



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

Année 2024

Thèse N° 166

La technique de la membrane induite dans le traitement des pertes de substance osseuse chez l'adulte

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 26/06/2024

PAR

Mlle. **Nadia ELAMRAZI**

Née le 28 Février 1997 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Perte de substance – Membrane induite – Masquelet
Reconstruction osseuse

JURY

M.	I. ABKARI Professeur de Traumatologie Orthopédie	PRESIDENT
M.	M.A. BENHIMA Professeur de Traumatologie Orthopédie	RAPPORTEUR
M.	R. CHAFIK Professeur de Traumatologie Orthopédie	} JUGES
M.	O. MARGAD Professeur de Traumatologie Orthopédie	

وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴿١٠﴾

And the last of their call will be, "Praise to Allah, Lord of the worlds"

سُورَةُ الْبَقَرَةِ





وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

AND SAY
«MY LORD, INCREASE ME IN KNOWLEDGE»

طَلَبًا

QURAN PASSION

Serment d'Hippocrate

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

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

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

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

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

Les médecins seront mes frères.

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

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa
conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales
d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération : Pr. Hanane RAISS

Vice doyen aux affaires pédagogiques : Pr. Ghizlane DRAISS

Vice doyen chargé de la Pharmacie : Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Liste nominative du personnel enseignants chercheurs
permanant**

N°	Nom et Prénom	Cadre	Spécialité
01	BOUSKRAOUI Mohammed (Doyen)	P.E.S	Pédiatrie
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	SOUMMANI 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	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	P.E.S	Ophtalmologie
12	AMAL Said	P.E.S	Dermatologie
13	ESSAADOUNI Lamiaa	P.E.S	Médecine interne

14	MANSOURI Nadia	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
15	MOUTAJ Redouane	P.E.S	Parasitologie
16	AMMAR Haddou	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
17	ZOUHAIR Said	P.E.S	Microbiologie
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	BENELKHAÏAT 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 IDRISSE 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	FOURAJI 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 IDRISSE 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	Ophthalmologie
62	EL ANSARI Nawal	P.E.S	Endocrinologie et maladies métabolique
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	LAKMICH 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	GHOUNDALE Omar	P.E.S	Urologie
81	QACIF Hassan	P.E.S	Médecine interne
82	BEN DRISS Laila	P.E.S	Cardiologie
83	MOUFID Kamal	P.E.S	Urologie
84	QAMOOUSS Youssef	P.E.S	Anesthésie réanimation
85	EL BARNI Rachid	P.E.S	Chirurgie générale
86	KRIET Mohamed	P.E.S	Ophthalmologie
87	BOUCHENTOUF Rachid	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
88	ABOUCHADI Abdeljalil	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
89	BASRAOUI Dounia	P.E.S	Radiologie
90	RAIS Hanane	P.E.S	Anatomie Pathologique
91	BELKHOU Ahlam	P.E.S	Rhumatologie
92	ZAOUI Sanaa	P.E.S	Pharmacologie
93	MSOUGAR Yassine	P.E.S	Chirurgie thoracique
94	EL MGHARI TABIB Ghizlane	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
95	DRAISS Ghizlane	P.E.S	Pédiatrie
96	EL IDRISSE SLITINE Nadia	P.E.S	Pédiatrie
97	RADA Noureddine	P.E.S	Pédiatrie
98	BOURRAHOUCAT Aicha	P.E.S	Pédiatrie
99	MOUAFFAK Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
100	ZIADI Amra	P.E.S	Anesthésie-réanimation
101	ANIBA Khalid	P.E.S	Neurochirurgie
102	TAZI Mohamed Illias	P.E.S	Hématologie clinique
103	ROCHDI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
104	FADILI Wafaa	P.E.S	Néphrologie
105	ADALI Imane	P.E.S	Psychiatrie
106	ZAHLANE Kawtar	P.E.S	Microbiologie- virologie
107	LOUHAB Nisrine	P.E.S	Neurologie
108	HAROU Karam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique

109	BASSIR Ahlam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
110	BOUKHANNI Lahcen	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
111	FAKHIR Bouchra	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
112	BENHIMA Mohamed Amine	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
113	HACHIMI Abdelhamid	P.E.S	Réanimation médicale
114	EL KHAYARI Mina	P.E.S	Réanimation médicale
115	AISSAOUI Younes	P.E.S	Anesthésie-réanimation
116	BAIZRI Hicham	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
117	ATMANE El Mehdi	P.E.S	Radiologie
118	EL AMRANI Moulay Driss	P.E.S	Anatomie
119	BELBARAKA Rhizlane	P.E.S	Oncologie médicale
120	ALJ Soumaya	P.E.S	Radiologie
121	OUBAHA Sofia	P.E.S	Physiologie
122	EL HAOUATI Rachid	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
123	BENALI Abdeslam	P.E.S	Psychiatrie
124	MLIHA TOUATI Mohammed	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
125	MARGAD Omar	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
126	KADDOURI Said	P.E.S	Médecine interne
127	ZEMRAOUI Nadir	P.E.S	Néphrologie
128	EL KHADER Ahmed	P.E.S	Chirurgie générale
129	LAKOUICHMI Mohammed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
130	DAROUASSI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
131	BENJELLOUN HARZIMI Amine	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
132	FAKHRI Anass	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
133	SALAMA Tarik	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
134	CHRAA Mohamed	P.E.S	Physiologie
135	ZARROUKI Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
136	AIT BATAHAR Salma	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
137	ADARMOUCH Latifa	P.E.S	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)

138	BELBACHIR Anass	P.E.S	Anatomie pathologique
139	HAZMIRI Fatima Ezzahra	P.E.S	Histologie–embyologie cytogénétique
140	EL KAMOUNI Youssef	P.E.S	Microbiologie–virologie
141	SERGHINI Issam	P.E.S	Anesthésie–réanimation
142	EL MEZOUARI El Mostafa	P.E.S	Parasitologie mycologie
143	ABIR Badreddine	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
144	GHAZI Mirieme	P.E.S	Rhumatologie
145	ZIDANE Moulay Abdelfettah	P.E.S	Chirurgie thoracique
146	LAHKIM Mohammed	P.E.S	Chirurgie générale
147	MOUHSINE Abdelilah	P.E.S	Radiologie
148	TOURABI Khalid	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
149	BELHADJ Ayoub	Pr Ag	Anesthésie–réanimation
150	BOUZERDA Abdelmajid	Pr Ag	Cardiologie
151	ARABI Hafid	Pr Ag	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle
152	ARSALANE Adil	Pr Ag	Chirurgie thoracique
153	NADER Youssef	Pr Ag	Traumatologie–orthopédie
154	SEDDIKI Rachid	Pr Ag	Anesthésie–réanimation
155	ABDELFETTAH Youness	Pr Ag	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle
156	REBAHI Houssam	Pr Ag	Anesthésie–réanimation
157	BENNAOUI Fatiha	Pr Ag	Pédiatrie
158	ZOUIZRA Zahira	Pr Ag	Chirurgie Cardio–vasculaire
159	SEBBANI Majda	Pr Ag	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
160	ABDOU Abdessamad	Pr Ag	Chirurgie Cardio–vasculaire
161	HAMMOUNE Nabil	Pr Ag	Radiologie
162	ESSADI Ismail	Pr Ag	Oncologie médicale
163	MESSAOUDI Redouane	Pr Ag	Ophthalmologie
164	ALJALIL Abdelfattah	Pr Ag	Oto–rhino–laryngologie

165	LAFFINTI Mahmoud Amine	Pr Ag	Psychiatrie
166	RHARRASSI Issam	Pr Ag	Anatomie-patologique
167	ASSERRAJI Mohammed	Pr Ag	Néphrologie
168	JANAH Hicham	Pr Ag	Pneumo-phtisiologie
169	NASSIM SABAH Taoufik	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique E]
170	ELBAZ Meriem	Pr Ag	Pédiatrie
171	BELGHMAIDI Sarah	Pr Ag	Ophthalmologie
172	FENANE Hicham	Pr Ag	Chirurgie thoracique
173	GEBRATI Lhoucine	Pr Hab	Chimie
174E]	FDIL Naima	Pr Hab	Chimie de coordination bio-organique
175	LOQMAN Souad	Pr Hab	Microbiologie et toxicologie environnementale
176	BAALLAL Hassan	Pr Ag	Neurochirurgie
177	BELFQUIH Hatim	Pr Ag	Neurochirurgie
178	MILOUDI Mouhcine	Pr Ag	Microbiologie-virologie
179	AKKA Rachid	Pr Ag	Gastro-entérologie
180	BABA Hicham	Pr Ag	Chirurgie générale
181	MAOUJOURD Omar	Pr Ag	Néphrologie
182	SIRBOU Rachid	Pr Ag	Médecine d'urgence et de catastrophe
183	EL FILALI Oualid	Pr Ag	Chirurgie Vasculaire périphérique
184	EL- AKHIRI Mohammed	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
185	HAJJI Fouad	Pr Ag	Urologie
186	OUMERZOUK Jawad	Pr Ag	Neurologie
187	JALLAL Hamid	Pr Ag	Cardiologie
188	ZBITOU Mohamed Anas	Pr Ag	Cardiologie
189	RAISSI Abderrahim	Pr Ag	Hématologie clinique
190	BELLASRI Salah	Pr Ag	Radiologie
191	DAMI Abdallah	Pr Ag	Médecine Légale
192	AZIZ Zakaria	Pr Ag	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale

193	ELOUARDI Youssef	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
194	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Pr Ag	Hématologie clinique
195	EL FAKIRI Karima	Pr Ag	Pédiatrie
196	NASSIH Houda	Pr Ag	Pédiatrie
197	LAHMINE Widad	Pr Ag	Pédiatrie
198	BENANTAR Lamia	Pr Ag	Neurochirurgie
199	EL FADLI Mohammed	Pr Ag	Oncologie médicale
200	AIT ERRAMI Adil	Pr Ag	Gastro-entérologie
201	CHETTATI Mariam	Pr Ag	Néphrologie
202	SAYAGH Sanae	Pr Ag	Hématologie
203	BOUTAKIOUTE Badr	Pr Ag	Radiologie
204	CHAHBI Zakaria	Pr Ass	Maladies infectieuses
205	ACHKOUN Abdessalam	Pr Ass	Anatomie
206	DARFAOUI Mouna	Pr Ass	Radiothérapie
207	EL-QADIRY Rabiyy	Pr Ass	Pédiatrie
208	ELJAMILI Mohammed	Pr Ass	Cardiologie
209	HAMRI Asma	Pr Ass	Chirurgie Générale
210	EL HAKKOUNI Awatif	Pr Ass	Parasitologie mycologie
211	ELATIQUI Oumkeltoum	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
212	BENZALIM Meriam	Pr Ass	Radiologie
213	ABOULMAKARIM Siham	Pr Ass	Biochimie
214	LAMRANI HANCI Asmae	Pr Ass	Microbiologie-virologie
215	HAJHOUI Farouk	Pr Ass	Neurochirurgie
216	EL KHASSOUI Amine	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
217	MEFTAH Azzelarab	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
218	DOUIREK Fouzia	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
219	BELARBI Marouane	Pr Ass	Néphrologie
220	AMINE Abdellah	Pr Ass	Cardiologie
221	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ass	Cardiologie
222	WARDA Karima	Pr Ass	Microbiologie
223	EL AMIRI My Ahmed	Pr Ass	Chimie de Coordination bio-organique

224	ROUKHSI Redouane	Pr Ass	Radiologie
225	EL GAMRANI Younes	Pr Ass	Gastro-entérologie
226	ARROB Adil	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
227	SALLAHI Hicham	Pr Ass	Traumatologie-orthopédie
228	SBAAI Mohammed	Pr Ass	Parasitologie-mycologie
229	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Pr Ass	Chirurgie générale
230	BENCHAFAI Ilias	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
231	EL JADI Hamza	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
232	SLIOUI Badr	Pr Ass	Radiologie
233	AZAMI Mohamed Amine	Pr Ass	Anatomie pathologique
234	YAHYAOUI Hicham	Pr Ass	Hématologie
235	ABALLA Najoua	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
236	MOUGUI Ahmed	Pr Ass	Rhumatologie
237	SAHRAOUI Houssam Eddine	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
238	AABBASSI Bouchra	Pr Ass	Pédopsychiatrie
239	SBAI Asma	Pr Ass	Informatique
240	HAZIME Raja	Pr Ass	Immunologie
241	CHEGGOUR Mouna	Pr Ass	Biochimie
242	RHEZALI Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
243	ZOUITA Btissam	Pr Ass	Radiologie
244	MOULINE Souhail	Pr Ass	Microbiologie-virologie
245	AZIZI Mounia	Pr Ass	Néphrologie
246	BENYASS Youssef	Pr Ass	Traumato-orthopédie
247	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ass	Dermatologie
248	YANISSE Siham	Pr Ass	Pharmacie galénique
249	DOULHOUSNE Hassan	Pr Ass	Radiologie
250	KHALLIKANE Said	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
251	BENAMEUR Yassir	Pr Ass	Médecine nucléaire
252	ZIRAOUI Oualid	Pr Ass	Chimie thérapeutique
253	IDALENE Malika	Pr Ass	Maladies infectieuses
254	LACHHAB Zineb	Pr Ass	Pharmacognosie
255	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ass	Dermatologie

256	AHBALA Tariq	Pr Ass	Chirurgie générale
257	LALAOUI Abdessamad	Pr Ass	Pédiatrie
258	ESSAFTI Meryem	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
259	RACHIDI Hind	Pr Ass	Anatomie pathologique
260	FIKRI Oussama	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
261	EL HAMDAOUI Omar	Pr Ass	Toxicologie
262	EL HAJJAMI Ayoub	Pr Ass	Radiologie
263	BOUMEDIANE El Mehdi	Pr Ass	Traumato-orthopédie
264	RAFI Sana	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
265	JEBRANE Ilham	Pr Ass	Pharmacologie
266	LAKHDAR Youssef	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
267	LGHABI Majida	Pr Ass	Médecine du Travail
268	AIT LHAJ El Houssaine	Pr Ass	Ophthalmologie
269	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	Pr Ass	Chirurgie générale
270	EL MOUHAFID Faisal	Pr Ass	Chirurgie générale
271	AHMANNA Hussein-choukri	Pr Ass	Radiologie
272	AIT M'BAREK Yassine	Pr Ass	Neurochirurgie
273	ELMASRIOUI Joumana	Pr Ass	Physiologie
274	FOURA Salma	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
275	LASRI Najat	Pr Ass	Hématologie clinique
276	BOUKTIB Youssef	Pr Ass	Radiologie
277	MOUROUTH Hanane	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
278	BOUZID Fatima zahrae	Pr Ass	Génétique
279	MRHAR Soumia	Pr Ass	Pédiatrie
280	QUIDDI Wafa	Pr Ass	Hématologie
281	BEN HOUMICH Taoufik	Pr Ass	Microbiologie-virologie
282	FETOUI Imane	Pr Ass	Pédiatrie
283	FATH EL KHIR Yassine	Pr Ass	Traumato-orthopédie
284	NASSIRI Mohamed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
285	AIT-DRISS Wiam	Pr Ass	Maladies infectieuses
286	AIT YAHYA Abdelkarim	Pr Ass	Cardiologie
287	DIANI Abdelwahed	Pr Ass	Radiologie
288	AIT BELAID Wafae	Pr Ass	Chirurgie générale

289	ZTATI Mohamed	Pr Ass	Cardiologie
290	HAMOUCHE Nabil	Pr Ass	Néphrologie
291	ELMARDOULI Mouhcine	Pr Ass	Chirurgie Cardio-vasculaire
292	BENNIS Lamiae	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
293	BENDAOUD Layla	Pr Ass	Dermatologie
294	HABBAB Adil	Pr Ass	Chirurgie générale
295	CHATAR Achraf	Pr Ass	Urologie
296	OUMGHAR Nezha	Pr Ass	Biophysique
297	HOUMAID Hanane	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
298	YOUSFI Jaouad	Pr Ass	Gériatrie
299	NACIR Oussama	Pr Ass	Gastro-entérologie
300	BABACHEIKH Safia	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
301	ABDOURAFIQ Hasna	Pr Ass	Anatomie
302	TAMOUR Hicham	Pr Ass	Anatomie
303	IRAQI HOUSSAINI Kawtar	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
304	EL FAHIRI Fatima Zahrae	Pr Ass	Psychiatrie
305	BOUKIND Samira	Pr Ass	Anatomie
306	LOUKHNATI Mehdi	Pr Ass	Hématologie clinique
307	ZAHROU Farid	Pr Ass	Neurochirurgie
308	MAAROUFI Fathillah Elkarim	Pr Ass	Chirurgie générale
309	EL MOUSSAOUI Soufiane	Pr Ass	Pédiatrie
310	BARKICHE Samir	Pr Ass	Radiothérapie
311	ABI EL AALA Khalid	Pr Ass	Pédiatrie
312	AFANI Leila	Pr Ass	Oncologie médicale
313	EL MOULOUA Ahmed	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
314	LAGRINE Mariam	Pr Ass	Pédiatrie
315	OULGHOUL Omar	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
316	AMOCH Abdelaziz	Pr Ass	Urologie
317	ZAHLAN Safaa	Pr Ass	Neurologie
318	EL MAHFOUDI Aziz	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
319	CHEHBOUNI Mohamed	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
320	LAIRANI Fatima ezzahra	Pr Ass	Gastro-entérologie
321	SAADI Khadija	Pr Ass	Pédiatrie

322	DAFIR Kenza	Pr Ass	Génétique
323	CHERKAOUI RHAZOUANI Oussama	Pr Ass	Neurologie
324	ABAINOU Lahoussaine	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
325	BENCHANNA Rachid	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
326	TITOU Hicham	Pr Ass	Dermatologie
327	EL GHOUL Naoufal	Pr Ass	Traumato-orthopédie
328	BAHI Mohammed	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
329	RAITEB Mohammed	Pr Ass	Maladies infectieuses
330	DREF Maria	Pr Ass	Anatomie pathologique
331	ENNACIRI Zainab	Pr Ass	Psychiatrie
332	BOUSSAIDANE Mohammed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
333	JENDOUDI Omar	Pr Ass	Urologie
334	MANSOURI Maria	Pr Ass	Génétique
335	ERRIFAIY Hayate	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
336	BOUKOUB Naila	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
337	OUACHAOU Jamal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
338	EL FARGANI Rania	Pr Ass	Maladies infectieuses
339	IJIM Mohamed	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
340	AKANOUR Adil	Pr Ass	Psychiatrie
341	ELHANAFI Fatima Ezzohra	Pr Ass	Pédiatrie
342	MERBOUH Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
343	BOUROUMANE Mohamed Rida	Pr Ass	Anatomie
344	IJDDA Sara	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques

LISTE ARRETEE LE 09/01/2024



DÉDICACES



Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut ... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que :



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

الله

Tout d'abord à ALLAH

*Le tout puissant et miséricordieux, qui m'a
donné la force et la patience d'accomplir ce
modeste travail. Qui m'a inspiré et guidé dans le
bon chemin, Je lui dois ce que je suis devenue.
Louanges et remerciements pour sa clémence et
sa miséricorde*

اللهم لك الحمد حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه عدد خلقك ورضى نفسك
وزنة عرشك ومداد كلماتك اللهم لك الحمد ولك الشكر حتى ترضى
ولك الحمد ولك الشكر عند الرضى ولك الحمد ولك الشكر دائماً وأبداً
على نعمتك.

