients with ankylosing spondylitis treated with anti-TNF agents? A long-term observational study using MRI and conventional radiography. Ann Rheum Dis 2014;73:1819–25.

[41] Lories R. The balance of tissue repair and remodeling in chronic arthritis. Nat Rev Rheumatol 2011;7:700–7.

[42] Lories R. The balance of tissue repair and remodeling in chronic arthritis. Nat Rev Rheumatol 2011;7:700–7.

[43] L.A. Tan, K.D. Riew, V.C. Traynelis,

Cervical spine deformity-part 1: biomechanics, radiographic parameters, and classification, Neurosurgery 81 (2) (2017) 197–203 PubMed PMID: 28838143.

[44] Song KJ, Johnson JS, Choi BR, et al.

Anterior fusion alone compared with combined anterior and posterior fusion for the treatment of degenerative cervical kyphosis.

J Bone Joint Surg Br 2010;92:1548-52

[45] Klineberg EO, Lafage R, Mundis GM, et al. 297.

Preoperative extension lateral cervical radiographs are associated with osteotomy type, approach and postoperative cervical alignment following cervical deformity surgery.

Spine J 2019;19(9 Suppl):S144-5.

[46] Koller H, Ames C, Mehdian H, et al. Caractéristiques de la chirurgie de déformation chez les patients atteints de cyphose cervicale (CK) sévère et rigide : résultats du projet d'étude multicentrique CSRS-Europe. Eur Spine J. 2019 ; 28 : 324–44.

- [47] Kim HJ, Virk S, Elysee J, et al. La morphologie des déformations cervicales : une analyse de groupe en deux étapes pour identifier les modèles de déformation cervicale. *J Neurosurg Spine*. 15 novembre 2019 ; :1–7. doi : 10.3171/2019.9.SPINE19730.
- [48] Kim HJ, Virk S, Elysee J, et al. La stratégie chirurgicale pour la prise en charge des déformations cervicales est basée sur le type de déformation cervicale. *J Clin Med*. 2021 ; 10 : 4826.
- [49] Abumi K, Shono Y, Taneichi H, Ito M, Kaneda K: Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems. *Spine (Phila Pa 1976)* 24:2389–2396, 1999
- [50] Ferch RD, Shad A, Cadoux-Hudson TA, Teddy PJ: Anterior correction of cervical kyphotic deformity: effects on myelopathy, neck pain, and sagittal alignment. *J Neurosurg* 100 (1 Suppl Spine):13–19, 2004
- [51] Simmons ED, DiStefano RJ, Zheng Y et al (2006) Thirty-six years experience of cervical extension osteotomy in ankylosing spondylitis: techniques and outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 31(26):3006–3012
- [52] Langeloo DD, Journee HL, Pavlov PW, de Kleuver M: Cervical osteotomy in ankylosing spondylitis: evaluation of new developments. *Eur Spine J* 15:493–500, 2006
- [53] Tokala DP, Lam KS, Freeman BJ, Webb JK: C7 decancellation closing wedge osteotomy for the correction of fixed cervico-thoracic kyphosis. *Eur Spine J* 16:1471–1478, 2007
- [54] O’Shaughnessy BA, Liu JC, Hsieh PC, Koski TR, Ganju A, Ondra SL: Surgical treatment of fixed cervical kyphosis with myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 33:771–778, 2008
- [55] Mummaneni PV, Dhall SS, Rodts GE, Haid RW: Circumferential fusion for cervical kyphotic deformity. *J Neurosurg Spine* 9:515–521, 2008
- [56] Nottmeier EW, Deen HG, Patel N, Birch B: Cervical kyphotic deformity correction using 360-degree reconstruction. *J Spinal Disord Tech* 22:385–391, 2009
- [57] Deviren V, Scheer JK, Ames CP. Technique of cervicothoracic junction pedicle subtraction osteotomy for cervical sagittal imbalance: report of 11 cases. clinical article. *J Neurosurg Spine* 2011;15:174–81. doi:10.3171/2011.3.SPINE10536.
- [58] Shin JH, Yanamadala V, Cha TD. Computer-assisted navigation for real time planning of pedicle subtraction osteotomy in cervico-thoracic deformity correction. *Operat Neurosurg* 2019;16:445–50. doi:10.1093/ons/opy162.
- [59] Meng Y, Ma J, Shu L, et al. Modified C7 pedicle subtraction osteotomy for the correction of cervicothoracic kyphosis. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21:28. doi:10.1186/s12891-020-3053-7.
- [60] Molnar C, Scherer A, Baraliakos X, et al. TNF blockers inhibit spinal radiographic progression in ankylosing spondylitis by reducing disease activity: results from the Swiss Clinical Quality Management cohort. *Ann Rheum Dis* 2018;77:63–9
- [61] Smith, Justin S. MD, PhD; :Prospective Multicenter Assessment of Early Complication Rates Associated With Adult Cervical Deformity Surgery in 78 Patients
- [62] Deminger A, Klingberg E, Geijer M, et al. A five-year prospective study of spinal radiographic progression and its predictors in men and women with ankylosing spondylitis. *Arthritis Res Ther* 2018;20:162.
- [63] Deminger A, Klingberg E, Geijer M, et al. A five-year prospective study of spinal radiographic progression and its predictors in men and women with ankylosing spondylitis. *Arthritis Res Ther* 2018;20:162.
- [64] Ramiro S, Landewé R, van Tubergen A, et al. Lifestyle factors may modify the effect of disease activity on radiographic progression in patients with ankylosing spondylitis: a longitudinal analysis. *RMD Open* 2015;1:e000153
- [65] Smith JS, Lafage V, Schwab FJ, et al. Prévalence et type de déformation cervicale chez 470 adultes présentant une déformation thoracolombaire. *Spine* 2014 39:E1001-9.
- [66] Passias PG, Jalai CK, Lafage V, et al. Principaux facteurs de déformation cervicale chez l'adulte : prévalence, variation de la présentation et effet des stratégies de traitement chirurgical sur l'alignement postopératoire précoce. *Neurochirurgie* 2018 83:651–9.
- [67] Passias PG, Vasquez-Montes D, Poorman GW, et al. Modèle prédictif de cyphose jonctionnelle distale après chirurgie de déformation cervicale. *Spine J* 2018 18:2187-94.
- [68] Steinmetz MP, Stewart TJ, Kager CD, et al. Cervical deformity correction. *Neurosurgery* 2007 60(1 Supp1 1):S90-7.
- [69] Suk KS, Kim KT, Lee SH, et al. Importance de l'angle vertical du menton et du sourcil dans la correction de la déformation cyphotique des patients atteints de spondylarthrite ankylosante. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003 28:2001–5.
- [70] Ryu JS, Lee JH, Kang JY, et al. Évaluation de la dysphagie après chirurgie cervicale par électromyographie laryngée. *Dysphagie*. 2012;27(3):318–24.
- [71] Bible JE, Biswas D, Miller CP, Whang PG, Grauer JN. Normal functional range of motion of the cervical spine during 15 activities of daily living. *J Spinal Disord Tech*. 2010; 23(1):15–21
- [72] Shimizu K, Nakamura M, Nishikawa Y, et al. Spinal kyphosis causes demyelination and