A ma très chère MAMAN NAJIA ELHIDANI,

A la mère exceptionnelle dont j'ai la fierté d'être sa fille. Que serait ma vie sans toi maman ? Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'amour et l'attachement que je te porte ma très chère, toi qui m'a porté, accompagné, éduqué et surtout comblé d'amour et d'affection. Tu as toujours été mon réconfort, mon guide, mon repère et ma certitude. Tu es la personne à qui je dois absolument tout. Tu es tout pour moi, et je n' imagine jamais ma vie sans toi. J'ai vu le jour grâce à toi et ma vie a pris un sens via tout ce que tu m'as appris, apporté, offert et donné. Tu m'as transmis tes valeurs, tes principes, qui ont forgé mon éducation et ma personnalité au fil des années. J'espère être à la hauteur de l'éducation que tu m'as inculquée et ne jamais te décevoir. Tes prières, ton amour et ton soutien ont toujours été ma source de motivation. Ta bénédiction m'a été d'un grand secours tout au long de ma vie. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Puisse Dieu te protéger du mal, te combler de santé et de bonheur et te procurer longue vie afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois. Je t'aime, MAMAN !

A mon très cher PAPA AABID ELAMRAZI,

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts que tu as fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Tu as toujours eu confiance en moi et tu m'as offert l'encouragement et le soutien tout au long de mes années d'étude. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et les vraies valeurs de la réussite dans la vie: discipline et honnêteté. Ce travail est le fruit de tes sacrifices pour mon éducation et ma formation. Tout ce que j'ai réalisé n'aurait pas été possible sans toi. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. En ce jour mémorable, reçois cet humble travail en signe de mon profond amour et ma vive reconnaissance. J'espère avoir été digne de ton estime, et je prie Dieu pour que je puisse un jour honorer ton nom et t'en rendre fier. Puisse le Tout-Puissant préserver ton sourire, te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour. Je t'aime, PAPA !

A ma merveilleuse sœur ZINEB ELAMRAZI,

Tu es ma petite sœur chérie qui a comblé ma vie de bonheur dès le jour de sa naissance. Je suis si fière d'être ta grande sœur et je serai toujours là pour toi, pour te guider, te protéger et t'aider à réaliser tes rêves. Je remercie Dieu pour ta présence, car tu es source de bonheur et de réconfort. Tu es ce petit rayon de soleil qui procure chaleur et tendresse à mes journées. Tu as toujours cru en moi, et j'espère ne jamais te décevoir, ma petite. Je te souhaite un avenir florissant et une vie pleine de bonheur et beaucoup de réussite. Puisse Dieu te protéger, te procurer santé, longue vie, et t'aider à exaucer tes vœux les plus chers. J'espère que tu seras toujours fière de ta grande sœur. Qu'Allah nous garde à jamais unis dans la joie et la prospérité. Je t'aime, ZANOUBA !

A mon petit frère YASSINE ELAMRAZI,

Tu es mon petit frère adoré, que je vois grandir et s'épanouir comme je ne l'avais jamais vu auparavant. Merci d'exister. Je suis très fière d'avoir quelqu'un aussi intelligent comme petit frère. L'amour que je te porte est sans égal. Je te souhaite tout le bonheur et le succès que tu mérites. Que Dieu te bénisse et te guide vers le meilleur incha Allah. Puissions-nous rester unis dans la tendresse et fidèles à l'éducation que nous avons reçue. Je t'aime!

*À la mémoire de mes grands-parents maternels et paternels,
Je suis fière d'être votre petite fille, et je ne vous oublie jamais.
Que la clémence de Dieu règne sur vous et que sa miséricorde
apaise votre âme.*

*A` la mémoire de mon oncle MOULEY DRISS, mon oncle SIDI
MOHAMMED et mon oncle MUSTAPHA, et H'bibti
RACHIDA,*

*Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi et aux
souvenirs passés ensemble. Que Dieu tout puissant ait vos
AMES dans sa sainte miséricorde, et vous accueille dans son
éternel paradis*

A mes tantes et mes oncles,

*Vous m'avez toujours entourée d'amour et d'affection, d'aide et
de support. En témoignage de mon attachement, de ma grande
considération, et du respect que j'ai pour vous, je vous dédie ce
travail. Tous mes vœux de bonheur et de santé.*

*A MES MERVEILLEUX FATIMA-ZAHRA BOUDYNAR,
MAJDA BOUDYNAR, MERIEM AIT CHERIF, MOURAD
AIT CHERIF ET MOHAMMED BOUDYNAR,*

*Je tiens à vous exprimer toute ma gratitude pour votre
présence constante et sincère. Votre soutien inconditionnel et
les moments partagés ont enrichi ma vie de manière
indescriptible. Merci d'être mes meilleurs cousins et cousines
exceptionnels.*

A tous mes cousins et cousines,

Aux âmes douces et bienveillantes. Que ce travail soit l'expression de mon affection et mes sentiments les plus chers

A ma chère ASMAE EL HOUMMADI,

Cette humble dédicace ne saurait exprimer mon grand respect et ma profonde estime. Qu'Allah te protège

À mon oncle MOHAMMED KHIBAL, à sa femme KHADIJA et à leurs enfants FATIME-ZAHRA, ZINEB et YASSIR,

Pour votre soutien indéfectible, votre encouragement constant et votre amour inconditionnel tout au long de mon parcours académique, je dédie cette thèse. Vos conseils avisés et votre présence bienveillante ont été une source inestimable d'inspiration. Merci pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi.

A toute ma famille,

Aucun langage ne serait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

*A mes amies intimes NIAMA ELHASNAOUI, BISSAM
ELMOUMEN, MERYEM ELHILALE et NOUR-IMANE EL
RHARBALI,*

À mes confidentes et à mes « AMIGOS »,

*Merci d'être là pour moi, dans les bons moments comme dans
les moins bons. Aujourd'hui, alors que nous franchissons
ensemble cette dernière étape dans ce parcours universitaire,
je veux prendre un moment pour vous remercier du fond du
cœur. Merci d'avoir été mes compagnes de voyage les plus
fidèles, mes épaules sur lesquelles m'appuyer et mes miroirs les
plus honnêtes. Sans votre soutien inconditionnel, je ne serais
pas là où je suis aujourd'hui, prête à affronter les défis qui
m'attendent. Cette soutenance est autant la vôtre que la
mienne. Chacune de vous a contribué à façonner la femme que
je suis devenue, et je suis honorée de partager ce moment avec
vous. Que cette réussite d'aujourd'hui soit le fruit de notre
amitié indestructible. Peu importe où la vie nous mène, je sais
que notre amitié restera un phare dans les moments sombres,
une source de joie et de réconfort dans les temps difficiles. Mes
chères amies, mes sœurs de cœur, je vous dédie cette
soutenance avec tout mon amour, ma gratitude et ma
reconnaissance éternels.*

A ma chère OUMAIMA OULOUGOUM, à ma sœur de cœur :

*A ta générosité démesurée, aux nuits blanches et aux fous rires
qu'on a partagés. Je n'ai jamais cessé d'admirer la personne
merveilleuse que tu es, et je tenais à te remercier et t'exprimer
ma reconnaissance pour tout ce que tu as pu faire pour moi. Je
te dédie cette thèse en témoignage de toutes ses belles années à
tes côtés et pour tous les prochains moments qu'on partagera.*

A ma chère AHLAM CHAIB,

Notre amitié était comme une évidence. En hommage à tous les merveilleux moments qu'on a passé ensemble, et à nos bons souvenirs pleins de délires et de fous rires. Je te dédie ce modeste travail en témoignage de ma loyauté inconditionnelle envers ce lien fort qui nous unit. Sur ce, je te souhaite plein de bonheur et de réussite dans ta vie personnelle et professionnelle.

A mes chères amies d'enfance HIBA ELBOUZIDI, IMANE REGHINI, SARA IKIKER, MERIEM TAOUIL ET SOUKAINA NAJDI,

En mémoire de tous nos agréables souvenirs vécus ensemble, et aux liens solides qui nous unissent, je vous dédie ce travail avec toute affection. Que DIEU vous protègent et garde notre amitié à l'éternité

A la douce AABIR FARGHSAOUI MON BINOME DE GARDE,

Ton esprit calme, ton innocence et ta sagesse m'ont toujours marquée. Ton amitié m'était un réel plaisir, et nos conversations même occasionnelles étaient toujours utiles. Garde ton bon cœur, il saura toujours te guider. Que DIEU illumine ton chemin et te comble de bonheur et de succès, dans ta vie personnelle ainsi que professionnelle

*A mon amie fidèle OUMAIMA AIT TAARABT,
Je m'estime chanceuse de te connaître, conserve-toi ton cœur
généreux et la belle âme que tu possèdes. Merci pour tous les
moments de partage et de plaisir qu'on a passés ensemble.
J'implore Dieu qu'il t'apporte bonheur, succès et exauce tes
rêves les plus chers.*

*A mon cher ami IMAD,
A l'homme au grand cœur que tu es, les gens comme toi
se font rares. Je te dédie cette thèse en guise de
remerciements pour ton soutien, ton encouragement et
ta générosité, je t'en serai à jamais reconnaissante.*

*A ma chère amie SAMAH EDDAOUDI,
A tous ces bons moments passés ensemble, à nos souvenirs. Je
suis très heureuse de t'avoir dans ma vie. Je souhaite que nous
puissions rester unis dans la tendresse et la fidélité*

*A mes chers amis et collègues MARIAM OUADAA,
NOUHAILA AMIMI, CHAIMA ELACHBALI, TAHHA
ELASSALI, IMANE EL BARDAOUI, IKRAM EL OUAFFRI,
WIAM EL HORRE, MANAR EL MADI, M'HAMMED EL
KHARASS, NOUAAMA BAKRI, HAFSA EL BOUAAMI,
DOUNIA EL HADDAJI, YOUNES AMIME,*

*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous
exprimer mon affection et mes pensées. Je vous souhaite tout le
bonheur et toute la réussite dans la vie. Trouvez dans ce
travail, mon estime, mon respect et mon amour.*

Dédicaces spéciales à l'équipe de chirurgie orthopédique-traumatologie CHU Mohammed VI et spécialement au Dr NIZAR NOUIDI et à Mme FADOUA, pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité exemplaire.

*A mes maîtres de l'enseignement primaire, de l'enseignement secondaire, et de l'enseignement supérieur,
En témoignage de mon affection et respect*

A tous mon groupe d'externat et mes amis rencontrés à la FMPM A tous ceux connus ou inconnus qui vont feuilleter un jour ce travail. À tous les malades... Je leur souhaite prompt rétablissement A tous ceux dont l'oubli de la plume n'est pas celui du cœur.

Et finalement :





REMERCIEMENT



A NOTRE CHER MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

Mr LE PROFESSEUR IMAD ABKARI

*Professeur et chef de service de chirurgie orthopédique -
traumatologique CHU Mohammed VI*

*C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant de
juger ce travail de thèse et de présider notre jury. Nous
apprécions votre rigueur et nous portons une grande
considération pour vos qualités humaines et pour vos
compétences professionnelles. Nous saisissons cette occasion
pour vous témoigner de notre respect et notre gratitude.*

A NOTRE CHER MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE

Mr LE PROFESSEUR MOHAMED AMINE BENHIMA

*Professeur de chirurgie orthopédique -traumatologique CHU
Mohammed VI*

*Je vous remercie, cher maître, de m'avoir fait confiance en me
confiant ce travail. Vos qualités humaines et pédagogiques
m'inspirent beaucoup d'admiration et de respect. Je vous
remercie aussi pour votre bienveillance, pour vos conseils et
pour votre accompagnement tout au long de mon travail de
thèse. J'espère avoir été à la hauteur de votre confiance et de
vos attentes. Veuillez trouver ici, cher maître, le témoignage de
ma vive gratitude, de mes sentiments les plus distingués et de
ma plus haute considération.*

A NOTRE CHÈRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :

Mr LE PROFESSEUR RACHID CHAFIK

*Professeur de chirurgie orthopédique -traumatologique à
l'Hôpital Ibn Tofaïl de Marrakech*

*C'est un grand honneur que vous jugiez notre travail de thèse.
Permettez- moi de vous remercier sincèrement pour votre
présence. Votre bienveillance et générosité méritent toute
l'admiration. Veuillez accepter, cher maître, l'expression de
mon respect le plus profond et de ma gratitude sincère.*

A NOTRE CHÈRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :

Mr LE PROFESSEUR OMAR MARGAD

*Professeur et chef de service de chirurgie orthopédique -
traumatologique Hôpital militaire Avicenne*

*Vous m'avez fait l'honneur d'accepter de faire partie de cet
honorables jury et je vous remercie de la confiance que vous
avez bien voulu m'accorder. Votre gentillesse et votre accueil
très aimable m'ont particulièrement marquée. Veuillez
accepter, cher maître, dans ce travail l'expression de ma
reconnaissance et mon profond respect.*



FIGURES & TABLEAUX



Liste des figures

- Figure 1** : Répartition selon l'âge.
- Figure 2** : Répartition des segments atteints.
- Figure 3** : La classification de la PSO selon le type.
- Figure 4** : Délai entre la cause de PDS et T1 de la TMI.
- Figure 5** : Délai entre les deux temps de la TMI.
- Figure 6** : Radiographie de contrôle à 14 mois objectivant une consolidation osseuse totale chez un patient de notre série d'étude.
- Figure 7** : Radiographie de contrôle à 16 mois de la TMI chez une patiente de notre série objectivant consolidation totale.
- Figure 8** : La répartition de la satisfaction.
- Figure 9** : Evaluation des résultats de la technique de la MI chez un patient de notre série ayant initialement une PSO d'origine post-traumatique.
- Figure 10** : The "diamond concept" décrit par Peter Giannoudis.
- Figure 11** : La classification de Paley et Catagni.
- Figure 12** : Le 1er temps de la membrane induite suite à une PSO secondaire.
- Figure 13** : Image peropératoire : Ablation du ciment.
- Figure 14** : Images peropératoire du deuxième temps de la membrane induite :
A. Intégration du greffon dans l'axe du fémur, B. fixation par plaque.
- Figure 15** : image radiologique du deuxième temps de la membrane induite
- Figure 16** : La technique des membranes induites de Masquelet – étapes et modifications possibles.
- Figure 17** : Résultats de l'étude de Klaue avec 4 groupes
- Figure 18** : Coupes de la membrane induite.

Liste des tableaux

- Tableau I** : La répartition des antécédents.
- Tableau II** : Indications du traitement par la technique de la MI.
- Tableau III** : La greffe osseuse utilisée dans notre série.
- Tableau IV** : Type de fixation utilisé durant T2.
- Tableau V** : Délai de recul de nos patients.
- Tableau VI** : La classification de de la SOFCOT.
- Tableau VII** : Une comparaison entre l'autogreffe et l'allogreffe.
- Tableau VIII** : Indication de traitement par technique de la MI selon les études.
- Tableau IX** : Segments reconstruits selon les études.
- Tableau X** : La répartition des PSO selon les auteurs.
- Tableau XI** : Délai entre la cause de la PDS et le premier temps de la technique.
- Tableau XII** : Le spacer utilisé durant T1 selon les études.
- Tableau XIII** : Le type d'ostéosynthese utilisé en T1 selon les études.
- Tableau XIV** : Le délai entre T1 et T2 selon les études.
- Tableau XV** : Type de greffe utilisée selon les études
- Tableau XVI** : Ostéosynthèse utilisée en T2 selon les séries.
- Tableau XVII** : Délai de recul et taux de consolidation dans les études.



ABBREVIATIONS



Liste des abréviations :

PSO/PDS	:	Perte de substance osseuse
MI	:	Membrane induite
PMMA	:	Poly Méthacrylate de Méthyle Acrylique
CHU	:	Centre Hospitalier Universitaire
ATCD	:	Antécédent
TMI	:	Technique de la membrane induite
T1	:	Premier temps de masquetelet
T2	:	Deuxième temps de masquetelet
PSA	:	Pseudarthrose aseptique
PSD	:	Pseudarthrose
SOFCOT	:	Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique
AMO	:	Ablation de Matériel d'Ostéosynthèse.
FE	:	Fixateur Externe
ECM	:	Enclouage centromédullaire
ECMES	:	Enclouage centromédullaire élastique stable
Fr	:	Fracture
Rx	:	Radio
RIA	:	Reamer irrigator aspirator
DOC	:	Defect osseux critique
TOLV	:	Transfert osseux libre
GITF	:	Greffe intertibiofibulaire
TOV	:	Transfert osseux vasculaire
TOS	:	Transfert osseux segmentaire
BMP	:	Bone morphogenic protein

VEGF	:	Vascular endothelial growth factor
TGF	:	Transforming growth factor
CS	:	Cortico-spongieux (se)
DO	:	Distraction ostéogénique
ELISA	:	Enzyme-linked immunosorbent assay
MSTS	:	Musculoskeletal Tumor Score
TS	:	Très satisfait
S	:	Satisfait
D	:	Déçu



PLAN



INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	3
I. Matériel :.....	4
1. Type d'étude :.....	4
2. Objectifs de l'étude :.....	4
3. Population d'étude :.....	4
3.1.Critères d'inclusion :.....	4
3.2.Critères d'exclusion :.....	4
4. Présentation de la série :.....	5
4.1.L'âge :.....	5
4.2. Le sexe :.....	5
4.3. Les antécédents :.....	5
4.4. Le côté atteint/opéré :.....	6
II. Méthodes :.....	6
1. Recueil des données :.....	6
1.1.L'indication :.....	6
1.2.La localisation de la perte de substance osseuse :.....	7
1.3.Le segment osseux de la PSO :.....	7
1.4.La classification de la PSO :.....	8
1.5.Le nombre des interventions préalables :.....	8
1.6.La reconstruction des parties molles :.....	8
2. L'évaluation des résultats :.....	9
2.1.L'évaluation de la durée de recul :.....	9
2.2.L'évaluation de consolidation :.....	9
2.3.L'évaluation fonctionnelle :.....	9
2.4.L'évaluation des complications :.....	9
3. Considérations éthiques :.....	10
4. Obstacles et difficultés :.....	10
RESULTATS	11
I. Le premier temps de la technique (T1):	12
1. Délai entre la cause de la PDS et T1 :.....	12
2. Le ciment utilisé :.....	12
3. Type de fixation en T1 :.....	12

II. Le Deuxième temps de la technique (T2):	13
1. Délai entre les deux temps :	13
2. Type de greffe osseuse utilisée :	13
3. Type de fixation en T2 :	14
4. Nombre total d'interventions :	14
III. Follow-up :	15
1. Durée de recul :	15
2. La consolidation :	15
3. L'autorisation d'appui :	17
4. Evaluation des résultats :	17
5. Les complications :	19
5.1. Les complications majeures :	19
5.2. Les complications mineures	19
DISCUSSION	20
I. La consolidation osseuse :	21
II. Les pertes de substance osseuse et classifications :	22
1. La classification de la SOFCOT :	22
2. La classification de Paley et Catagni :	23
III. La reconstruction des PSO :	24
1. La technique de la membrane induite :	24
1.1. Historique[2,16]:	24
1.2. Description des temps opératoires[8,16,17] :	25
1.3. Les données expérimentales :	31
2. Les alternatives chirurgicales :	33
2.1. Autogreffes classiques (sans membrane induite préalable) :	33
2.2. Allogreffes osseuses [31,32]	33
2.3. La distraction ostéogénique (DO) par transport osseux [32] :	34
2.4. Technique de Papineau [36]:	35
2.5. La greffe intertibiofibulaire[38]:	35
DISCUSSION DE LA SERIE HOSPITALIERE	36
I. L'indication de la technique chirurgicale :	37
1. En fonction de l'étiologie :	37
2. En fonction de la localisation de la PSO :	38
3. En fonction de la PSO :	39

II. La technique chirurgicale :	40
1. Le premier temps de la technique de la MI:.....	40
1.1.Délai entre la cause de la PDS et T1 :	40
1.2.Type de ciment utilisé :.....	41
1.3.Type de fixation en T1 :	42
2. Le deuxième temps de la technique de la MI :.....	43
2.1.Le délai entre les deux temps :.....	43
2.2.Le type de greffe utilisée :.....	44
2.3.La stabilisation osseuse au T2 :.....	45
III. Evaluation post-opératoire :	46
1. La consolidation :.....	46
2. L'appui :	47
3. L'évaluation fonctionnelle :.....	48
4. Les complications:.....	48
4.1. Les complications majeures :	48
4.2. Les complications mineures :	49
IV. Les Autres techniques de reconstruction osseuse:	50
LIMITE DE NOTRE ETUDE	51
CONCLUSION	53
ANNEXES	55
RESUME	64
BIBLIOGRAPHIE	71



INTRODUCTION



La reconstruction des pertes de substance osseuse représente un défi thérapeutique majeur en termes de la consolidation osseuse et de rétablissement de la fonction. Diverses techniques [1] ont été décrites, notamment l'autogreffe avec fibula non vascularisée ou greffe d'os spongieux, la greffe osseuse vascularisée, le transport osseux par technique d'Ilizarov, ainsi que la transplantation massive d'allogreffes. Plus récemment, les avancées en ingénierie tissulaire ont ouvert de nouvelles perspectives dans ce domaine.

Toutes ces modalités thérapeutiques présentent des avantages démontrés, cependant, certaines d'entre elles sont particulièrement exigeantes [1], surtout dans notre contexte, et leur utilisation est souvent faible en raison de contraintes financières ou logistiques.

Récemment, A.C. Masquelet a introduit une technique innovante connue sous le nom de « membrane induite ». Cette approche de reconstruction osseuse, réalisée en deux étapes, implique initialement l'interposition d'un ciment acrylique, induisant la formation d'une membrane périphérique. Dans une seconde étape, le spacer est retiré tout en préservant cette membrane néoformée, suivie du comblement de la PSO par une greffe osseuse.

Cette technique a été initialement utilisée pour les pertes de substances osseuses diaphysaires chez l'adulte[2] puis chez l'enfant[3], pour des reconstructions de défauts osseux dans un contexte de pseudarthrose septique [4], congénitale[5] ou suite à une résection tumorale[6]. Elle semble offrir une bonne alternative thérapeutique avec résultats prometteurs en termes de consolidation. La simplicité de cette technique contraste avec la complexité des problèmes qu'elle peut résoudre.

Nous allons rapporter dans ce travail, l'expérience du service de traumatologie-orthopédie B au sein du centre hospitalier universitaire Mohamed VI, MARRAKECH, dans l'utilisation de la technique de la membrane induite pour le traitement des pertes de substance osseuse des os longs chez l'adulte.



MATERIELS ET METHODES



I. Matériel :

1. Type d'étude :

Il s'agit d'une étude **rétrospective descriptive** portant sur 18 patients ayant bénéficié d'un traitement par la technique de la membrane induite pour des pertes de substance osseuse des os longs, avec un total de 21 dossiers traités initialement. Les interventions ont été menées au sein du service de chirurgie traumatologique orthopédique B au Centre Hospitalier Universitaire Mohammed VI à Marrakech. La période de notre étude s'étend sur une période de 5 ans et 10 mois (de Mars 2018 à Décembre 2023).

2. Objectifs de l'étude :

Cette étude vise à évaluer nos résultats suite à l'utilisation de la technique de la MI dans la gestion des PDS osseuses diaphysaires et métaphysaires secondaires à la chirurgie traumatique, infectieuse et tumorale.

3. Population d'étude :

3.1. Critères d'inclusion :

Adultes hommes et femmes ayant plus de 18 ans présentant une perte de substance osseuse d'origine traumatique ou non traumatique traités dans le service de traumatologie B au CHU Mohammed VI de MARRAKECH.

3.2. Critères d'exclusion :

- ❖ Les patients dont les dossiers sont inexploitable.
- ❖ Les perdus de vue.
- ❖ Les patients ayant bénéficié d'une autre technique de reconstruction osseuse.

4. Présentation de la série :

4.1. L'âge :

L'âge moyen des patients de notre série (au moment du T1 de la MI) était de 38,38 ans avec des extrêmes allant de 19 ans à 60 ans. (Figure 1)

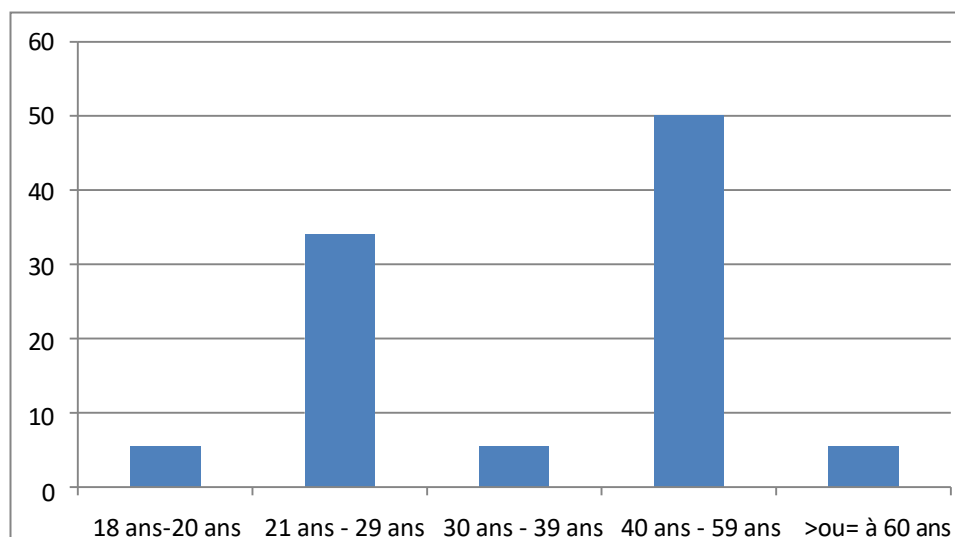


Figure 1 : Répartition selon l'âge

4.2. Le sexe :

Notre série se compose de 13 hommes et 5 femmes, avec un sex ratio de 2,6.

4.3. Les antécédents :

Sur les 18 patients étudiés, seulement 4 patients avaient des ATCD particuliers, soit 22%.

Tableau I : la répartition des antécédents:

Les ATCD	Effectif	pourcentage
Le diabète	2	11%
La dysthroidie	1	5,5%
Le tabagisme	1	5,5%

4.4. Le côté atteint/opéré :

Dans notre série, l'atteinte du côté droit était prédominante.

- Côté droit : 11 patients (62%).
- Côté gauche : 7 patients (38%).

II. Méthodes :

1. Recueil des données :

L'analyse de nos observations a été faite à partir d'une fiche d'exploitation (Annexe 1) dans laquelle plusieurs éléments sont rapportés à savoir les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutives. Les résultats de cette analyse seront confrontés ultérieurement à ceux de la littérature.

1.1. L'indication :

Tous les patients dans notre série ont été admis pour des PSD segmentaires d'origine traumatique et non traumatique, dont l'indication du traitement par la procédure de MI a été répartie comme suit :

- Les PSD septiques et aseptiques.
- Les ostéites chroniques.
- Les tumeurs osseuses.

L'étiologie dominante était la PSD aseptique dans 72,3% des cas.

Tableau II : Les indications du traitement par la technique de la MI:

Indication de la MI		Effectif	Pourcentage	
Post-traumatique	PSD septique	2	11,1%	83,4%
	PSD aseptique	13	72,3%	
Tumeur osseuse		2	11,1%	11,1%
Osteite		1	5,5%	5,5%

1.2. La localisation de la perte de substance osseuse :

Les os concernés par la reconstruction par la méthode de la membrane induite dans notre série étaient: le tibia dans 39%(soit 7 cas), le fémur dans 39% (soit 7cas), l'humérus dans 11% (soit 2 cas), le radius dans 11% (soit 2 cas).

1.3. Le segment osseux de la PSO :

Le site de la PSO était diaphysaire dans 72,5% des cas (soit 13 patients), métaphysaire dans 22% des cas (soit 4 patients) et métaphyso-diaphysaire dans 5,5% des cas (soit 1 seul cas). (Figure 2)

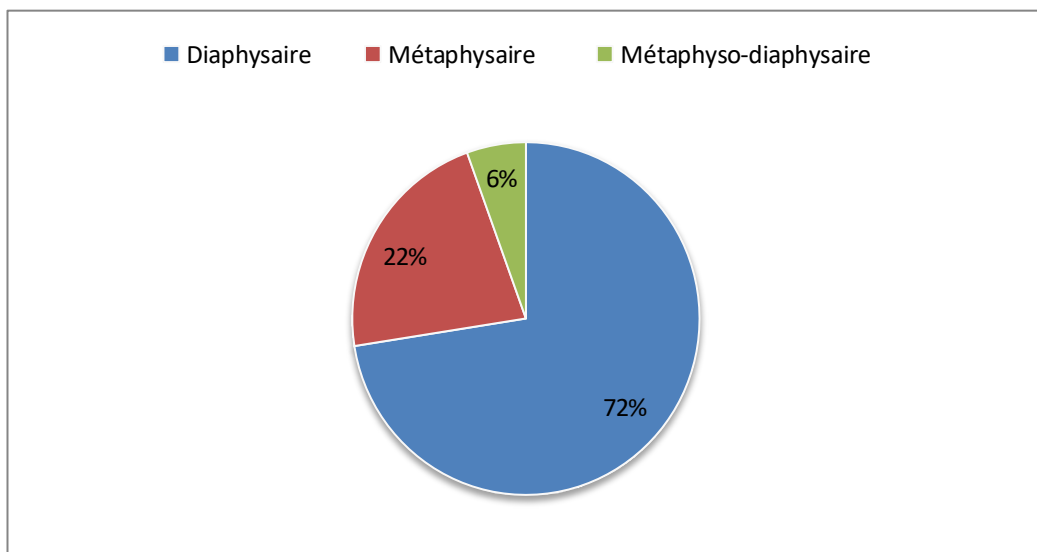


Figure 2 : Répartition des segment atteints .

1.4. La classification de la PSO :

L'étendue des PSO a été évaluée selon la longueur du grand axe (radiologiquement et en peropératoire). Pour classer les PSO traitées dans notre série, on a eu recours à la classification proposée lors du congrès de la SOFCOT en 2010 et utilisée depuis ce temps dans toutes les séries internationales publiées[7].

La moyenne de la PSO est de 8,13 cm avec des extrêmes de 4 cm (un seul patient) et 14 cm (un seul patient), la majorité des PSO étaient classées stade III et IV selon la classification de la SOFCOT. (Figure 3)

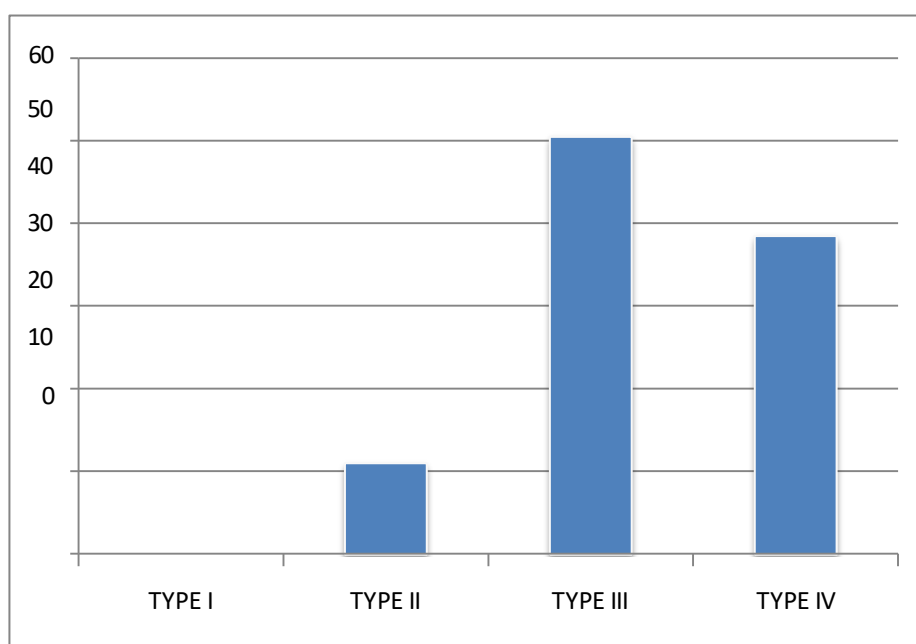


Figure 3 : Répartition de la PSO selon le type

1.5. Le nombre des interventions préalables :

Le nombre d'interventions préalables réalisées à but orthopédique chez nos patients variait entre 3 au maximum et 1 au minimum avec une moyenne de 1,5.

1.6. La reconstruction des parties molles :

La reconstruction préalable des parties molles a été nécessaire chez un seul patient ayant présenté une fracture ouverte de la jambe (par lambeau fascio-cutané).

2. L'évaluation des résultats :

2.1. L'évaluation de la durée de recul :

Par convention, le recul a été calculé à partir du 2ème geste de la technique (moment de la greffe).

2.2. L'évaluation de consolidation :

La consolidation osseuse est considérée comme acquise, lorsqu'il existait au moins 2 corticales continues sur 2 incidences radiologiques (de face et de profil). Nous avons évalué la consolidation osseuse chez les patients dont le recul était $>$ à 4 mois (durée minimale nécessaire à la consolidation selon Masquelet) [8].

2.3. L'évaluation fonctionnelle :

Lors de la dernière consultation de contrôle, nous avons fait remplir un questionnaire subjectif, le Musculoskeletal Tumor Score (MSTS), permettant d'obtenir un score fonctionnel pour tous les patients consolidés. Pour les membres supérieurs (Annexe 3), ce score évalue la douleur, la fonction, l'acceptation émotionnelle, la capacité à soulever des charges, le positionnement des mains et la dextérité. Pour les membres inférieurs (Annexe 2), ce score évalue la douleur, la fonction, l'acceptation émotionnelle, la marche et la démarche. le système attribue des valeurs numériques (allant de 0 à 5) à chacune des six catégories ; le résultat sur 30 ont été converties en pourcentage afin de faciliter l'évaluation ultérieurement [9].

2.4. L'évaluation des complications :

Nous avons déterminé deux catégories de complications. Les complications majeures étaient définies comme menaçant le pronostic fonctionnel du membre et nécessitant une reprise chirurgicale (l'infection, la non-union, l'amputation, la résorption du greffon). Les autres complications dites mineurs regroupaient toutes celles ne menaçant pas le pronostic fonctionnel du membre (les inégalités de longueur de membre, les raideurs articulaires, les instabilités articulaires, les complications au niveau du site de prélèvement,...). Cette distinction permet une évaluation plus précise des résultats du traitement.

3. Considérations éthiques :

Dans notre étude, le consentement éclairé a été obtenu chez les patients avant d'entamer les étapes de la technique de la membrane induite. Ceci était essentiel pour garantir une pleine compréhension et participation aux différents aspects de la procédure, les risques potentiels et les alternatives possibles. Ce processus impliquait de fournir aux patients des informations détaillées sur le technique, y compris son objectif, son déroulement, les résultats attendus, les éventuelles complications, les soins postopératoires nécessaires et les implications à long terme de la procédure.

Il est également important de noter que le recueil des données a été effectué dans le respect de l'anonymat des patients et de la confidentialité de leurs informations, conformément aux normes éthiques.

4. Obstacles et difficultés :

Diverses difficultés ont été rencontrées à savoir :

- Difficultés de gestion et de conservation des dossiers des patients
- Dossiers et adresses des patients souvent incomplets
- Certains patients ont été totalement perdus de vue, ce qui constitue une source de biais dans l'évaluation des résultats.



RESULTATS



I. Le premier temps de la technique (T1):

1. Délai entre la cause de la PDS et T1 :

Le délai moyen entre la cause et le premier temps de la technique de la MI était de 12,61 mois avec un minimum de 3 mois (chez 2 patients) et un maximum de 36 mois (2 patients). (Figure 4)

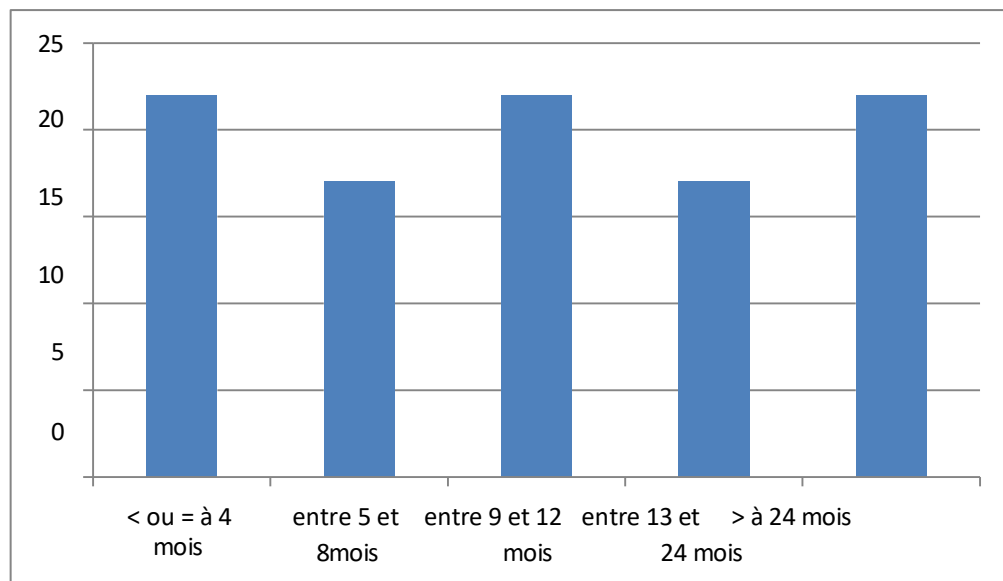


Figure 4 : Délai entre la cause de PDS et T1 de la TMI

2. Le ciment utilisé :

Lors du premier temps de débridement et de mise en place de l'entretoise, le ciment utilisé était dans tous les cas de la série en antibiotique (La gentamycine dans 100% des cas).