---

neuronal loss in the spinal cord: a new model of kyphotic deformity using juvenile Japanese small game fowls. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30:2388-92.

[73] Farley CW, Curt BA, Pettigrew DB, et al. Spinal cord intramedullary pressure in thoracic kyphotic deformity: a cadaveric study. Spine (Phila Pa 1976) 2012;37:E224-30.

[74] Wade R, Yang H, McKenna C, et al. Une revue systématique de l'efficacité clinique du système d'imagerie à rayons X EOS 2D/3D. European Spine Journal. 2013;22(2):296-304

[75] Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Méthode Cobb ou méthode de la tangente postérieure de Harrison : laquelle choisir pour l'analyse radiographique cervicale latérale. Colonne vertébrale. 2000;25(16):2072-2078

[76] Jackson R. Le syndrome cervical. 2e éd. Springfield, IL : Thomas ; 1958

[77] Harrison DD. Chiropratique : La physique de la correction vertébrale : Technique CBP. Rév. éd. Harvest, Ala. ? DD Harrison ; 1994

[78] Gore DR. Roentgenographic findings in the cervical spine in asymptomatic persons: a ten-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26:2463e6.

[79] Gore DR. Roentgenographic findings in the cervical spine in asymptomatic persons: a ten-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26:2463e6.

[80] Passias P. Cervical Myelopathy. Philadelphia, PA: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2016

[81] Lafage R, Challier V, Liabaud B, et al. Posture naturelle de la tête dans le cadre d'une déformation sagittale de la colonne vertébrale : validation de l'angle vertical du menton sourcil, de la pente de la ligne de visée et de la pente de McGregor avec la qualité de vie liée à la santé. Neurochirurgie 2016 79:108-15.

[82] **Bridwell KH, DeWald RL.**

The Textbook of Spinal Surgery, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997;1133.

[83] **Lafage R, Challier V, Liabaud B, et al.**

Natural head posture in the context of sagittal spinal deformity: validation of the chin-brow vertical angle, line of sight slope, and McGregor's slope with health-related quality of life.

Neurochirurgie. 2016;79:108-15.

[84] Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW. Une analyse de l'alignement sagittal de la colonne vertébrale chez 100 volontaires asymptomatiques d'âge moyen et plus âgés. Spine (Phila Pa 1976) 1995; 20 : 1351–1358.

[85] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. Spine. 2015; 40(19):1487–1494

[86] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. Spine. 2015; 40(19):1487–1494

[87] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. Spine. 2015; 40(19):1487–1494

[88] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. Spine. 2015; 40(19):1487–1494

[89] **Lee SH, Son ES, Seo EM, Suk KS, Kim KT**

Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment.