3. Type de fixation en T1 :

Le type de fixation utilisé durant le premier temps était dominé par le fixateur externe (50%), suivi par la plaque vissée (39%), et l'enclouage centromédullaire (5,5%) et l'embrochage (5,5%).

II. Le Deuxième temps de la technique (T2):

1. Délai entre les deux temps :

L'intervalle de temps entre les 2 étapes de la technique, variait dans notre série entre 8 semaines comme durée minimale chez 3 patients, et 48 semaines comme durée maximale retrouvée chez 1 seul patient, avec un délai moyen de 22,94 semaines. (Figure 5)

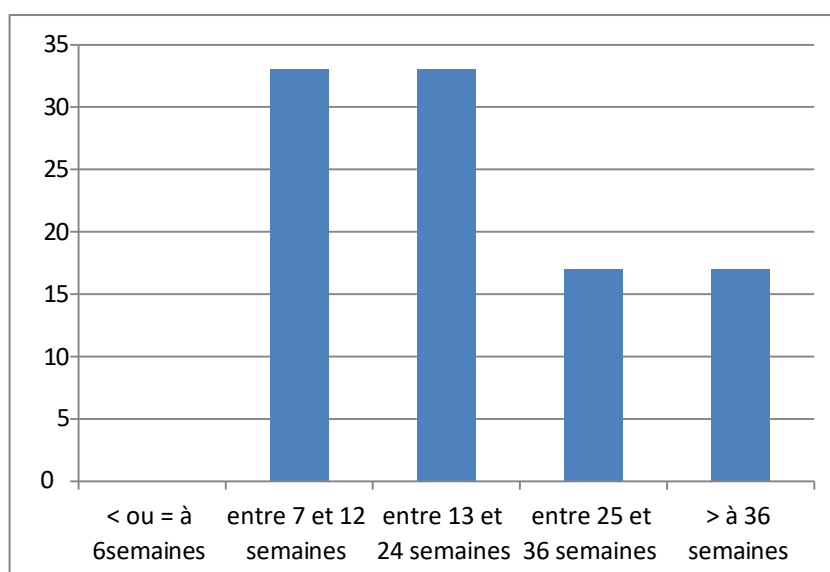


Figure 5 : Délai entre les deux temps de la technique de la membrane induite(TMI)

2. Type de greffe osseuse utilisée :

Dans notre série ,17 patients (soit 94,5%) ont bénéficié d'une autogreffe et un seul patient (soit 5,5%) a bénéficié d'une adjonction d'autogreffe fraîche et une allogreffe (une greffe de la tête fémorale).

En ce qui concerne les patients ayant bénéficié d'une autogreffe, la principale greffe utilisée dans notre série, était prélevée au niveau des crêtes iliaques des patients chez 10 patients (os cortico spongieux), suivie du greffon fibulaire non vascularisé chez 4 cas, de l'association du greffon iliaque et fibulaire chez 3 patients. Aucune greffe au Reamer-irrigator-aspirator (RIA) n'a été utilisée, en motif de manque d'équipement nécessaire.

Tableau III : La greffe osseuse utilisée dans notre série

Greffe		Effectif	Pourcentage	
Autogreffe	Greffe iliaque	10	55,5%	Total= 94,5%
	Greffe fibulaire non vascularisée	4	22%	
	Association iliaque et fibula non vascularisé	3	17%	
	RIA	0	0%	
Allogreffe	Tête fémorale de la banque	1	5,5%	5,5%

3. Type de fixation en T2 :

Durant la 2ème étape de la technique, le matériel d'ostéosynthèse a été modifié chez 53% de nos patients : sur les 9 FE déjà entrepris, 3 ont été maintenus durant le T2, 6 ont été remplacés par une plaque vissée, un ECM et un embrochage ont été convertis en plaque vissée.

Tableau IV: Type de fixation utilisé durant T2

Type de Fixation en T2	Effectif	Pourcentage
Plaque	15	83%
ECM	0	0%
FE	3	17%
Embrochage	0	0%

4. Nombre total d'interventions :

Le nombre d'interventions à but orthopédique, réalisées dans le but d'aboutir à la consolidation (y compris les AMO), était en moyenne de 3,72 interventions avec des extrêmes de 3 à 5.

III. Follow-up :

1. Durée de recul :

Nous avons eu dans notre série un petit échantillon de patients avec un recul globalement réduit allant de 1 mois à 5ans et 11 mois, et une moyenne de 24,2 mois.

Tableau V: Délai de recul de nos patients :

Durée de recul	Effectif	Pourcentage
<ou = à 6mois	3	17%
6mois et 1an	2	11%
>ou = à 1an	13	72%

2. La consolidation :

L'évaluation de la consolidation a été faite chez 15 patients dont le recul était > à 4 mois (durée minimale nécessaire à la consolidation selon Masquelet) :

- 13 ont abouti à la consolidation : Soit 86%
- Le délai moyen de consolidation depuis la greffe (T2) chez ces patients était de 9 mois avec des extrêmes de 5 mois (un seul patient) à 12 mois (2 patients).



Figure 6 : Radiographie de contrôle à 14 mois objectivant une consolidation osseuse totale chez un patient de notre série d'étude.



Figure 7 : Radiographie de contrôle à 16 mois de la TMI chez une patiente de notre série objectivant une consolidation totale.

3. L'autorisation d'appui :

L'autorisation d'appui peut être permise en moyenne au 6ème mois à partir de T2. Dans notre série d'étude, nous avons tenté de mesurer le temps entre T2 et le retour de l'appui pour pouvoir comparer nos résultats à ceux de la littérature mais les données recueillies étaient trop diverses : appui complet, appui partiel, appui contact sans précision chronologique.

4. Evaluation des résultats :

Dans notre étude, le score fonctionnel MSTS moyen des patients consolidés était de 84,07% (50%-100%). En ce qui concerne le taux de satisfaction (l'acceptation émotionnelle) chez les patients consolidés, on retrouve 93% (70% TS et 23 % S) de patients satisfaits et très satisfaits et 7% étaient déçus. (Figure 6)

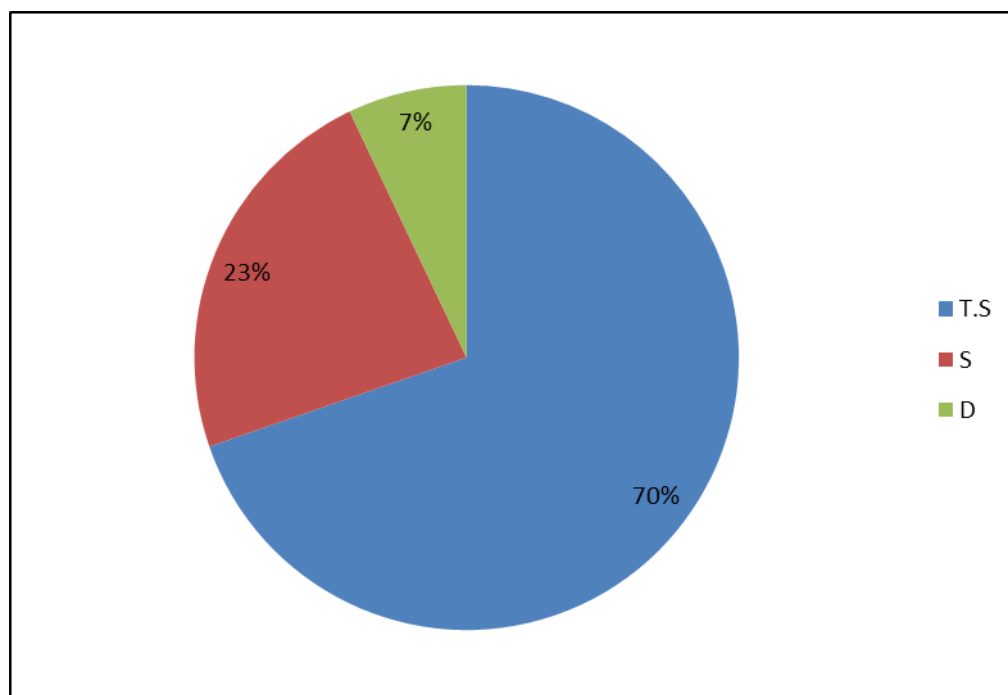


Figure 8 : La répartition de la satisfaction



Figure 9 : Evaluation des résultats de la technique de la MI chez un patient dans notre série ayant initialement une PSO d'origine post-traumatique.

5. Les complications :

5.1. Les complications majeures :

Nous avons noté la survenue de complications majeures chez 3 patients soit 16% des cas étudiés :

- Absence de consolidation (Pseudarthrose aseptique) chez 2 patients nécessitant une ré-intervention chirurgicale (greffe supplémentaire d'origine iliaque).
- Echec de la ré-intervention chirurgicale chez l'un de ces deux patients aboutissant à l'amputation.
- L'infection récurrente chez un seul patient nécessitant une reprise chirurgicale.

5.2. Les complications mineures :

Sur les patients étudiés, 12 patients présentent des complications mineures (soit 61% des cas étudiés). Parmi lesquelles nous retrouvons des douleurs au niveau du site du prélèvement de la greffe dans 2 cas(soit 11%), des raideurs articulaires dans 8 cas(soit 44%), et des inégalités de longueur de membre dans 3 cas(soit 16%), nécessitant le port de semelles orthopédiques.



DISCUSSION



I. La consolidation osseuse :

La consolidation osseuse est un processus physiologique très complexe mais très original[10], aboutissant à la réparation de tissu osseux endommagé non seulement après une fracture, mais également après une ostéotomie, une arthrodèse ou une greffe osseuse.

Son principe repose selon Peter Giannoudis sur la théorie de « Diamond concept »[11] qui combine 5 éléments essentiels : la présence des cellules souches ostéogéniques, une structure ostéo-conductrice, des facteurs de croissance, d'un environnement biomécanique stable et une vascularisation optimale[12] et d'après ce concept, le non-respect de l'un de ces différents ponts peut affecter ce processus[11].

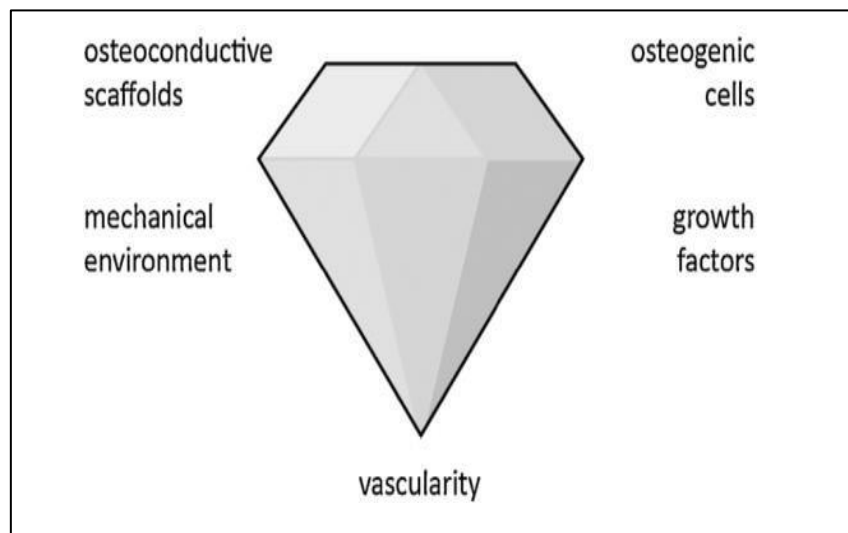


Figure 10 : The "diamond concept" décrit par Peter Giannoudis[13].

II. Les pertes de substance osseuse et classifications :

Les pertes de substance osseuse représentent en effet un défi thérapeutique majeur. Elles peuvent être classées en deux catégories principales : primaire ou secondaire[14].

Les PSO primaires surviennent généralement à la suite d'une fracture ouverte, d'une blessure par arme à feu ou d'une tumeur ostéoclastique. En revanche, les PSO secondaires sont souvent causées par des facteurs tels qu'une exérèse osseuse, une infection ou une pseudarthrose.

Pour les étudier de manière appropriée, nous pouvons utiliser deux classifications principales: celle de la SOFCOT [1]ou celle de Paley et Catagni[1] permettant une évaluation et gestion efficace au moment de de la prise en charge.

1. La classification de la SOFCOT :

En 2010, la SOFCOT a établi une classification des PSO, en 4 groupes, en fonction de la taille :

Tableau VI : La classification de la SOFCOT[1] :

Type I	PSO < 2cm
Type II	$2 \text{ cm} \leq \text{PSO} < 5 \text{ cm}$
Type III	$5 \text{ cm} \leq \text{PSO} < 10 \text{ cm}$
Type IV	PSO $\geq 10 \text{ cm}$

2. La classification de Paley et Catagni :

Une classification de « Paley et Catagni » est utilisée le plus souvent pour les pseudarthroses tibiales avec perte de substance osseuse, on les regroupe selon 2 types :

- « A » pour PSO inférieure à 1cm.
- « B » pour les PSO segmentaires supérieures à 1cm avec des sous-types étudiant le raccourcissement

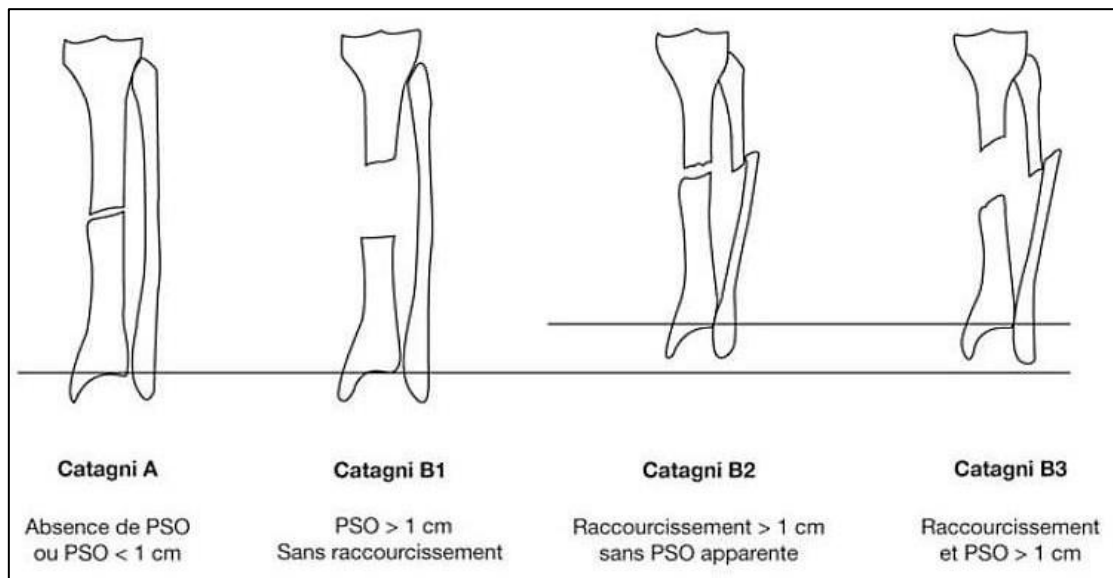


Figure 11 : La classification de Paley et Catagni[1]-

III. La reconstruction des PSO :

La technique de la membrane induite, le greffon iliaque ou fibulaire, l'allogreffe, l'ostéogénèse par distraction, le transfert osseux vascularisé, la technique de Papineau et la greffe intertibiofibulaire sont les stratégies chirurgicales les plus courantes pour traiter ces défauts osseux importants[15].

1. La technique de la membrane induite :

1.1. Historique[2,16]:

La technique de la membrane induite a été décrite pour la première fois en 1986. Il s'agit d'une technique innovante en 2 temps chirurgicaux permettant le traitement de PSO des os longs. Cette procédure en deux étapes a donné des résultats de guérison satisfaisants, indépendamment de la taille du défaut osseux.

Lorsque ces résultats ont été discutés lors du premier congrès de la Fédération européenne des sociétés de microchirurgie à Rome en 1992, des chirurgiens allemands ont rapporté de mauvais résultats avec une procédure similaire en deux temps (données non publiées).

Auparavant, cette membrane était considérée comme une réaction fibreuse à un corps étranger qu'il fallait systématiquement réséquer. Tous les auteurs de l'époque réalisaient une excision large de cette membrane mais A.C Masquelet ne la réséquait pas. La préservation de cette membrane était initialement motivée par le fait qu'elle offrait une protection aux pédicules anastomotiques du lambeau. Il est alors devenu clair que le point clé du succès de la technique était la préservation de la membrane entourant le spacer en ciment au cours de la procédure en deux temps.

L'innovation apportée par Masquelet a consisté à utiliser la membrane induite résultante pour enfermer l'autogreffe, qui a été systématiquement placée dans le défaut après le retrait du spacer en ciment acrylique.

Au cours des années suivantes, la technique de la membrane induite a eu la diffusion mondiale attendue et elle a pris le nom de « Masquelet Technique » par les anglophones, et devenant une méthode couramment utilisée pour traiter les pertes de substance osseuse dans de nombreux pays. Elle a également été adaptée et affinée par d'autres chirurgiens au fil du temps. De nouvelles variantes de la technique ont été développées. Aujourd'hui, la technique de la membrane induite offrant une option thérapeutique précieuse en traumatologie-orthopédie.

1.2. Description des temps opératoires[8,16,17] :

Le principe de la membrane induite, comme il a été décrit par Masquelet consiste à provoquer une réaction à corps étranger en interposant une entretoise de ciment dans la perte de substance osseuse. Cette membrane néoformée crée un effet de chambre biologique qui s'oppose à la résorption de la greffe en lui apportant sa vascularisation et des facteurs de croissance. La technique se déroule en deux étapes distantes de plusieurs semaines voire plusieurs mois :

a. Le premier temps chirurgical (T1) :

- **La perte de substance osseuse :**

Cette étape comporte l'excision large ou totale de tissu osseux non viable, infecté ou appartenant à la pièce de résection tumorale. Cette excision osseuse doit aboutir en amont et en aval de la zone lésionnelle des extrémités osseuses saines et vascularisées. Une bonne couverture cutanée en regard de la zone traitée est fondamentale.