Spine J (2015) 15(4):705–712

[90] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. Spine. 2015; 40(19):1487–1494

[91] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal

- 
- alignment among volunteers aged over 50. *Spine*. 2015; 40(19):1487–1494
- [92] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. *Spine*. 2015; 40(19):1487–1494
- [93] Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. *Spine*. 2015; 40(19):1487–1494
- [94] Scheer JK, Ames CP, Deviren V. Assessment and treatment of cervical deformity. *Neurosurg Clin N Am*. 2013;24(2):249-274
- [95] Scheer JK, Ames CP, Deviren V. Assessment and treatment of cervical deformity. *Neurosurg Clin N Am*. 2013;24(2):249-274
- [96] Protopsaltis TS, Scheer JK, Terran JS, Smith JS, Hamilton DK, Kim HJ, et al. How the neck affects the back: Changes in regional cervical sagittal alignment correlate to HRQOL improvement in adult thoracolumbar deformity patients at 2-year follow-up. *J Neurosurg Spine*. 2015;23:153–8
- [97] Passias PG, Horn SR, Bortz CA, Ramachandran S, Burton DC, Protopsaltis T, et al. The relationship between improvements in myelopathy and sagittal realignment in cervical deformity surgery outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2018;43:1117–24
- [98] L.A. Tan, K.D. Riew, V.C. Traynelis, Cervical spine deformity-part 1: biomechanics, radiographic parameters, and classification, *Neurosurgery* 81 (2) (2017) 197–203 PubMed PMID: 28838143.
- [99] Tan LA, Daniel Riew K, Traynelis VC (2017) Déformation de la colonne cervicale – partie 2 : algorithme de prise en charge et techniques antérieures. *Clin Neurosurg* 81 : 561–567
- [100] Characterizing Adult Cervical Deformity and Disability Based on Existing Cervical and Adult Deformity Classification Schemes at Presentation and Following Correction
- [101] Diebo BG, Shah NV, Solow M et al (2018) Déformation cervicale chez l'adulte : classifications radiographiques et ostéotomies. *Orthopade* 47 : 496–504
- [102] Lee DH, Joo YS, Hwang CJ, et al. Une nouvelle technique pour corriger la cyphose dans la myélopathie cervicale due à une ossification continue du ligament longitudinal postérieur. *J Neurosurg Spine*. 2017 ; 26 : 325–30.
- [103] O'Shaughnessy BA , , Liu JC , , Hsieh PC , , Koski TR , , Ganju A , & Ondra SL : Traitement chirurgical de la cyphose cervicale fixe avec myélopathie. *Spine (Phila Pa 1976)*33:771–778,2008 .
- [104] Heiko Koller Yohan Robinson. Cervical Spine Surgery: Standard and Advanced Techniques
- [105] Heiko Koller Yohan Robinson. Cervical Spine Surgery: Standard and Advanced Techniques
- [106] Safaee MM, Tan LA, Riew KD. Ostéotomie antérieure pour correction d'une déformation cervicale rigide. *Journal of Spine Surgery Hong Kong*. 2020;6(1):210-216.
- [107] Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD. Ostéotomie cervicale antérieure pour déformations cervicales fixes. *Colonne vertébrale*. 2014;39(21):1751-1757.
- [108] Hoh DJ, Khourie P, Wang MY. Prise en charge des déformations cervicales dans la spondylarthrite ankylosante. *Neurosurg Focus*. 2008 ; 24 : 1–10.
- [109] Safaee MM, Nichols NM, Yerneni K, et al. Sécurité et efficacité de la décompression directe des racines nerveuses par discectomie cervicale antérieure et fusion avec uncinctomie pour la radiculopathie cervicale. *J Spine Surg.* 2020 ; 6 : 205–9.
- [110] Adam L. Wollowick, MD,\* Michael P. Kelly, MD,† and K. Daniel Riew
- [111] Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD. Comparaison de l'ostéotomie de Smith-Petersen, de l'ostéotomie par soustraction pédiculaire et de l'ostéotomie antéro-postérieure pour la correction des déformations de la colonne cervicale. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015 ;40 :143–146.
- [112] Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD. Comparaison de l'ostéotomie de Smith-Petersen, de l'ostéotomie par soustraction pédiculaire et de l'ostéotomie antéro-postérieure pour la correction des déformations de la colonne cervicale. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015 ;40 :143–146.
- [113] Belanger TA, Milam RA IV, Roh JS, Bohlman HH: Cervicothoracic extension osteotomy for chin-on-chest deformity in ankylosing spondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 87:1732–1738, 2005
- [114] Lee SH, Kim KT, Suk KS, Kim MH, Park DH, Kim KJ. A sterile-freehand reduction technique for corrective osteotomy of fixed cervical kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37:2145–50.
- [115] Tobin MK, Birk DM, Rangwala SD, Siemionow K, Schizas C, Neckrysh S. T-1 pedicle subtraction osteotomy for the treatment of rigid cervical kyphotic deformity: report of 4 cases. *J Neurosurg Spine* 2017;27:487–93.
- [116] S. M. H. Mehdian B. J. C. Freeman P. Licina Cervical osteotomy for ankylosing spondylitis: an innovative variation on an existing technique *Eur Spine J* (1999) 8 : 505–509

---

<sup>[117]</sup> Wollowick AL, Kelly MP, Riew KD. Pedicle subtraction osteotomy in the cervical spine. Spine (Phila Pa 1976) 2012;37:E342–E348.