- **La stabilisation :**

Au cours de cette première étape, on effectue une fixation la plus stable possible. Les moyens utilisés dépendent du site de la lésion initiale et de l'importance de la résection et du contexte.

Dans le cadre d'un traumatisme ouvert, on choisit souvent une fixation externe et dans un contexte tumoral l'ostéosynthèse par plaque vissée reste la technique de choix. L'enclouage centromédullaire ou l'embrochages centromédullaires élastiques stables (ECMES) et des combinaisons de ces techniques peuvent également être utilisés.

- **L'entretoise :**

Après le débridement, le comblement de la perte de substance osseuse se fait par la mise en place d'une entretoise en ciment. Celle-ci va induire la formation d'une membrane pseudosynoviale [2] en deux mois (réaction à corps étrange).

Le spacer est mis en place avant sa solidification et doit déborder les extrémités osseuses pour favoriser la fusion aux deux extrémités de la résection et que lors du deuxième temps la greffe recouvre la fixation au niveau du défaut.

- **La fermeture de la plaie :**

La fermeture est réalisée par suture ou par un lambeau de réparation des parties molles. Dans le cas d'une infection sévère, le site de résection est laissé ouvert, un second débridement-parage est éventuellement réalisé et l'implantation définitive de l'entretoise est faite secondairement.

Quand une récurrence de l'infection se manifeste alors que le ciment a été mis en place, un débridement-parage est de nouveau programmé, le ciment est enlevé, la membrane est excisée en totalité, les extrémités osseuses et les parties molles sont de nouveau nettoyées et réséquées, une nouvelle entretoise est implantée et l'abord chirurgical est fermé sur drainage.

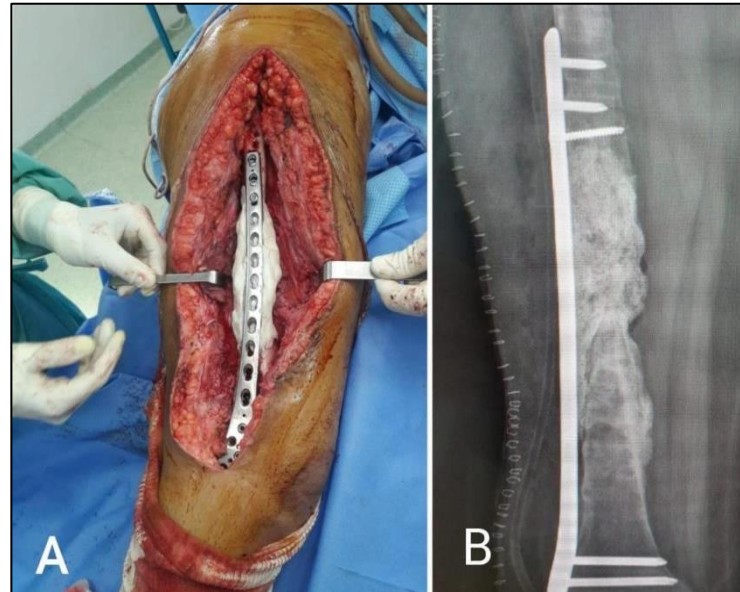


Figure 12 : Le 1^{er} temps de la membrane induite suite à une PSO secondaire

A)image per-opératoire B) Rx de fémur vue de face.

b. Le deuxième temps chirurgical (T2)[18,19] :

- **Le délai T1 -T2 de la TMI :**

Il fait encore l'objet de débats. Selon Masquelet, la T2 doit être réalisée 6 à 8 semaines après la T1[16]. Néanmoins, l'intervalle entre les deux étapes peut être ajusté en fonction de l'état local du membre concerné et la situation clinique et biologique du patient (une infection persistante ou récidivante, la période d'élimination après la chimiothérapie,...). Cette intervalle peut varier de quelques semaines voire quelques mois [18] .

- **L'ablation du ciment[8] :**

Cette étape consiste en l'incision de la membrane induite néoformée à la lame froide de manière longitudinale en limitant les décollements et à retirer l'entretoise en ciment avec prudence, la cavité résiduelle est nettoyée en préservant la membrane, les extrémités osseuses sont décortiquées, les canaux médullaires reperméabilisés pour faciliter la mise en place du greffon osseux et assurer une bonne consolidation.



Figure 13: image per-opératoire :l'ablation du ciment en T2

- **La greffe [16,20-22] :**

Le matériel convenable pour remplir cette chambre néoformée est l'autogreffe spongieuse prélevée des crêtes iliaques antérieures et postérieures, le greffon spongieux doit être morcelé en petits fragments ne dépassant pas 2 à 3 mm selon la technique originale [2], en assurant un bourrage complet de la membrane pour éviter l'effet gravitaire. La greffe osseuse peut avoir d'autres origines possibles comme : la greffe autologue cortico-spongieuse de crête iliaque, la greffe spongieuse à l'aide d'un RIA (Reamer-Irrigator-Aspirator)[23], l'allogreffe segmentaire, l'association avec un segment fibulaire non vascularisé multiperforé[8] surtout pour les pertes de substances étendues[21,24].

La membrane induite est ensuite suturée à l'aide d'un surjet étanche résorbable en prenant soin de ne pas la déchirer, cette procédure permet de resserrer la cavité et créer la morphologie finale de la zone greffée et maintenir une étanchéité optimale afin d'éviter la migration de la greffe en dehors du site de résection. Le reste des tissus est refermé classiquement avec la mise en place d'un drainage de Redon .le drain est mis soit à l'intérieur de la cavité de la membrane soit dans le tissu sous-cutané.

A savoir que sans drainage, le risque d'hématome peut conduire à une perte partielle du greffon [8]. Lors de ce second temps, la stabilité osseuse doit être vérifiée et l'ostéosynthèse initiale peut être conservée ou modifiée. Dans l'idéal, elle doit permettre une reprise de l'appui rapide, au moins partiel, afin de favoriser la consolidation osseuse et la formation d'un os corticalisé.

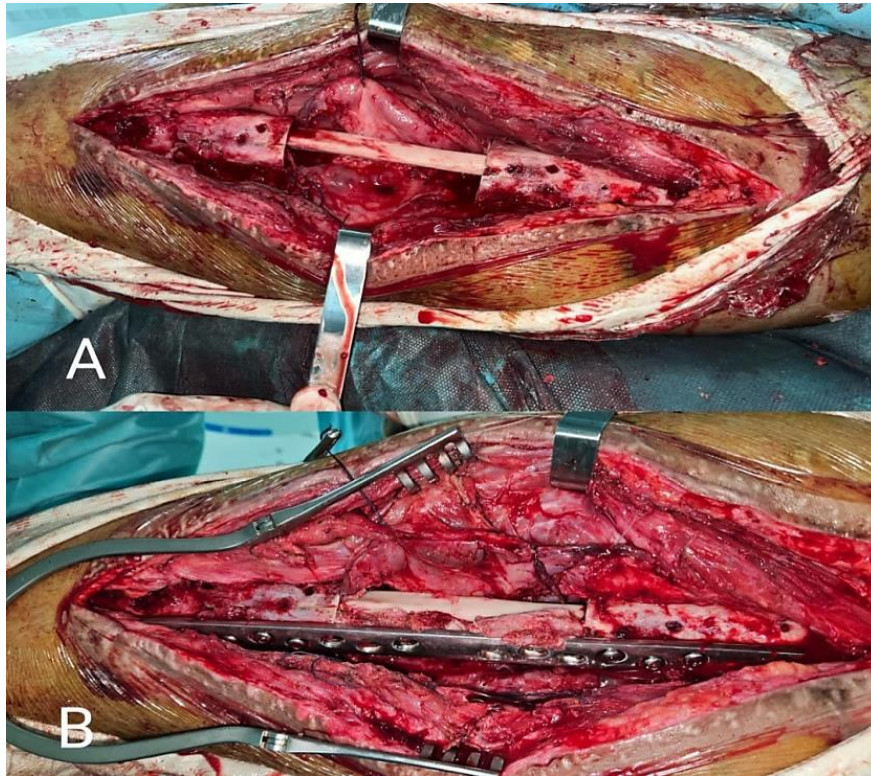


Figure 14 : Images peropératoires du 2ème temps de la M.I :A. Intégration du greffon dans l'axe du fémur B. fixation par une plaque

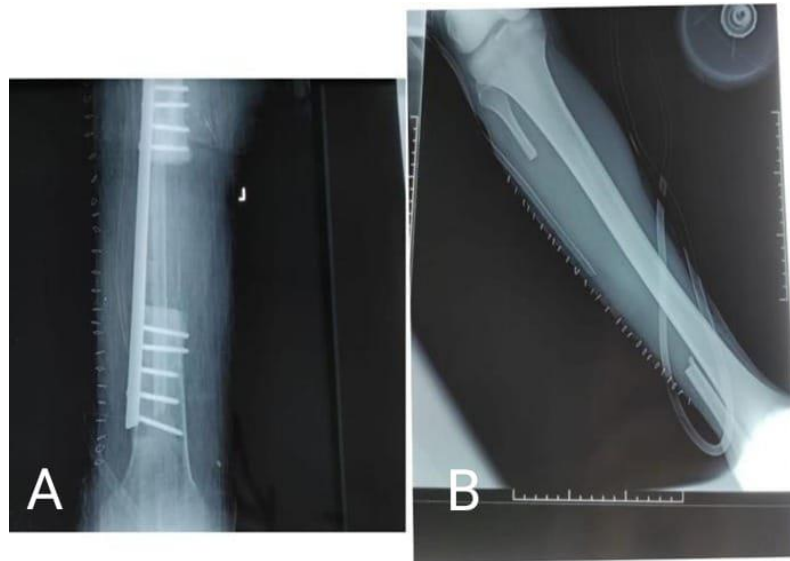


Figure 15 : Images radiologiques du deuxième temps de la membrane induite, A :Association d'autogreffe fibulaire non vascularisée et une autogreffe iliaque (CS) chez un patient de notre série B : image radiologique du site de prélèvement de la fibula.



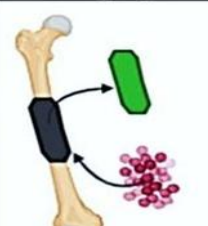

	Stage 1		Stage 2		
	Surgery	Convalescence	Surgery	Convalescence	
					
Injured, Infected, or Cancerous Tissue	Membrane Formation		Graft Remodeling & Bone Regeneration		
Current Stage Options & Considerations	Debridement, Fixation, PMMA Spacer Implantation Fixation Type - External - Plate - Rod Spacer Antibiotics?	Duration - Infection Clear. - Chemotherapy - Soft Tis. Trauma - Environment IV Antibiotics? Repeat Surgery? - Persistent Infect.	Spacer Removal & Morselized Bone Graft Implantation Graft Source - Iliac Crest - Reamings Supplemental Graft? - Allograft - Synthetic Orthobiologics? - BMP2 - BMP7	Repeat Surgery? - Graft Resorption Reconsider MIMT? - Amputation	

Figure 16 : La technique des membranes induites de Masquelet– étapes et modifications possibles [19].

1.3. Les données expérimentales :

Depuis la découverte de la technique de la MI, plusieurs études ont été menées dans le sens d'expliquer les propriétés et le mécanisme d'action de cette membrane mystérieuse et miraculeuse :

- 1) La première était une étude expérimentale (collaborateurs suisses, américains et français) sur la consolidation d'une perte de substance osseuse créée intentionnellement sur le fémur de moutons. Ils ont conclu que la membrane sans greffe osseuse était inefficace, la greffe osseuse sans membrane se résorbait ; seule la greffe à l'intérieur de la membrane permettait la reconstruction du segment osseux manquant [25].

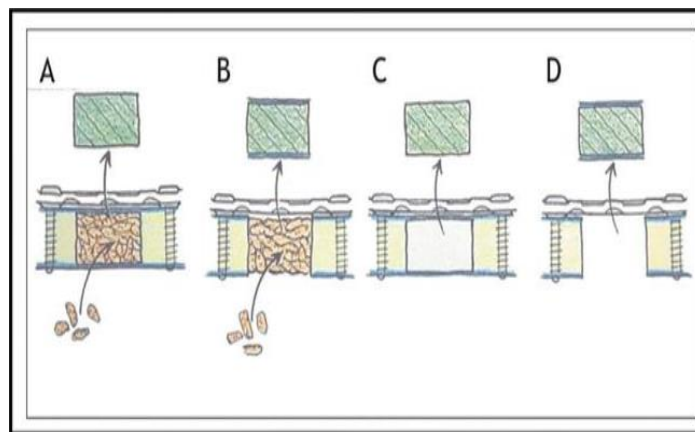


Figure 17: Résultats de l'étude de Klaue avec 4 groupes : conservation de MI et greffe

(A) ; greffe avec excision de MI (B) ; conservation de MI sans greffe (C) ; excision de MI sans greffe (D)[25].

- 2) La deuxième étude était un travail fondamental et original sur la nature et les propriétés histologiques et immunochimiques de la membrane en l'utilisant sur des lapins. Pélissier et son équipe ont démontré que la membrane était une espèce d'épithélium synovial richement vascularisé, efficace pour promouvoir la revascularisation de la greffe osseuse et responsable de la sécrétion de multiples facteurs de croissance comme le VEGF, le TGF et la BMP-2, dont la concentration maximale a été marquée à partir de la 4ème semaine du T1 [26].

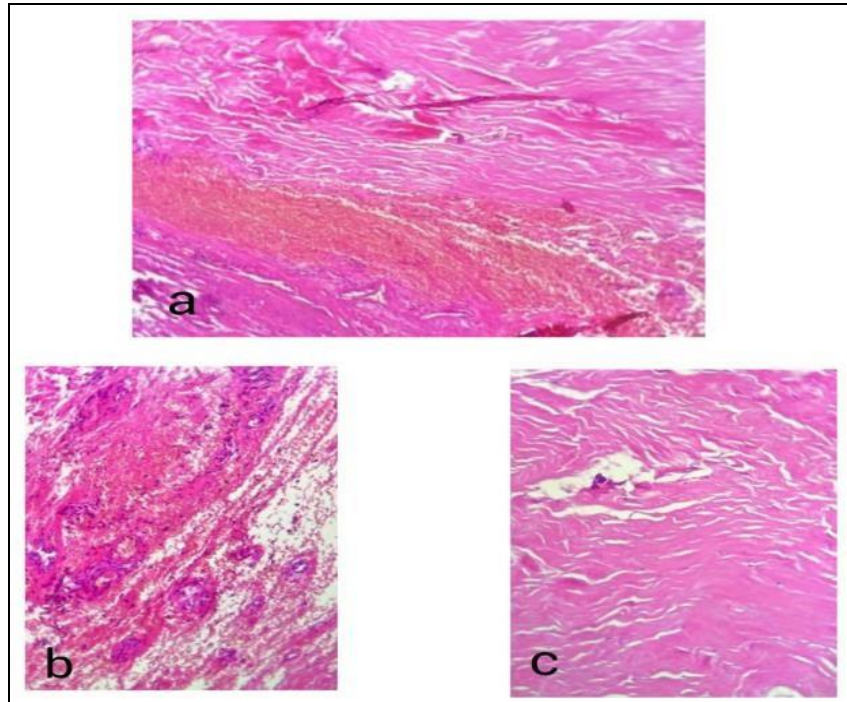


Figure 18: Coupes de la membrane induite , du périoste et de l'épimysium avec coloration à l'hématoxyline-éosine (×10). a) tissu fibro-musculaire dissocié par des suffusions hémorragiques. b) tissu fibreux siège de remaniements inflammatoires à prédominance mono-nucléée . c) tissu fibreux siège de dépôt calcique

- 3) Durant les dernières années, de nouvelles études (chinoises [27]et françaises[26]) complémentaires ont été réalisées , déduisant que cette membrane exprime en totalité plusieurs substances comme : la BMP-2, la TGF-Bêta, le VEGF, le Von Willebrand factor, l'interleukine-6, l'Interleukine-8, le collagène type 1, le stroma derived factor-I (STD-1), l'angiotensine-2 (ANG2), le fibroblastgrowth factor (FGF-2) et la prostaglandine E2 (PGE-2). Ils ont également prouvé que des ostéoblastes et des précurseurs étaient présents dans la membrane.

Pour conclure, la membrane joue le rôle d'un système de délivrance in situ des facteurs de croissance et d'ostéoinduction et fonctionne comme un échafaudage.

2. Les alternatives chirurgicales :

2.1. Autogreffes classiques (sans membrane induite préalable) :

L'autogreffe est un prélèvement osseux effectué sur le patient lui-même au niveau d'un site donneur et qui est placé dans le même temps opératoire au site receveur où le comblement est nécessaire. On distingue les autogreffes vascularisées et non vascularisées.

a. Autogreffes non vascularisées[23]:

Cette technique, très courante en orthopédie consiste à prélever du greffon cortico-spongieux chez le patient et lui greffer dans le site souhaité. Elle est souvent employée en cas d'arthrodèse ou dans les pertes de substances osseuses de petites tailles.

b. L'autogreffe vascularisée :

Ce sont des greffons corticaux ou cortico-spongieux ayant une vascularisation propre et sont susceptibles de s'épaissir sur le long terme[28]. La principale application est le transfert de fibula vascularisée [29]. Il permet des reconstructions pluritissulaires lorsqu'il est utilisé sous la forme d'un lambeau composite. Classiquement, le TOVF est parfaitement adapté aux reconstructions des os longs en raison de sa forme, sa résistance mécanique et son potentiel hypertrophique. Son utilisation reste cependant limitée par la nécessité d'une expertise microchirurgicale et par des complications spécifiques fréquentes telles que la thrombose des anastomoses ou les fractures de stress[30].

2.2. Allogreffes osseuses [31,32]

Par définition l'allogreffe osseuse est un prélèvement osseux provenant d'un autre individu de la même espèce. Ces allogreffes ont essentiellement des propriétés ostéoconductrices. Elles peuvent être utilisées seules ou en complément d'une autogreffe.

Deux formes d'allogreffes osseuses existent :

- Des greffons massifs (os entiers) prélevés sur des donneurs décédés et cryoconservés dans des établissements autorisés ;
- Des têtes fémorales prélevées sur des donneurs vivants à l'occasion d'arthroplasties totales de hanche, sécurisées par différents procédés et conservées dans des banques de tissus agréées.

Les avantages et les inconvénients des greffes sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau VII : Une comparaison entre l'autogreffe et l'allogreffe [31,33]

	Avantages	Inconvénients
Autogreffe	<ul style="list-style-type: none">– Ostéogénique– Ostéoinductrice– ostéoconductrice	<ul style="list-style-type: none">– Augmentation de la morbidité du patient (infection du site opératoire, douleur post opératoire)
Allogreffe	<ul style="list-style-type: none">– Ostéoconductrice– Disponibilité importante– Pas de morbidité au niveau du site donneur	<ul style="list-style-type: none">– Perte des propriétés ostéogéniques– Manque de vascularisation– Fort risque de rejet– Risque de transmission virale– Cout élevé

2.3. La distraction ostéogénique (DO) par transport osseux [32] :

La distraction ostéogénique par transport osseux permet une correction progressive de la PSO par la migration d'un segment osseux intermédiaire de 0,5 à 1 mm par jour[15]. Ce procédé permet une reprise d'un appui partiel précoce, une production d'un os de bonne qualité et la possibilité de comblement de perte de substance allant de 2 à 10 cm [34].

En revanche, les inconvénients de cette technique sont nombreux : une durée longue de traitement, un suivi prolongé, l'expertise chirurgicale, le risque d'infection des fiches et le maintien du fixateur externe pendant plusieurs mois [35].

2.4. Technique de Papineau [36]:

Cette technique consiste en une greffe spongieuse à l'air libre. Elle peut s'appliquer à des pertes de substances qui ne dépasse pas 4 cm et nécessitant un environnement bien vascularisé[37]. Cette opération avait de nombreux inconvénients : une surveillance longue et étroite, une durée d'hospitalisation longue, une consolidation fragile et de fréquentes récidives septiques. Son utilisation de nos jours est de plus en plus limitée[1] du fait du développement des techniques de couverture apportées par la chirurgie plastique[37].

2.5. La greffe intertibiofibulaire[38]:

La GITF est une stratégie de contournement permettant l'obtention de la consolidation sans nécessairement reconstruire le tibia[38]. L'indication idéale est une perte de substance tibiale d'origine pseudarthrosique allant jusqu'à 5 cm. Ce type de greffe peut aussi être utilisé en association à d'autres procédés notamment avec la TMI. les contre-indications sont: une suppuration, une comminution ou une PSO de la fibula, un état vasculaire précaire de la jambe, le siège proximal de la fracture et des antécédents de greffes. Et parmi ses avantages: la consolidation dans des délais raisonnables, la remise en charge rapides et l'assèchement de pseudarthrose septique[39] .



**DISCUSSION DE LA SERIE
HOSPITALIERE**



I. L'indication de la technique chirurgicale :

1. En fonction de l'étiologie :

Dans notre étude, la pathologie post-traumatique se révèle être l'indication la plus fréquente. Conformément aux données de la littérature[7,19,24,40-42], les principales raisons d'intervention, classées par ordre de fréquence, sont la PSO post-traumatique, les infections, puis les tumeurs.

La technique de la membrane induite est indiquée souvent dans le traitement de la pathologie post-traumatique, notamment en raison de la fréquence élevée des traumatismes graves (fractures ouvertes) dus aux accidents à haute énergie. Ces traumatismes entraînent souvent des pertes de substance osseuse, que la technique de la membrane induite peut efficacement reconstruire.

Tableau VIII : Indication de traitement par technique de la MI selon les études :

Série	Indication%		
	PSO post-traumatique	Infection	Tumeur
Azi et al [40]	100	0	0
El-Alfy et al [24]	100	0	0
Olesen et al [41]	62,5	37,5	0
Zappatera et al [19]	77,8	0	22,2
Karger et al [7]	100	-	0
Bourgeois et al[42]	50	34	16
Notre série	83,4	5,5	11,1

2. En fonction de la localisation de la PSO :

Toutes les PSO traitées dans notre série siègent au niveau des os longs avec une variété de localisation (le membre inférieur dans 78% et le membre supérieur dans 22%).

D'après les séries étudiées[19,43-45], le membre inférieur présenté principalement par le tibia, suivi de fémur constitue la localisation la plus fréquente.

La technique de de la membrane induite est actuellement utilisée pour reconstruire les défauts osseux de toutes ces localisations , y compris la clavicule[46] et les extrémités comme la main[47] et le pied[48]. Toutefois, son utilisation est plus répandue au niveau du membre inférieur.

Tableau IX : segments reconstruits selon les études :

Série	Os long concerné (%)						
	Tibia	Fémur	Fibula	Humérus	Radius	Ulna	Autres sites
Karger et al [45]	72,6	15,5	64,3	7,1	4,8	0	0
Moghaddam et al[44]	100	0	0	0	0	0	0
Azi et al [40]	55,88	44,12	0	0	0	0	0
Taylor et al[43]	50	23	0	9	9	1,5	7,5
Zappatera et al [19]	0	0	0	66,7	22,2	11,1	0
Notre série	39	39	0	11	11	0	0

3. En fonction de la PSO :

La moyenne de la taille de la PSO dans notre série était de 8,13 cm avec des extrêmes de 3 cm et 14 cm (la majorité des PSO étaient classées stade III et IV selon Karger).

Sur les séries étudiées[19,40,44,45,49], la majorité des PSO étaient classées stade II et III selon Karger, avec un minimum de 0,6 cm et un maximum de 26 cm et une moyenne allant de 4 cm à 8,67 cm. Dans la littérature la plus grande perte de substance osseuse que nous avons notée a été de 26 cm, siégeant à la jambe [45].

L'étendue de la perte de substance osseuse n'est pas une limite dans la reconstruction osseuse(des PSO allant jusqu'à 25 cm ont été traités avec succès)[16].

Tableau X: La répartition des PSO en fonction de la classification de Karger selon les auteurs :

Série	Classification de la PSO selon Karger%				Longueur de la PSO en cm		
	I	II	III	IV	Min	Max	Moy
Karger et al [45]	7	35	31	27	-	23	8,67
Azi et al [40]	3	23,5	67,5	6	1,8	15,5	6,7
Gupta et al [49]	0	78	22	0	3,3	8,5	5,26
Moghaddam et al[44]	-	-	-	-	0,6	26	4
Zappatera et al[19]	0	56	44	0	2,5	8	5,28
Notre série	0	10	50	40	3	14	8,13

II. La technique chirurgicale :

1. Le premier temps de la technique de la MI:

1.1. Délai entre la cause de la PDS et T1 :

Le délai moyen entre la cause et T1 était de 12,6 mois avec un minimum de 3 mois et un maximum de 36 mois. Ce qui rejoint l'étude réalisée Zappatera et al [19] et Moghaddam et al[49] dont la durée moyenne était respectivement 22 mois et 23,2 mois. En revanche, l'étude de Karger et al[45] a rapporté un délai plus court de 8 mois.

La variabilité de ce délai peut être secondaire à plusieurs facteurs, tels que la nature et la gravité du défaut osseux, la situation du patient et ses éventuelles comorbidités. Par exemple, les patients présentant des conditions médicales sous-jacentes peuvent nécessiter plus de temps pour une optimisation préopératoire ou l'élimination des infections [8] avant de pouvoir être opérés. Des facteurs logistiques comme la disponibilité du bloc opératoire et du personnel médical, ainsi que l'expérience et les préférences du chirurgien peuvent jouer un rôle. Certains chirurgiens peuvent préférer procéder rapidement pour traiter le défaut osseux, tandis que d'autres peuvent opter une approche plus prudente avec une planification préopératoire et une optimisation minutieuses.

Tableau XI: Délai entre la cause de la PDS et le premier temps de la technique selon les étude :

Auteur	Délai entre la cause de la PDS et le premier temps de la technique(mois)		
	Min	Max	Moyenne
Karger et al [45]	-	-	8
Zappatera et al[19]	0	104	22
Moghaddam et al[49]	3	55	23,2
Notre série	3	36	12,6

1.2. Type de ciment utilisé :

Dans notre série, tous les patients ont été traités avec un spacer en antibiotique, comme rapporté par Olesen et al [41], Azi et al [40], et Donegan et al [50]. Contrairement à d'autres séries telles que celles de Zappatera [19], El-Alfy [24], et Karger et al [45], où l'utilisation de spacers sans antibiotiques était privilégiée.

L'utilisation d'antibiotiques est un sujet de débat. Certains auteurs [19,45] recommandent l'utilisation d'entretoises sans antibiotiques suivis d'une courte cure d'antibiotiques par voie orale [24,51]. Cette approche vise à permettre une détection précoce de l'infection tout en minimisant le risque d'échec de la greffe osseuse. Alors que certaines études [40,50] préconisent l'utilisation d'un spacer en antibiotiques afin de prévenir ou traiter les infections, ce corpus bien établi de littérature soutenant l'utilisation de ciment chargé d'antibiotiques dans les procédures orthopédiques [52], y compris la technique de Masquelet. Associé à un débridement minutieux, le ciment chargé d'antibiotiques a été démontré comme réduisant efficacement les taux d'infection entre les étapes de la procédure [51].

Tableau XII : Le spacer utilisé durant T1 selon les études

Série	Le spacer utilisé en%	
	Avec ATB	Sans ATB
Zappatera et al [19]	0	100
El-Alfy et al [24]	0	100
Karger et al [45]	0	100
Donegan et al [50]	100	0
Olesen et al [41]	100	0
Azi et al [40]	100	0
Notre série	100	0

1.3. Type de fixation en T1 :

Quant à la fixation osseuse, nous avons utilisé plusieurs moyens d'ostéosynthèse pendant le T1 en fonction de la localisation de la PSO avec une prédominance du FE comme le montre aussi les autres séries[19,40,45,49,53].

Les critères de choix du type de fixation lors de la première étape de la technique de la membrane induite dépendent de plusieurs facteurs, notamment la taille et la localisation de la perte osseuse, de la présence d'infection, ainsi que des préférences du chirurgien et de son expérience avec différents types de fixation. En tout cas, l'objectif principal est d'assurer une bonne stabilité du segment osseux.

Tableau XIII: Le type d'ostéosynthèse utilisé en T1 selon les études :

Auteur	Osteosynthese utilisé en%			
	FE	ECM	Broche	Plaque
Karger et al [45]	56	22	0	22
Azi et al [40]	100	0	0	0
Gupta et al [49]	100	0	0	0
Apard et al [53]	0	100	0	0
Mathieu at al[54]	93	0	0	7
Zappatera et al [19]	22	22	0	56
Notre série	50	5,5	5,5	39

2. Le deuxième temps de la technique de la MI :

2.1. Le délai entre les deux temps :

Dans notre étude, le délai moyen était de 22,94 semaines. Dans les séries de Mathieu[54], Zappatera [19]et Apard[53], la durée moyenne était respectivement de 22 semaines , 20semaines et 17,4 semaines. Cependant, Donegan et al[50] ont rapporté une durée de 8 semaines.

Selon le concepteur de la technique, le deuxième temps chirurgical doit se réaliser au minimum après 6 à 8 semaines de la première étape[16], cependant ce terme n'est pas strictement respecter car il doit prendre en compte l'état clinique et biologique du patient, l'état locale des tissus mous et la gestion de toute éventuelle infection. Il est intéressant de noter que selon la littérature, un délai allant jusqu'à plusieurs mois ne semble pas compromettre la durée ou la qualité de la consolidation[18,19], car la greffe osseuse réalisée lors du deuxième temps peut être considérée comme un corps étranger capable de réactiver les propriétés biologiques de la membrane. Une étude récente a mis en évidence l'intérêt du "scraping" de la membrane induite à l'aide d'une curette lors du deuxième temps chirurgical, en particulier lorsque le délai entre les deux temps chirurgicaux dépassent 8 semaines. Cette technique a permis de relancer le phénomène inflammatoire et d'améliorer la régénération osseuse[55].

Tableau XIV: Le délai entre T1 et T2 selon les études :

Série	Délai entre T1 et T2 (semaines)		
	Min	Max	Moy
Zappatera et al [19]	11,2	55,2	20
Apard et al [53]	8	24	16
Mathieu et al [54]	8	49	22
Donegan et al [50]	4,6	13,1	8,3
Notre série	3	48	22,9

2.2. Le type de greffe utilisée :

Dans notre expérience, l'apport de la greffe se faisait principalement par une greffe autologue d'origine iliaque dans 55,5% des cas rejoignant la littérature. Le matériel adéquat pour remplir la chambre cavitaire est de l'os spongieux prélevé des crêtes iliaques antérieures et postérieures qui doit être morcelé en petits fragments ne dépassant pas 2 mm[8]. Dans le cas de défauts importants, le greffon prélevé sur la crête iliaque peut s'avérer insuffisant pour combler le vide, le dispositif RIA (Reamer-Irrigator-Aspirator)[19,23] a été utilisé dans la technique de la membrane induite. Dans notre série, aucune greffe RIA n'a été utilisée par manque d'équipement nécessaire. Certains auteurs ont utilisé des allogreffes ou des greffons osseux synthétiques pour augmenter la taille. Cependant, le risque de non-union et de résorption du greffon est élevé surtout si le pourcentage de substituts osseux ou d'allogreffes dépasse 40% de l'autogreffe[24] donc, l'apport de ces types de greffes doit être inférieur à celui de l'autogreffe[2]. Eventuellement, l'association d'un segment fibulaire non vascularisé est possible surtout pour les pertes de substances étendues[24], permettant ainsi une stabilité mécanique primaire essentiellement au niveau du fémur[56], et se trouve également utile pour les reconstructions arthrodeses. L'utilisation d'un greffon fibulaire libre seul ou en association avec une greffe iliaque est rapportée chez 39% des cas dans notre étude. Dans une série réalisée par El Alfy et al[24], le greffon fibulaire non vascularisé avec l'autogreffe d'os spongieux est utilisée dans 100% des cas pour combler le défaut osseux (86% des cas de cette série ont guéri sans procédures supplémentaires après la deuxième étape de la technique de la membrane induite).

Tableau XV : Type de greffe utilisée selon les études [40] :

Série	RIA en%	Iliaque en%	FNV+/- greffe iliaque en%	Autologue en%	Allogreffe en%
Azi et al [40]	0	100	0	100	0
Zappatera et al [19]	12	88	0	100	0
Karger et al [45]	0	100	0	100	0
El-Alfy et al [24]	0	0	100	100	0
Notre série	0	55,5	39	94,5	5,5

2.3. La stabilisation osseuse au T2 :

Dans notre série, les moyens de fixation en T2 étaient principalement les plaques vissées (83%) et les fixateurs externes (17%). La littérature souligne l'importance de la stabilisation dans la réussite de la reconstruction d'une perte de substance osseuse (PDS)[8]. Les modalités de fixation durant le deuxième temps comprennent : la fixation externe, l'enclouage centromédullaire et les plaques vissées. Un équipes de chercheurs soutient l'utilisation de clous[53,57] lorsque cela est possible, car ce type de fixation occupe la cavité médullaire, favorisant l'angiogenèse de la membrane induite, réduisant la quantité de greffe osseuse et améliorant la corticalisation du greffon osseux pendant la phase de consolidation, ils estiment également que l'ostéosynthèse par enclouage permet un bon alignement osseux et une reprise précoce de l'appui[53,58]. Les plaques peuvent également être utilisées, notamment au niveau des membres supérieurs[8,19]. Les fixateurs externes sont aussi préconisés dans certaines situations et ont l'avantage de permettre un appui progressif en retirant progressivement les tiges du fixateur[8].

Toutes les fixations sont possibles, mais elles doivent être très rigides juste après la deuxième étape pour favoriser la revascularisation du greffon, et plus flexibles par la suite pour améliorer la corticalisation[8].

Tableau XVI: Ostéosynthèse utilisée en T2 selon les séries :

Série	Ostéosynthèse en T2%			
	FE	ECM	Broche	Plaque
Karger et al [45]	55	33	0	12
Azi et al [40]	38	32	0	30
Zappatera et al [19]	0	0	0	100
Donegan et al [50]	0	18	9	73
Apard et al [53]	0	100	0	0
Gupta et al [49]	100	0	0	0
Notre série	17	0	0	83

III. Evaluation post-opératoire :

1. La consolidation :

Masquelet affirme que la consolidation osseuse avec corticalisation est régulièrement observée dans les 4 premiers mois [8], et elle est plus rapidement acquise aux membres supérieurs (8), mais ce délai peut varier d'un patient et d'une équipe à l'autre, et dépend aussi de la gestion de l'infection.

Le taux de consolidation obtenu dans notre série était de 86%, (ce taux a été calculé chez 15 patients seulement ayant une durée de recul minimale à 5 mois à partir de la greffe osseuse), avec un délai moyen de consolidation de 9 mois, ces chiffres rejoignent généralement les données de Moghaddam et al[44], Azi et al [40], El-Alfy et al [24] et dépasse Gupta et al[49], en raison du taux élevé des PSA septiques dans cette série et des complications retrouvées (récidive infectieuse nécessitant des débridements, parages et des additions de greffe voire des amputations).

Tableau XVII : Délai de recul et taux de consolidation dans les études :

Série	Durée Moyenne de recul en mois	Délai moyen de consolidation en mois	Le taux de consolidation en%
Karger et al [45]	-	14.4(à partir de T1)	90.5
Donegan et al [42]	48	-	90.9
Azi et al [40]	27	8.07	90.9
Zappatera et al [20]	-	16	100
Gupta et al [49]	21.5	10.5	66.7
Moghaddam et al[44]	-	8,6	80
El-Alfy et al[24]	23	7	86
Notre série	26,5	9,07	86

2. L'appui :

la récupération de la mise en charge doit être progressive et s'acquiert dans les 6 à 7 mois après la greffe quelle que soit la stabilisation chirurgicale[2,24] : Une mise en charge partielle avec des béquilles a été autorisée une fois que la cicatrisation est devenue évidente à la radiographie. La mise en charge complète a été autorisée après cicatrisation osseuse complète.

Dans notre série d'étude, nous avons tenté de mesurer le temps entre T2 et le retour de l'appui pour pouvoir comparer nos résultats à ceux de la littérature mais les données recueillies étaient trop diverses : appui complet, appui partiel, appui contact, appui 10% sans précision chronologique.

3. L'évaluation fonctionnelle :

Dans notre étude, le score fonctionnel MSTS moyen des patients consolidés est de 84.07% ce qui rejoint l'étude réalisée par Azi et al[40] qui rapporte un résultat de 78% . de plus le taux de satisfaction des patients consolidés étaient 93%, nos résultats sont semblables avec ceux de la littérature où le taux de satisfaction rapporté était de 100%[59].

Ceci démontre que malgré la présence de complications, les patients semblent tout de même satisfaits de la prise en charge.

4. Les complications:

4.1. Les complications majeures :

a. L'absence de consolidation :

L'absence de consolidation est une complication courante après cette technique. Dans notre étude, elle est observée chez 11% (2 patients), ce qui est bien inférieur par rapport aux taux rapportés par Gouron et al (35%) [60]. L'absence de la consolidation peut être attribué à la combinaison de différents types greffons que nous avons utilisée chez ces 2 patients (l'autogreffe iliaque, reconnue pour ses propriétés ostéoinductives, et la greffe fibulaire/allogreffe , reconnue pour ses propriétés ostéoconductrices).

Parfois, des chirurgies itératives peuvent être nécessaires pour obtenir l'union osseuse chez ces patients. Dans la série de Azi et al[40], les procédures supplémentaires ont été nécessaires chez 12% des cas. Cependant, la faisabilité de ces procédures itératives est limitée face à certaines situations telles que : l'indisponibilité du site de greffe, une infection persistante, le refus du patient en raison du nombre élevé d'interventions subies et de leurs impacts psychologiques (refus de la démarche de conservation du membre).

b. L'infection :

L'infection est sans aucun doute l'une des principales complications de la technique. Dans notre série, le taux d'infection récurrente après les deux temps chirurgicaux de la TMI était de 5% (1 patient). Selon Azi et al[40], l'infection était la principale cause d'échec de cette technique chirurgicale avec un taux d'infection tardive de 30%. Aparad et al [53] retrouvaient un taux d'infection de 41,6% après le second temps opératoire. Ce taux reste faible comparé aux autres séries de la littérature.

Nous supposons que ces infections pourraient provenir d'un débridement insuffisant lors du premier temps chirurgical, la persistance de micro-foyer infectieux ou d'une zone hypo-vascularisée et de l'absence d'ostéointégration de la greffe osseuse au niveau de cette zone créant un espace tout à fait propice aux infections.

c. L'amputation :

Dans la série de Karger et al, 7% des patients ont subi une amputation (4,5% pour l'absence de consolidation et 2,5% pour des raisons fonctionnelles). Dans notre série, un cas d'amputation(5,5%) est rapporté suite à l'échec de la ré-intervention chirurgicale chez l'un des patients non consolidés.

d. La résorption massive du greffon :

Des cas de résorptions massives de greffons ont été publiés [60,61]. Il s'agit uniquement de reconstructions des PSO d'origine maligne (fémorales pour la plupart). **Dans notre série, aucune cas n'a été retrouvée.** Une meilleure compréhension des étapes cellulaires, tout particulièrement de l'ostéoclastogenèse au sein de la membrane, s'impose pour expliquer ce type de complication et éviter qu'elle ne se reproduise pas.

4.2. Les complications mineures :

61% des patients de notre étude ont présenté des complications « mineures » parmi lesquelles figuraient des douleurs au niveau du site de prélèvement du greffon dans 2cas(11%), des raideurs articulaires dans 8 cas(44%), et des inégalités de longueur dans 3 cas(16%). Ces résultats rejoignent généralement les données de la littérature[40].

IV. Les autres techniques de reconstruction osseuse:

Des alternatives chirurgicales telles que le procédé de l'Ilizarov et la technique de la fibula vascularisée, offrent également des résultats comparables à la technique chirurgicale de la membrane induite .

Quant à la technique d'illizarov, Yin et al[62] dans leur méta-analyse ont rapporté un taux moyen de consolidation osseuse de 97,26% [83.3% -100%]. Les complications de cette procédure incluait les infections récurrentes, le cal vicieux, la raideur articulaire, l'amputation, l'œdème au niveau des membres, la paralysie du nerf fibulaire.

De même, la technique chirurgicale de la fibula vascularisée a été associée à d'excellents résultats, comme le rapportait l'étude de Wee et al [63] avec un taux de consolidation de 96%. Les complications durant cette étude comprenaient un retard de cicatrisation des tissus mous, la résorption complète d'un greffon fibulaire nécessitant un sauvetage avec une mégaprothèse expansible, et une couverture supplémentaire du lambeau de tissus mous.

Bien que ces techniques offrent des résultats proches de ceux rapportés dans la technique de la membrane induite, elles exigent toutes une expertise spécifique. Le procédé de l'Ilizarov nécessite une expertise en reconstruction osseuse, tandis que la technique de la fibula vascularisée exige une expertise microchirurgicale pour le transfert osseux vascularisé.



LIMITE DE NOTRE ETUDE



Nous avons réalisé un travail original, dans un centre hospitalier universitaire récent, incluant tous les patients bénéficiant du traitement par technique de la membrane induite pour les pertes de substance osseuse, sans critères de sélection précis ce qui peut être un biais d'inclusion dans l'étude.

Nous avons eu un petit échantillon de patients avec des localisations hétérogènes et des périodes de recul différentes, ce qui a limité de suivre l'évolution de tous les malades. Un biais de mesure peut se discuter puisque les mesures ont été réalisées par plusieurs observateurs, et de manière différente (parfois en per opératoire et parfois uniquement sur les radios).

Pourtant, avec nos moyens limités, nos résultats ne sont pas très loin de ce qui a été cité dans la littérature.

Nous souhaitons avoir une continuité à notre travail, inclure de nouveaux patients et avoir une évolution au long terme des malades déjà traités



CONCLUSION



La technique de la membrane induite permet la reconstruction des pertes de substance osseuse larges. En milieu septique ou non, en urgence ou en secondaire Elle trouve son indication dans les limites des autres procédés de reconstruction, notamment dans un pays en voie de développement tel que le nôtre.

Il s'agit d'une technique simple utilisée pour des situations complexes, fiable, mais rigoureuse, nécessitant le respect de certaines conditions de réalisation principalement : la fixation rigide et stable dès le premier temps chirurgical, le délai entre les 2 étapes chirurgicales de la procédure et une bonne gestion de l'infection si présente, ainsi que le contrôle de plusieurs facteurs influençant la consolidation osseuse comme le tabac et le déséquilibre glycémique chez les patients diabétiques.

Le premier temps de la technique consiste à introduire une entretoise en ciment dans la PSO, après débridement et excision de tous les tissus dévitalisés.

Le deuxième temps se réalise d'une façon optimale après 6 à 8 semaines Néanmoins, l'intervalle entre les deux étapes peut être ajusté en fonction de l'état local du membre concerné et la situation clinique et biologique du patient, cette étape comprend la mise en place d'un greffon iliaque spongieux autologue, dans la cavité délimitée par la membrane induite, complété dans les PSO étendues par une greffe fibulaire non vascularisée, une allogreffe ou une greffe RIA dans le cas possible, sans adjonction de substituts osseux ni facteurs de croissance industriels, la fermeture chirurgicale doit se faire sur un drain de Redon aspiratif.

Les moyens de fixation du squelette diffèrent d'une localisation à une autre et certains détails de la technique varient selon le segment du squelette traité.

Le patient arrive finalement à obtenir un nouveau périoste grâce aux propriétés mécaniques et biologiques de la membrane induite. Le délai de consolidation décrit selon Masquelet s'obtient à partir du 4ème mois de la greffe, mais cette durée reste imprévisible, elle est indépendante de l'étendue de la PSO initiale, se modifie d'un sujet à l'autre et en fonction du segment osseux.



ANNEXE 1 :

FICHE D'EXPLOITATION :

I. Identité

- IP :
- Nom et Prénom :
- Âge :
- Sexe : Féminin Masculin
- Profession initiale :
- Numéro de téléphone :

II. Antécédents :

- ATCD : Diabète : Tabagisme : Pathologie CVx :
- Autres :

III. Données chirurgicales préopératoires :

- Indication :
- Nombre d'intervention Chirurgicale Précédentes :
- Réparation des tissus mous avant le T1 : Oui/Non
- Réparation vasculaire : Oui/ Non
- Réparation nerveuse : Oui/ Non
- Fixation initiale :
- Statut infectieux avant la technique de la membrane induite :

IV. Technique de la MI :

1. Le 1er temps :

- Délai par rapport au PDS : Mois
- Mesure du défaut osseux (Grand axe)
- Type I: PSO < 2cm :
- Type II: 2 cm ≤ PSO < 5cm:
- Type III: 5cm ≤ PSO < 10 cm:
- Type IV: PSO ≥ 10 cm :
- Type du spacer utilisé : à la gentamycine
- Si autre lequel :
- Reconstruction des parties molles : oui / non
- Type de reconstruction : lambeau musculaire / fascio cutané / cicatrisation dirigée
- Type de fixation : FE / Embrochage / plaque/ECM/Attelle
- Réalisation de prélèvements bactériologiques : Oui / Non
- Germe incriminé : noms
- Traitement antibiotique reçu :
- Complications post opératoires :
- Surinfection : oui / non

2. Le deuxième temps de la technique de la MI :

- Durée entre les 2 étapes :
- Greffe utilisée : autogreffe : allogreffe :
- Si autogreffe laquelle : iliaque : fibulaire : association des deux :
- Addition de substituts osseux : oui / non
- Si oui lequel :
- Association d'une autre greffe : oui / non
- Si oui laquelle :
- Greffe intertibio-fibulaire : Oui/Non
- Type de fixation après le 2ème temps : FE / Plaque vissée / embrochage / ECM/ attelle
- Evolution et complications post opératoires :
- Fracture de fatigue :
- Résorption de la greffe :
- Site donneur :
- Débricolage du matériel d'ostéosynthèse :
- Récidive infectieuse : Oui/Non
- Interventions secondaires : Oui / Non
- Si oui laquelle :

V. Follow-up après la MI :

- Durée de recul : (calculé à partir du 2ème temps de la MI) : mois ·
- Délai d'autorisation de l'appui (membre inférieur) : Appui partiel : ou
- Appui total :
- Consolidation obtenue : Oui : Non : Amputation :
- Délai de consolidation :
- Complication : infection : résorption de greffon : Douleur : Inégalité de longueur :
raideurs articulaire : Fracture du greffon spongieux : Nécrose et désunion cutanée et
des parties molles :
- Nombre d'interventions à but orthopédique aboutissant à la consolidation :

ANNEXE 2 :

Le score de MSTS du membre inferieur

La douleur (5point)	Pas de douleur, pas de médicaments
	Intermédiaire
	Modeste /Pas d'invalidité
	Intermédiaire
	Modérée
	Gravement invalidante
La fonction du membre concerné (5 points)	Pas de restriction
	Intermédiaire
	Restriction professionnelle
	Intermédiaire
	Restriction partielle
	Restriction totale
L'acceptation émotionnelle (5 points)	Très satisfait
	Intermédiaire
	Satisfait
	Intermédiaire
	Modérément satisfait
	Déçue

Le soutien (5 points)	Aucune
	Intermédiaire
	Orthèse
	Intermédiaire
	Une canne ou un béquille
	Deux cannes ou deux béquilles
La marche (5 points)	Illimitée
	Intermédiaire
	Limitée
	Intermédiaire
	A l'intérieur seulement
	Non indépendante
La manière de la marche (5 points)	Normale
	Intermédiaire
	Défaut cosmétique mineur
	Intermédiaire
	Défaut cosmétique majeur
	Handicap majeur
Total	

ANNEXE 3 :

Le score de MSTS du membre supérieur :

La douleur (5point)	Pas de douleur, pas de médicaments
	Intermédiaire
	Modeste /Pas d'invalidité
	Intermédiaire
	Modérée
	Gravement invalidante
La fonction du membre concerné (5 points)	Pas de restriction
	Intermédiaire
	Restriction professionnelle
	Intermédiaire
	Restriction partielle
	Restriction totale
L'acceptation émotionnelle(5 points)	Très satisfait
	Intermédiaire
	Satisfait
	Intermédiaire
	Modérément satisfait
	Déçue
L'évaluation du positionnement de la	Non limitée
	Intermédiaire

main (5 points)	Pas au-dessus de l'épaule ou pas de pronosupination
	Intermédiaire
	Pas au-dessus de la taille
	Aucun
Limitation de dextérité (5 points)	Illimitée/une dextérité et une sensibilité normales
	Intermédiaire
	Perte des mouvements fines/ne peut pas boutonner sa chemise / perte de sensorielle mineure
	Intermédiaire
	Ne peut pas pincer /perte sensorielle importante
	Ne peut pas saisir/ main anesthésique
Capacité de levage des objets (5 points)	Normale
	Intermédiaire
	Limitée / charges mineurs
	Intermédiaire
	Avec aide seulement/ ne peut pas surmonter la gravité
	Ne peut bouger
Total	



RESUME



Résumé

La technique de « la membrane induite » découverte et popularisée par le professeur A.C Masquelet, a été utilisée initialement pour la reconstruction des pertes de substance osseuse résultant des PSD septiques des os longs, elle s'est élargie à plusieurs indications de restitution des PSO dans plusieurs spécialités.

Notre travail a consisté en une étude rétrospective portant sur une période de 5 ans et 10 mois, allant de Mars 2018 à Décembre 2023, réalisé au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CHU Mohammed VI de Marrakech, concernant 18 cas de reconstruction des PSO des os longs par la technique de la membrane induite. Cette étude vise à évaluer nos résultats suite à l'utilisation de la technique de la MI dans la gestion des PDS osseuses diaphysaires et métaphysaires secondaires à la chirurgie traumatique, infectieuse et tumorale.

L'âge moyen de nos patients était de 38,38 ans, avec une nette prédominance masculine, La localisation tibiale et fémorale étaient prédominantes (39% chacune), suivie de 22% au membre supérieur (11% au niveau du radius et 11% au niveau de l'humérus). L'indication de la technique a été posée devant 84,4% de PSD (dont 11% étaient septiques), 11% de PSO d'origine tumorale et 5,5% de PSO suite à une ostéite chronique. La taille de la PSO était de 8,13 cm en moyenne.

Durant le T1, on a utilisé du ciment acrylique aux antibiotiques (Gentamycine chez 100% des cas). Chez tous les patients, le délai moyen entre les deux étapes chirurgicales était de 22,9 semaines. La greffe osseuse utilisée durant le T2 était une autogreffe osseuse dans 94,5% (une autogreffe iliaque dans 55,5% des cas, fibulaire non vascularisé dans 22% des cas, avec association d'un greffon iliaque et fibulaire non vascularisé dans 17% des cas, aucune greffe RIA n'a été utilisée, en motif de manque d'équipement nécessaire), l'allogreffe a été utilisée dans 5,5% des cas (un seul patient). Le foyer était stabilisé en T2 principalement par une plaque (83%), fixateur externe (17%).

Le suivi moyen était de 24,2 mois, avec un taux de consolidation de 86%, dans un délai moyen de 9 mois. La valeur moyenne du MSTS score était de 84,07% (50%–100%) avec un taux de satisfaction de 93%. Les complications dans notre série ont été dominées par la survenue de complications majeures chez 3 patients soit 16% des cas étudiés (l'absence de consolidation chez 2 patients nécessitant une ré-intervention chirurgicale, un cas d'amputation chez l'un de ces deux patients suite à l'échec de la ré-intervention chirurgicale et un cas d'infection récurrente nécessitant une reprise chirurgicale).

On a noté des complications « mineures » chez 61% des patients parmi lesquelles nous retrouvons des douleurs au niveau du site opératoire dans 2 cas(11%), des raideurs articulaires dans 8 cas(44%), et des inégalités de longueur de membre dans 3 cas(16%). Ce qui rejoint généralement les séries de la littérature.

La technique de la membrane induite est une méthode simple, sûre et efficace pour traiter les pertes segmentaires de substance osseuse dans diverses situations, y compris les pertes de substance osseuse traumatiques ou non traumatiques. Les perspectives de recherche et de développement de cette technique sont en constante évolution, ce qui témoigne de son importance croissante dans la pratique clinique.

Summary :

The induced membrane technique, discovered and popularised by Professor A.C. Masquelet, was initially used to reconstruct bone defects resulting from septic non-union of long bones. It has been extended to several indications for the reconstruction of bone defects in different specialties.

Our work consisted of a retrospective study over a period of 5 years and 10 months, from March 2018 to December 2023, carried out at the Department of Orthopaedic and Trauma Surgery, Mohammed VI University Hospital, Marrakech, on 18 cases of reconstruction of long bone substance loss using the induced membrane technique.

The aim of this study is to evaluate our results after using the induced membrane technique in the treatment of diaphyseal and metaphyseal bone defects following traumatic, infectious and tumour-related surgery.

The mean age of our patients was 38.38 years, with a clear male predominance. Tibial and femoral sites predominated (39% each), followed by 22% in the upper limb (11% in the radius and 11% in the humerus). The technique was indicated for 84.4% of non-unions (of which 11% were septic), 11% of bone defects of tumour origin and 5.5% of bone defects due to chronic osteomyelitis, with a mean bone defect size of 8.13 cm. Antibiotic-loaded acrylic cement was used at T1 in all patients (Gentamicin in 100% of cases), with a mean time between the two surgical stages of 22.9 weeks. Bone grafting at T2 was autologous bone graft in 94.5% (An iliac autograft was used in 55.5% of cases, a non-vascularized fibular graft in 22% of cases, and an association of iliac and non-vascularized fibular grafts in 17% of cases. No RIA graft was used due to a lack of necessary equipment) and allograft was used in 5.5% of cases. The site of bone loss was mainly stabilised at T2 with a plate (83%) or an external fixator (17%).

The mean follow-up was 24.2 months with a consolidation rate of 86% within a mean time of 9 months. The mean MSTS score was 84.07% (ranging from 50% to 100%) with a satisfaction rate of 93%. Complications in our series were dominated by major complications in 3 patients, accounting for 16% of the cases studied (non-union in 2 cases requiring surgical reintervention, one of whom underwent amputation due to failed surgical reintervention, and one case of recurrent infection requiring surgical revision).

Minor complications were noted in 61% of patients, including postoperative site pain in 2 cases(11%), joint stiffness in 8 cases(44%), and limb length discrepancy in 3 cases(16%). which is generally consistent with the various series in the literature.

The induced membrane technique is a simple, safe and effective method of treating segmental bone loss in a variety of situations, including traumatic and non-traumatic bone loss. The research and development perspectives of this technique are constantly evolving, reflecting its increasing importance in clinical practice.

ملخص

استُخدمت تقنية الغشاء المستحث التي اكتشفها و نشرها البروفيسور ماسكوليه ، في البداية لإعادة بناء ترميم فقدان مادة العظم الناتجة عن التمزقات الكاذبة التعفنية للعظام الطويلة. وقد تم توسيع نطاق استخدامها لتشمل إعادة بناء عيوب العظام في مختلف التخصصات.

عملنا عبارة عن دراسة استعادية على مدى 5 سنوات و10 أشهر، من مارس 2018 إلى دجنبر 2023، نُفذت داخل قسم جراحة العظام و المفاصل، مستشفى محمد السادس الجامعي، مراكش، بشأن 18 حالة من إعادة بناء فقدان المادة العظمية للعظام الطويلة باستخدام تقنية الغشاء المستحث. هدف هذه الدراسة هو تقييم نتائجنا بعد استخدام تقنية الغشاء المستحث في علاج فقدان العظم في جزء الكردوس و ساق العظم و التي تلي الجراحة الناجمة عن الصدمات والعدوى والأورام.


كان متوسط عمر مرضانا 38.38 عامًا، مع غلبة للذكور. كان لموقع الساق و الفخذ الغلبة (39% لكل منهما)، تليها 22% في الطرف العلوي (11% في الساعد و11% في العضد). تم اجراء تقنية الغشاء المستحث للتمزقات الكاذبة في 84.4% من الحالات (من بينها 11% كانت تعفنية)، 11% من فقدان العظام ذات أصل ورمي و 5.5% من فقدان مادة العظم بسبب التهاب العظم المزمن، وقد بلغ حجم فقدان المادة العظمية 8.13 سم.

خلال المرحلة العلاجية الاولى، تم استخدام الاسمنت الجراحي مع المضادات الحيوية عند جميع المرضى (جنتاميسين في 100% من الحالات). وكان متوسط الوقت بين المرحلتين الجراحتين 22.9 أسبوعًا. كانت زراعة العظام خلال الخطوة العلاجية الثانية عبارة عن زراعة عظمية ذاتية في 94.5% (تم استخدام زرع من العظم الحرقفي الذاتي في 55.5% من الحالات، وزرع من شظية بدون أوعية دموية في 22% من الحالات، مع جمع زرع الحرقف و الشظية بدون أوعية دموية 17% من الحالات. لم يتم استخدام أي زرع باستخدام تقنية

"reaming-irrigating-aspirating" نظرا لنقص في المعدات.) وزراعة غير ذاتية استخدمت في 5.5% من الحالات. تم تثبيت الموضع العظمي في المرحلة الثانية بشكل رئيسي بواسطة صفيحة (83%) أو جهاز تثبيت خارجي (17%). كان متوسط متابعة المرضى 24.2 شهراً مع معدل التئام قدره 86% في متوسط زمن 9 أشهر. وكانت نسبة تقييم النتائج الوظيفية حسب MSTS scale هو 84,07% مع معدل رضا بنسبة 93%.

تم تسجيل معظم المضاعفات في سلسلتنا على شكل مضاعفات اساسية لدى 3 من المرضى، مما يمثل 16% من الحالات المدروسة (عدم التئام لدى 2 من المرضى استدعى اعادة التدخل الجراحي، واحدة من هاتين الحاليتين استوجبت البتر نتيجة فشل التدخل الجراحي ، والعدوى المتكررة لدى مريض واحد تستلزم تدخل جراحي).

ولوحظت مضاعفات طفيفة لدى 61% من المرضى، بما في ذلك ألم موقع العملية بعد الجراحة لدى 2 حالات (11%)، وتصلب المفصل لدى 8 حالات (44%)، وعدم تناسق طول الطرف لدى 3 حالات (16%). وهو ما يتماشى عمومًا مع السلاسل المختلفة في الأدبيات الطبية. تعتبر تقنية الغشاء المستحث طريقة بسيطة وآمنة وفعالة لعلاج فقدان العظام القطعي في مجموعة متنوعة من الحالات، بما في ذلك فقدان العظام الناجم عن الصدمات وغيرها. يعكس تواصل تطور وجهات نظر البحث وتطوير هذه التقنية باستمرار لأهميتها المتزايدة في الممارسة السريرية.



BIBLIOGRAPHIE



1. **Masquelet AC, Sales De Gauzy J, Bauer T, Fabre A, Fitoussi F, Hannouche D, et al.**
Reconstruction des pertes de substance osseuse diaphysaires d'origine traumatique. Stratégies, recommandations, perspectives.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2012 Feb;98(1):94-103.
2. **Masquelet AC.**
La technique de la membrane induite dans les reconstructions osseuses segmentaires: développement et perspectives.
Bull Académie Natl Médecine. 2017 Jan;201(1-3):439-53.
3. **Gouron R.**
Surgical technique and indications of the induced membrane procedure in children.
Orthop Traumatol Surg Res. 2016 Feb;102(1):S133-9.
4. **Siboni R, Joseph E, Blasco L, Barbe C, Bajolet O, Diallo S, et al.**
Traitement des pseudarthroses septiques de jambe par la technique de la membrane induite. Quels facteurs peuvent améliorer nos résultats ?
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2018 Oct;104(6):614-9.
5. **Vigouroux F, Mezzadri G, Parot R, Gazarian A, Pannier S, Chotel F.**
Fibula vascularisée ou membrane induite dans le traitement des pseudarthroses congénitales du tibia ? Étude multicentrique de 18 cas au recul moyen de 9,5ans.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2016 Nov;102(7):S101.
6. **Fisk FE, Mott N, Buckley P, Easton M, Mott M.**
Giant Cell Tumor of the Distal Radius: Reconstruction with Masquelet Technique and Freeze Dried Fibula.
7. **Karger C, Kishi T, Schneider L, Fitoussi F, Masquelet AC.**
Traitement des pertes de substance osseuse traumatiques par la technique de la membrane induite.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2012 Feb;98(1):81-7.
8. **Masquelet AC. Induced Membrane Technique: Pearls and Pitfalls.**
J Orthop Trauma. 2017 Oct;31(5):S36-8.

- 9. Gerrand CH, Rankin K.**
A System for the Functional Evaluation of Reconstructive Procedures After Surgical Treatment of Tumors of the Musculoskeletal System. In: Banaszkiwicz PA, Kader DF, editors.
Classic Papers in Orthopaedics [Internet]. London: Springer London; 2014 [cited 2024 Apr 2]. p. 489-90. Available from: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-5451-8_128
- 10. Rolland E, Saillant G.**
La consolidation osseuse normale et pathologique.
Ann Réadapt Médecine Phys. 1995 Jan;38(5):245-51.
- 11. Giannoudis PV, Einhorn TA, Marsh D.**
Fracture healing: The diamond concept.
Injury. 2007 Sep;38:53-6.
- 12. Andrzejowski P, Masquelet A, Giannoudis PV.**
Induced Membrane Technique (Masquelet) for Bone Defects in the Distal Tibia, Foot, and Ankle: Systematic Review, Case Presentations, Tips, and Techniques.
Foot Ankle Clin. 2020 Dec;25(4):537-86.
- 13. Moghaddam A, Thaler B, Bruckner T, Tanner M, Schmidmaier G.**
Treatment of atrophic femoral non-unions according to the diamond concept: Results of one- and two-step surgical procedure.
J Orthop. 2017 Mar;14(1):123-33.
- 14. Wiese A, Pape HC.**
Bone Defects Caused by High-energy Injuries, Bone Loss, Infected Nonunions, and Nonunions.
Orthop Clin North Am. 2010 Jan;41(1):1-4.
- 15. Migliorini F, La Padula G, Torsiello E, Spiezia F, Oliva F, Maffulli N.**
Strategies for large bone defect reconstruction after trauma, infections or tumour excision: a comprehensive review of the literature.
Eur J Med Res. 2021 Dec;26(1):118.

- 16. Masquelet A, Kanakaris NK, Obert L, Stafford P, Giannoudis PV.**
Bone Repair Using the Masquelet Technique.
J Bone Jt Surg. 2019 Jun 5;101(11):1024–36.
- 17. Durand M.**
Masquelet Induced Membrane Technique for The Surgical Treatment of Large Bone Defects: The Reasons for Successes and Failures.
Am J Biomed Sci Res [Internet]. 2019 Apr 23 [cited 2023 Jul 17];2(4).
Available from: <https://biomedgrid.com/fulltext/volume2/masquelet-induced-membrane-technique-for-the-surgical-treatment.000600.php>
- 18. Alford AI, Nicolaou D, Hake M, McBride-Gagyi S.**
Masquelet's induced membrane technique: Review of current concepts and future directions.
J Orthop Res. 2021 Apr;39(4):707–18.
- 19. Zappaterra T, Ghislandi X, Adam A, Huard S, Gindraux F, Gallinet D, et al.**
Reconstruction des pertes de substance osseuse du membre supérieur par la technique de la membrane induite, étude prospective à propos de neuf cas.
Chir Main. 2011 Sep;30(4):255–63.
- 20. Masquelet AC.**
Méthode de reconstruction des pertes de substance diaphysaires segmentaires par la membrane induite. In: Réparations tissulaires à la jambe [Internet].
Paris: Springer Paris; 2012 [cited 2023 Nov 21]. p. 95–9. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-2-287-99066-3_10
- 21. Masquelet AC.**
Variations sur le thème de la technique de la membrane induite pour la consolidation de l'humérus.
OTC Fr. 2018;
- 22. Masquelet AC.**
The induced membrane technique.
Orthop Traumatol Surg Res. 2020 Sep;106(5):785–7.

23. **Stafford PR, Norris BL.**
Reamer-irrigator-aspirator bone graft and bi Masquelet technique for segmental bone defect nonunions: a review of 25 cases.
Injury. 2010 Nov;41:S72-7.
24. **El-Alfy B, Abulsaad M, Abdelnaby WL.**
The use of free nonvascularized fibular graft in the induced membrane technique to manage post-traumatic bone defects.
Eur J Orthop Surg Traumatol. 2018 Aug;28(6):1191-7.
25. **Klaue K, Knothe U, Anton C, Pfluger DH, Stoddart M, Masquelet AC, et al.**
Bone regeneration in long-bone defects: tissue compartmentalisation? In vivo study on bone defects in sheep.
Injury. 2009 Nov;40:S95-102.
26. **Pelissier PH, Masquelet AC, Bareille R, Pelissier SM, Amedee J.**
Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone regeneration.
J Orthop Res. 2004 Jan;22(1):73-9.
27. **Wang X, Wei F, Luo F, Huang K, Xie Z.**
Induction of granulation tissue for the secretion of growth factors and the promotion of bone defect repair.
J Orthop Surg. 2015 Dec;10(1):147.
28. **Flamans B, Pauchot J, Petite H, Blanchet N, Rochet S, Garbuio P, et al.**
Pertes de substance osseuse à la main et au poignet traitées en urgence par technique de la membrane induite (technique de Masquelet).
Chir Main. 2010 Oct;29(5):307-14.
29. **Safoury Y.**
Free Vascularized Fibula for the Treatment of Traumatic Bone Defects and Nonunion of the Forearm Bones.
J Hand Surg. 2005 Feb;30(1):67-72.

30. **Micev AJ, Kalainov DM, Soneru AP.**
Masquelet Technique for Treatment of Segmental Bone Loss in the Upper Extremity.
J Hand Surg. 2015 Mar;40(3):593-8.
31. **P.-L. Docquier, T. Schubert.**
Techniques et indications des greffes osseuses et ostéocartilagineuses.
EMC – Tech Chir – Orthopédie–Traumatol. 2020 Apr;44(030):1-26.
32. **Zekry KM, Yamamoto N, Hayashi K, Takeuchi A, Alkhoody AZA, Abd-Elfattah AS, et al.**
Reconstruction of intercalary bone defect after resection of malignant bone tumor. J
Orthop Surg. 2019 Jan;27(1):230949901983297.
33. **Tang D, Tare RS, Yang LY, Williams DF, Ou KL, Oreffo ROC.**
Biofabrication of bone tissue: approaches, challenges and translation for bone
regeneration.
Biomaterials. 2016 Mar;83:363-82.
34. **Trigui M, Ayadi K, Ellouze Z, Gdoura F, Zribi M, Keskes H.**
Traitement des pertes de substance osseuse des membres par transport osseux
segmentaire.
Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 2008 Nov;94(7):628-34.
35. **Li J, Li M, Wang W, Li B, Liu L.**
Evolution and Development of Ilizarov Technique in the Treatment of Infected Long Bone
Nonunion with or without Bone Defects.
Orthop Surg. 2022 May;14(5):824-30.
36. **Polyzois VD, Galanakos SP, Tsiampa VA, Papakostas ID, Kouris NK, Avram AM, et al.**
The use of Papineau technique for the treatment of diabetic and non-diabetic lower
extremity pseudoarthrosis and chronic osteomyelitis.
Diabet Foot Ankle. 2011 Jan;2(1):5920.
37. **Wichou M, Haddoun A, Moujtahid M, Bennouna D, Nechad M, Fadili M, et al.**
Les pseudarthroses septiques de la jambe (a propos de 22 cas). 2006;

38. **Fitoussi F, Masquelet AC, Rigal S, Poichotte A, Bauer T, Fabre A.**
La greffe intertibiofibulaire dans le traitement des pertes de substance osseuse diaphysaires du tibia.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2012 Apr;98(2):192-8.
39. **Ferraz L, Juvet-Segarra M, Pocquet X, Mertl P, Havet E.**
La greffe intertibiofibulaire est-elle encore d'actualité dans le traitement des pseudarthroses de jambe ?
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2016 Apr;102(2):171-5.
40. **Azi ML, Teixeira AADA, Cotias RB, Joeris A, Kfuri M.**
Membrane Induced Osteogenesis in the Management of Posttraumatic Bone Defects. J
Orthop Trauma. 2016 Oct;30(10):545-50.
41. **Olesen UK, Eckardt H, Bosemark P, Paulsen AW, Dahl B, Hede A.**
The Masquelet technique of induced membrane for healing of bone defects. A review of 8 cases.
Injury. 2015 Dec;46:S44-7.
42. **Bourgeois M, Loisel F, Bertrand D, Nallet J, Gindraux F, Adam A, et al.**
Management of forearm bone loss with induced membrane technique.
Hand Surg Rehabil. 2020 May;39(3):171-7.
43. **Taylor BC, Hancock J, Zitzke R, Castaneda J.**
Treatment of Bone Loss With the Induced Membrane Technique: Techniques and Outcomes.
J Orthop Trauma. 2015;29(12).
44. **Moghaddam A, Zietzschmann S, Bruckner T, Schmidmaier G.**
Treatment of atrophic tibia non-unions according to 'diamond concept': Results of one- and two-step treatment.
Injury. 2015 Oct;46:S39-50.
45. **Karger C, Kishi T, Schneider L, Fitoussi F, Masquelet AC.**
Traitement des pertes de substance osseuse traumatiques par la technique de la membrane induite.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2012 Feb;98(1):81-7.

46. **Haddad B, Zribi S, Haraux E, Deroussen F, Gouron R, Klein C.**
Reconstruction de la clavicule par la technique de la membrane induite chez l'enfant : à propos de 4 cas.
Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2019 Jun;105(4):493-8.
47. **Masquelet AC, Obert L.**
La technique de la membrane induite pour les pertes de substance osseuse de la main et du poignet.
Chir Main. 2010 Dec;29:S221-4.
48. **Makridis KG, Theocharakis S, Fragkakis EM, Giannoudis PV.**
Reconstruction of an extensive soft tissue and bone defect of the first metatarsal with the use of Masquelet technique: A case report.
Foot Ankle Surg. 2014 Jun;20(2):e19-22.
49. **Morelli I, Drago L, George DA, Gallazzi E, Scarponi S, Romanò CL.**
Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2016 Dec;47:568-76.
50. **Donegan DJ, Scolaro J, Matuszewski PE, Mehta S.**
Staged Bone Grafting Following Placement of an Antibiotic Spacer Block for the Management of Segmental Long Bone Defects.
Orthopedics [Internet]. 2011 Nov [cited 2024 Mar 9];34(11). Available from: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/01477447-20110922-16>
51. **Weam F. Mousa, M.D. AML M Sc, El-Sayed M.E. El-Forse, M.D. MMH MD.**
Induced Membrane (Masquelet) Technique for Treatment of Long Bone Defects.
Med J Cairo Univ. 2018 Mar 1;86(March):215-22.
52. **Wang G, Luo W, Zhou Y, Zhu Z, Zhao Z, Liu S, et al.**
Custom-Made Antibiotic Cement-Coated Nail for the Treatment of Infected Bone Defect.
Capone A, editor.
BioMed Res Int. 2021 Mar 5;2021:1-12.

53. **Apard T, Bigorre N, Cronier P, Duteille F, Bizot P, Massin P.**
Traitement en deux temps des pertes de substance osseuse post-traumatique du tibia sur clou. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* 2010 Sep 1;96(5):624-8.
54. **Mathieu L, Bilichtin E, Durand M, De l'Escalopier N, Murison JC, Collombet JM, et al.**
Masquelet technique for open tibia fractures in a military setting. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020 Oct;46(5):1099-105.
55. **Luangphakdy V, Pluhar EG, Piuzzi NS, D'Alleyrand JC, Carlson CS, Bechtold JE, et al.**
The Effect of Surgical Technique and Spacer Texture on Bone Regeneration: A Caprine Study Using the Masquelet Technique. *Clin Orthop.* 2017 Oct;475(10):2575-85.
56. **Gannamani S, Rachakonda KR, Tellakula Y, Takkalapally H, Maryada VR, Gurava Reddy AV.**
Combining non-vascularized fibula and cancellous graft in the masquelet technique: A promising approach to distal femur compound fracture management with large defects. *Injury.* 2024 Feb;55(2):111233.
57. **Mauffrey C, Giannoudis PV, Conway JD, Hsu JR, Masquelet AC.**
Masquelet technique for the treatment of segmental bone loss have we made any progress? *Injury.* 2016 Oct;47(10):2051-2.
58. **Ahmed H, Shakshak M, Trompeter A.**
A review of the Masquelet technique in the treatment of lower limb critical-size bone defects. *Ann R Coll Surg Engl.* 2023 Jun 27;racsann.2023.0022.
59. **Masquelet AC, Kishi T, Benko PE.**
Very long-term results of post-traumatic bone defect reconstruction by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019 Feb;105(1):159-66.

60. **Gouron R, Deroussen F, Plancq MC, Collet LM.**
Bone defect reconstruction in children using the induced membrane technique: A series of 14 cases.
Orthop Traumatol Surg Res. 2013 Nov;99(7):837-43.
61. **Accadbled F, Mazeau P, Chotel F, Cottalorda J, Sales De Gauzy J, Kohler R.**
Induced-membrane femur reconstruction after resection of bone malignancies: Three cases of massive graft resorption in children.
Orthop Traumatol Surg Res. 2013 Jun;99(4):479-83.
62. **Yin P, Ji Q, Li T, Li J, Li Z, Liu J, et al.**
A Systematic Review and Meta-Analysis of Ilizarov Methods in the Treatment of Infected Nonunion of Tibia and Femur.
Williams BO, editor. PLOS ONE. 2015 Nov 3;10(11):e0141973.
63. **Wee C, Ruter D, Schulz S, Sisk G, West J, Tintle S, et al.**
Reconstruction of extremity long bone defects with vascularized fibula bone grafts.
Plast Aesthetic Res [Internet]. 2019 Jun 21 [cited 2024 Jun 4];2019.
Available from: <https://www.oaepublish.com/articles/2347-9264.2019.02>

قسم الطبيب أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي
وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك، والمرض، والألم،
والقلق.

و أن أحفظ للناس كرامتهم و أستتر عورتهم و أكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي
الطبية للقريب و البعيد، للصالح و الطالح، و الصديق و العدو.

و أن أثابر على طلب العلم و أسخره لنفع الإنسان لا لأداه.

وأن أوقر من علمني و أعلم من يصغرنني و أن أكون أختا لكل
زميل(ة) في المهنة الطبية متعاونين على البر و التقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري و علانيتي،
نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله و المؤمنين.

و الله على ما أقول شهيدة

تقنية الغشاء المستحث في علاج فقدان المادة العظمية لدى البالغين

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2024/06/26

من طرف

الآنسة نادية العمرزي

المزداة في 28 فبراير 1997 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية :

فقدان المادة - غشاء مستحث - ماسكوليه - بناء العظم

اللجنة

الرئيس

ع. عبكري

السيد

المشرف

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

م.أ. بنهيمه

السيد

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

ر. شفيق

السيد

الحكام {

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

ع. مركاد

السيد

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل