



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

Année 2023

Thèse N° 060

# Traitement chirurgical de pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale

---

## THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 08/02/2023

PAR

**Mr. Said MOUSTAID**

Né le 18 Octobre 1994 à AIT MILK

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

---

## MOTS-CLÉS

Pseudarthrose – Diaphyse humérale – Aseptique

Plaque vissée – Greffe osseuse

---

## JURY

|             |  |                   |
|-------------|--|-------------------|
| <b>M.</b>   | <b>R. CHAFIK</b><br>Professeur de Traumatologie – Orthopédie | <b>PRESIDENT</b>  |
| <b>M.</b>   | <b>M. MADHAR</b><br>Professeur de Traumatologie – Orthopédie | <b>RAPPORTEUR</b> |
| <b>Mme.</b> | <b>S. ALJ</b><br>Professeur de Radiologie                    | <b>JUGE</b>       |



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

صَدِّقَ وَاللَّهُ الْعَظِيمِ

(سورة البقرة)





# *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. Mohamed AMINE  
Vice doyen aux affaires pédagogiques : Pr. Redouane EL FEZZAZI  
Vice doyen chargé de la Pharmacie : Pr. Said ZOUHAIR  
Secrétaire Général : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

| Nom et Prénom             | Spécialité                             | Nom et Prénom         | Spécialité                               |
|---------------------------|--|-----------------------|--|
| ABKARI Imad               | Traumato- orthopédie                   | FADILI Wafaa          | Néphrologie                              |
| ABOU EL HASSAN<br>Taoufik | Anesthésie-<br>réanimation             | FAKHIR Bouchra        | Gynécologie- obstétrique                 |
| ABOUCHADI Abdeljalil      | Stomatologie et chir<br>maxillofaciale | FAKHRI Anass          | Histologie- embryologie<br>cytogénétique |
| ABOULFALAH<br>Abderrahim  | Gynécologie-<br>obstétrique            | FOURAIJI Karima       | Chirurgie pédiatrique                    |
| ABOUSSAIR Nisrine         | Génétique                              | GHANNANE<br>Houssine  | Neurochirurgie                           |
| ADALI Imane               | Psychiatrie                            | GHOUNDALE Omar        | Urologie                                 |
| ADMOU Brahim              | Immunologie                            | HACHIMI<br>Abdelhamid | Réanimation médicale                     |

|                             |   |                               |   |
|-----------------------------|---|-------------------------------|---|
| AGHOUTANE El Mouhtadi       | Chirurgie pédiatrique                   | HAJJI Ibtissam                | Ophthalmologie                            |
| AISSAOUI Younes             | Anesthésie – réanimation                | HAROU Karam                   | Gynécologie– obstétrique                  |
| AIT AMEUR Mustapha          | Hématologie Biologique                  | HOCAR Ouafa                   | Dermatologie                              |
| AIT BENALI Said             | Neurochirurgie                          | JALAL Hicham                  | Radiologie                                |
| AIT BENKADDOUR Yassir       | Gynécologie– obstétrique                | KADDOURI Said                 | Médecine interne                          |
| AIT-SAB Imane               | Pédiatrie                               | KAMILI El Ouafi El Aouni      | Chirurgie pédiatrique                     |
| ALJ Soumaya                 | Radiologie                              | KHALLOUKI Mohammed            | Anesthésie– reanimation                   |
| AMAL Said                   | Dermatologie                            | KHATOURI Ali                  | Cardiologie                               |
| AMINE Mohamed               | Epidémiologie– clinique                 | KHOUCHANI Mouna               | Radiothérapie                             |
| AMMAR Haddou                | Oto–rhino–laryngologie                  | KISSANI Najib                 | Neurologie                                |
| AMRO Lamyae                 | Pneumo– phtisiologie                    | KRATI Khadija                 | Gastro– entérologie                       |
| ANIBA Khalid                | Neurochirurgie                          | KRIET Mohamed                 | Ophthalmologie                            |
| ARSALANE Lamiae             | Microbiologie –Virologie                | LAGHMARI Mehdi                | Neurochirurgie                            |
| ASMOUKI Hamid               | Gynécologie– obstétrique                | LAKMICH Mohamed Amine         | Urologie                                  |
| ATMANE El Mehdi             | Radiologie                              | LAKOUICHMI Mohammed           | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale |
| BAIZRI Hicham               | Endocrinologie et maladies métaboliques | LAOUAD Inass                  | Néphrologie                               |
| BASRAOUI Dounia             | Radiologie                              | LOUHAB Nisrine                | Neurologie                                |
| BASSIR Ahlam                | Gynécologie– obstétrique                | LOUZI Abdelouahed             | Chirurgie – générale                      |
| BELBARAKA Rhizlane          | Oncologie médicale                      | MADHAR Si Mohamed             | Traumato– orthopédie                      |
| BELKHOU Ahlam               | Rhumatologie                            | MANOUDI Fatiha                | Psychiatrie                               |
| BEN DRISS Laila             | Cardiologie                             | MANSOURI Nadia                | Stomatologie et chiru maxillo faciale     |
| BENALI Abdeslam             | Psychiatrie                             | MAOULAININE Fadl mrabih rabou | Pédiatrie (Neonatalogie)                  |
| BENCHAMKHA Yassine          | Chirurgie réparatrice et plastique      | MARGAD Omar                   | Traumatologie – orthopédie                |
| BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan | Chirurgie – générale                    | MATRANE Aboubakr              | Médecine nucléaire                        |
| BENHIMA Mohamed Amine       | Traumatologie – orthopédie              | MLIHA TOUATI Mohammed         | Oto–Rhino – Laryngologie                  |



|                                    |   |                                   |                          |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| BENJELLOUN HARZIMI<br>Amine        | Pneumo- phtisiologie                      | MOUAFFAK Youssef                  | Anesthésie - reanimation |
| BENJILALI Laila                    | Médecine interne                          | MOUDOUNI Said<br>Mohammed         | Urologie                 |
| BOUCHENTOUF<br>Rachid              | Pneumo- phtisiologie                      | MOUFID Kamal                      | Urologie                 |
| BOUKHANNI Lahcen                   | Gynécologie-<br>obstétrique               | MOUTAJ Redouane                   | Parasitologie            |
| BOUKHIRA<br>Abderrahman            | Biochimie - chimie                        | MOUTAOUAKIL<br>Abdeljalil         | Ophthalmologie           |
| BOUMZEBRA Drissi                   | Chirurgie Cardio-<br>Vasculaire           | MSOUGGAR Yassine                  | Chirurgie thoracique     |
| BOURRAHOUEAT<br>Aicha              | Pédiatrie                                 | NAJEB Youssef                     | Traumato- orthopédie     |
| BOURROUS Monir                     | Pédiatrie                                 | NARJIS Youssef                    | Chirurgie générale       |
| BOUSKRAOUI<br>Mohammed             | Pédiatrie                                 | NEJMI Hicham                      | Anesthésie- reanimation  |
| BSISS Mohamed Aziz                 | Biophysique                               | NIAMANE Radouane                  | Rhumatologie             |
| CHAFIK Rachid                      | Traumato- orthopédie                      | OUALI IDRISSE<br>Mariem           | Radiologie               |
| CHAKOUR Mohamed                    | Hématologie Biologique                    | OUBAHA Sofia                      | Physiologie              |
| CHELLAK Saliha                     | Biochimie- chimie                         | OULAD SAIAD<br>Mohamed            | Chirurgie pédiatrique    |
| CHERIF IDRISSE<br>EL GANOUNI Najat | Radiologie                                | QACIF Hassan                      | Médecine interne         |
| CHOULLI Mohamed<br>Khaled          | Neuro pharmacologie                       | QAMOUSS Youssef                   | Anesthésie- reanimation  |
| DAHAMI Zakaria                     | Urologie                                  | RABBANI Khalid                    | Chirurgie générale       |
| DAROUASSI Youssef                  | Oto-Rhino -<br>Laryngologie               | RADA Nouredine                    | Pédiatrie                |
| DRAISS Ghizlane                    | Pédiatrie                                 | RAIS Hanane                       | Anatomie pathologique    |
| EL ADIB Ahmed<br>Rhassane          | Anesthésie-<br>réanimation                | RAJI Abdelaziz                    | Oto-rhino-laryngologie   |
| EL AMRANI Moulay<br>Driss          | Anatomie                                  | ROCHDI Youssef                    | Oto-rhino- laryngologie  |
| EL ANSARI Nawal                    | Endocrinologie et<br>maladiesmétaboliques | SAMKAOUI<br>Mohamed<br>Abdenasser | Anesthésie- reanimation  |
| EL BARNI Rachid                    | Chirurgie- générale                       | SAMLANI Zouhour                   | Gastro- entérologie      |
| EL BOUCHTI Imane                   | Rhumatologie                              | SARF Ismail                       | Urologie                 |

|                          |   |                     |                           |
|--------------------------|---|---------------------|---------------------------|
| EL BOUIHI Mohamed        | Stomatologie et chir maxillofaciale     | SORAA Nabila        | Microbiologie - Virologie |
| EL FEZZAZI Redouane      | Chirurgie pédiatrique                   | SOUMMANI Abderraouf | Gynécologie- obstétrique  |
| EL HAOURY Hanane         | Traumato- orthopédie                    | TASSI Noura         | Maladies infectieuses     |
| EL HATTAOUI Mustapha     | Cardiologie                             | TAZI Mohamed Illias | Hématologie- Clinique     |
| EL HOUDZI Jamila         | Pédiatrie                               | YOUNOUS Said        | Anesthésie- reanimation   |
| EL IDRISSE SLITINE Nadia | Pédiatrie                               | ZAHLANE Kawtar      | Microbiologie - virology  |
| EL KARIMI Saloua         | Cardiologie                             | ZAHLANE Mouna       | Médecine interne          |
| EL KHADER Ahmed          | Chirurgie générale                      | ZAOUI Sanaa         | Pharmacologie             |
| EL KHAYARI Mina          | Réanimation médicale                    | ZEMRAOUI Nadir      | Néphrologie               |
| EL MGHARI TABIB Ghizlane | Endocrinologie et maladies métaboliques | ZIADI Amra          | Anesthésie - reanimation  |
| EL OMRANI Abdelhamid     | Radiothérapie                           | ZOUHAIR Said        | Microbiologie             |
| ELFIKRI Abdelghani       | Radiologie                              | ZYANI Mohammed      | Médecine interne          |
| ESSAADOUNI Lamiaa        | Médecine interne                        |                     |                           |

### Professeurs Agrégés

| Nom et Prénom       | Spécialité  | Nom et Prénom          | Spécialité  |
|---------------------|---|------------------------|---|
| ABDOU Abdessamad    | Chiru Cardio vasculaire   | SEBBANI Majda          | Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) |
| ABIR Badreddine     | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale                               | HAZMIRI Fatima Ezzahra | Histologie- embryologie cytogénétique                                   |
| ADARMOUCH Latifa    | Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) | JANAH Hicham           | Pneumo- phtisiologie  |
| AIT BATAHAR Salma   | Pneumo- phtisiologie  | LAFFINTI Mahmoud Amine | Psychiatrie   |
| ALAOUI Hassan       | Anesthésie - Réanimation  | LAHKIM Mohammed        | Chirurgie générale  |
| ALJALIL Abdelfattah | Oto- rhino- laryngologie  | MESSAOUDI Redouane     | Ophthalmologie  |
| ARABI Hafid         | Médecine physique et réadaptation fonctionnelle                         | MOUHSINE Abdelilah     | Radiologie  |

|                         |   |                           |                                    |
|-------------------------|---|---------------------------|------------------------------------|
| ARSALANE Adil           | Chirurgie Thoracique                        | NADER Youssef             | Traumatologie – orthopédie         |
| ASSERRAJI Mohammed      | Néphrologie                                 | NASSIM SABAH Taoufik      | Chirurgie Réparatrice et Plastique |
| BELBACHIR Anass         | Anatomie– pathologique                      | RHARRASSI Isam            | Anatomie–patologique               |
| BELHADJ Ayoub           | Anesthésie – Réanimation                    | SALAMA Tarik              | Chirurgie pédiatrique              |
| BOUZERDA Abdelmajid     | Cardiologie                                 | SEDDIKI Rachid            | Anesthésie – Réanimation           |
| CHRAA Mohamed           | Physiologie                                 | SERGHINI Issam            | Anesthésie – Réanimation           |
| EL HAOUATI Rachid       | Chirurgie Cardio– vasculaire                | TOURABI Khalid            | Chirurgie réparatrice et plastique |
| EL KAMOUNI Youssef      | Microbiologie Virologie                     | ZARROUKI Youssef          | Anesthésie – Réanimation           |
| EL MEZOUARI El Moustafa | Parasitologie Mycologie                     | ZIDANE Moulay Abdelfettah | Chirurgie Thoracique               |
| ESSADI Ismail           | Oncologie Médicale                          | BELGHMAIDI Sarah          | OPhtalmologie                      |
| GHAZI Mirieme           | Rhumatologie                                | BENNAOUI Fatiha           | Pédiatrie                          |
| Hammoune Nabil          | Radiologie                                  | FENNANE Hicham            | Chirurgie Thoracique               |
| ABDELFETTAH Youness     | Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle | REBAHI Houssam            | Anesthésie – Réanimation           |
| ELBAZ Meriem            | Pédiatrie                                   | ZOUIZRA Zahira            | Chirurgie Cardio– vasculaire       |
| FDIL Naima              | Chimie de Coordination Bio–organique        |                           |                                    |

### Professeurs Assistants

| Nom et Prénom      | Spécialité                         | Nom et Prénom             | Spécialité             |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| AABBASSI Bouchra   | PédoPsychiatrie                    | ELJAMILI Mohammed         | Cardiologie            |
| ABALLA Najoua      | Chirurgie pédiatrique              | ELOUARDI Youssef          | Anesthésie reanimation |
| ABOUDOURIB Maryem  | Dermatologie                       | EL–QADIRY Rabiya          | Pédiatrie              |
| ABOULMAKARIM Siham | Biochimie                          | FASSI Fihri Mohamed jawad | Chirurgie générale     |
| ACHKOUN Abdessalam | Anatomie                           | GEBRATI Lhoucine          | Chimie physique        |
| AHBALA Tariq       | Chirurgie générale                 | HAJHOUI Farouk            | Neurochirurgie         |
| AIT ERRAMI Adil    | Gastro–entérologie                 | HAJJI Fouad               | Urologie               |
| AKKA Rachid        | Gastro – entérologie               | HAMRI Asma                | Chirurgie Générale     |
| AMINE Abdellah     | cardiologie                        | HAZIME Raja               | Immunologie            |
| ARROB Adil         | Chirurgie réparatrice et plastique | IDALENE Malika            | Maladies infectieuses  |

|                     |                                      |                         |   |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AZAMI Mohamed Amine | Anatomie pathologique                | JALLAL Hamid            | Cardiologie                                   |
| AZIZ Zakaria        | Stomatologie et chir maxillo faciale | KHALLIKANE Said         | Anesthésie-réanimation                        |
| AZIZI Mounia        | Néphrologie                          | LACHHAB Zineb           | Pharmacognosie                                |
| BAALLAL Hassan      | Neurochirurgie                       | LAHLIMI Fatima Ezzahra  | Hématologie Clinique                          |
| BABA Hicham         | Chirurgie générale                   | LAHMINI Widad           | Pédiatrie                                     |
| BELARBI Marouane    | Néphrologie                          | LAMRANI HANCHI Asmae    | Microbiologie-virologie                       |
| BELFQUIH Hatim      | Neurochirurgie                       | LOQMAN Souad            | Microbiologie et toxicologie environnementale |
| BELLASRI Salah      | Radiologie                           | MAOUJOURD Omar          | Néphrologie                                   |
| BENAMEUR Yassir     | Médecine nucléaire                   | MEFTAH Azzelarab        | Endocrinologie et maladies métaboliques       |
| BENANTAR Lamia      | Neurochirurgie                       | MILOUDI Mohcine         | Microbiologie - Virologie                     |
| BENCHAFAI Ilias     | Oto- rhino- laryngologie             | MOUGUI Ahmed            | Rhumatologie                                  |
| BENYASS Youssef     | Traumatologie- orthopédie            | MOULINE Souhail         | Microbiologie-virologie                       |
| BENZALIM Meriam     | Radiologie                           | NASSIH Houda            | Pédiatrie                                     |
| BOUHAMIDI Ahmed     | Dermatologie                         | OUERIAGLI NABIH Fadoua  | Psychiatrie                                   |
| BOUTAKIOUTE Badr    | Radiologie                           | OUMERZOUK Jawad         | Neurologie                                    |
| CHAHBI Zakaria      | Maladies infectieuses                | RAGGABI Amine           | Neurologie                                    |
| CHEGGOUR Mouna      | Biochimie                            | RAISSI Abderrahim       | Hématologie Clinique                          |
| CHETOUI Abdelkhalek | Cardiologie                          | RHEZALI Manal           | Anesthésie-réanimation                        |
| CHETTATI Mariam     | Néphrologie                          | ROUKHSI Redouane        | Radiologie                                    |
| DAMI Abdallah       | Médecine Légale                      | SAHRAOUI Houssam Eddine | Anesthésie-réanimation                        |
| DARFAOUI Mouna      | Radiothérapie                        | SALLAHI Hicham          | Traumatologie- orthopédie                     |
| DOUIREK Fouzia      | Anesthésie-réanimation               | SAYAGH Sanae            | Hématologie                                   |
| DOULHOUSNE Hassan   | Radiologie                           | SBAAI Mohammed          | Parasitologie- mycologie                      |
| EL- AKHIRI Mohammed | Oto- rhino- laryngologie             | SBAI Asma               | Informatique                                  |

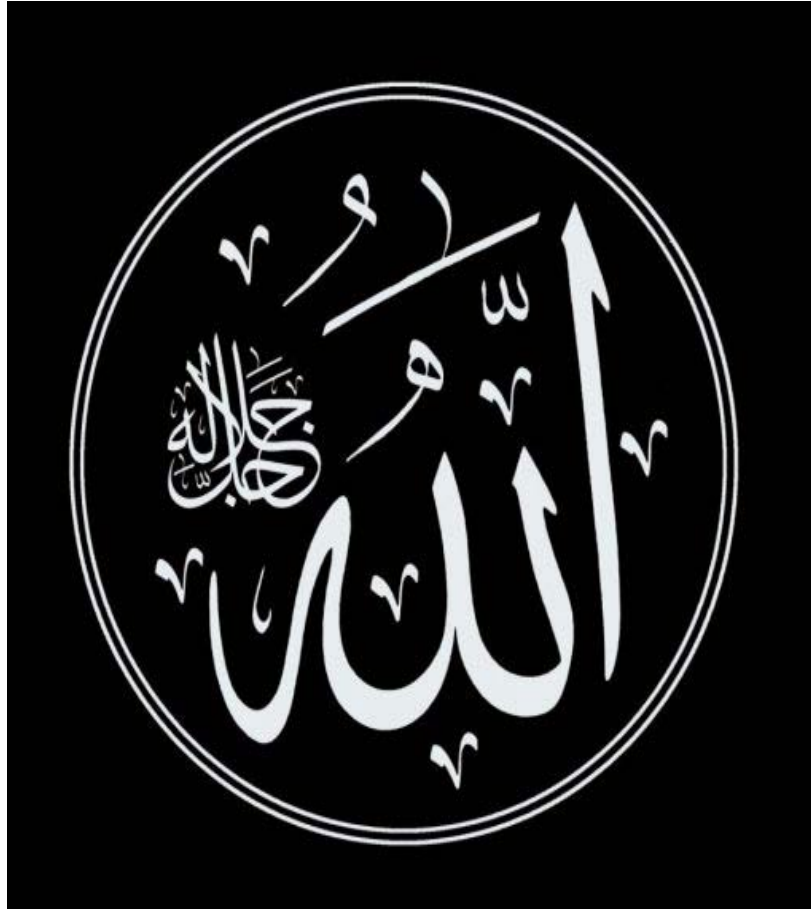
|                    |  |                     |   |
|--------------------|--|---------------------|---|
| EL AMIRI My Ahmed  | Chimie de Coordination<br>bio-organique    | SIRBOU Rachid       | Médecine d'urgence et<br>de catastrophe |
| EL FADLI Mohammed  | Oncologie médicale                         | SLIOUI Badr         | Radiologie                              |
| EL FAKIRI Karima   | Pédiatrie                                  | WARDA Karima        | Microbiologie                           |
| EL GAMRANI Younes  | Gastro-entérologie                         | YAHYAOUI Hicham     | Hématologie                             |
| EL HAKKOUNI Awatif | Parasitologie<br>mycologie                 | YANISSE Siham       | Pharmacie galénique                     |
| EL JADI Hamza      | Endocrinologie et<br>maladies métaboliques | ZBITOU Mohamed Anas | Cardiologie                             |
| EL KHASSOUI Amine  | Chirurgie pédiatrique                      | ZIRAOUI Oualid      | Chimie thérapeutique                    |
| ELATIQI Oumkeltoum | Chirurgie réparatrice et<br>plastique      | ZOUITA Btissam      | Radiologie                              |

**LISTE ARRÊTÉE LE 26/09/2022**



*DEDICACES*





*A Allah*

*Le tout puissant Qui m'a inspirée et qui m'a guidée dans le bon chemin Je lui dois ce que je suis devenue Louanges et remerciements Pour Sa clémence et Sa miséricorde.*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance...Aussi, c'est tout simplement que...*

*Je dédie cette thèse à ...*

*A lumière de mes jours, ma très chère mère ZAINA  
ASLAOUI*

*Les mots me manquent pour exprimer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de m'encourager durant toutes les années de mes études. Tu étais pour moi une bénédiction, un espoir, depuis ma naissance jusqu'aujourd'hui. Toi qui m'as supporté, soutenu dans les moments de difficultés comme dans les moments de joie, chère mère, que Dieu lui-même vous récompense et vous garde auprès de nous pour le reste de vos jours.*

*Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain, et je ferai de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Je t'aime énormément.*

*A mon très cher père M'HMED MOUSTAID :*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes sont-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*



*A l'âme de mon grand-père AHMED MOUSTAID*

*J'ai vécu dans l'admiration de ta grande personnalité et de ta bonté. Tu étais pour moi l'exemple de la réussite et du grand cœur, et tu resteras toujours la lumière qui me guide dans les moments les plus obscurs. Tu nous as quitté trop tôt, mais je sais que tu aurais été très heureux. Cher grand père, je te dédie ce travail, à toi, l'être le plus cher. Que ton âme repose en paix.*

*Que Dieu tout puissant vous accorde sa clémence et sa miséricorde.*

*A mon grand frère Abdelwahed Moustaid :*

*Tu es un cadeau du ciel. Quoique je dise, je ne saurais exprimer l'amour que j'ai pour toi. Je te remercie, pour ton support, ton dévouement et indéfectible soutien, et je te dédie ce travail, pour tous les moments de joie, de complicité, et de taquinerie qu'on a pu partager ensemble. Puisse Dieu le tout puissant vous préserver du mal, te combler de santé et de bonheur, et te tracer le chemin que te souhaites. J'espère que tu trouveras dans cette thèse l'expression de mon affection pour toi.*

*A mes très chères sœurs adorables SAKINA et RACHIDA MOUSTAID :*

*Aucun mot ne décrira assez la chance que j'ai d'avoir deux magnifiques sœurs comme vous. Vous avez toujours été une deuxième mère pour moi. Les mots me font défaut quand il s'agit de parler de vous. L'occasion m'est offerte pour vous dire merci d'être toujours à mes côtés, pour votre amour infini et pour tous ces moments de joie, fou rire et aventure que vous m'avez offerts, sans vous ma vie n'aurait jamais eu le même goût. Vous avez toujours été les deux sœurs parfaites et même un frère quand j'en avais besoin. Je vous aime infiniment. Veuillez accepter ce modeste travail avec toute ma reconnaissance et considération.*

*A mes très chers frères HICHAM, MOHAMED et ABDELILAH MOUSTAID :*

*Aucune dédicace ne peut exprimer la profondeur des sentiments fraternels, d'amour et d'attachement que j'éprouve à votre égard mes très chers frères.*

*Vous avez toujours été à mes côtés, votre amour et confiance en moi m'ont poussé vers l'avant et j'espère être à la hauteur de vos espérances. Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, ce travail est un témoignage de ma profonde affection et de mon amour.*

*Puisse Dieu vous protéger, garder et renforcer notre fraternité. Je vous souhaite tout le bonheur du monde et pleins de succès et de réussite dans votre avenir*

*A mes très chers neveux :Houda BOUROM, Asma MOUSTAID, Imane BOUROM, Yasmine BENDIOUANE, Romayssa MOUSTAID, Abdelali BOUROM, Abdelhakim BOUROM, Anass MOUSTAID, Ilyass MOUSTAID, Youssef BENDIOUANE, Rayan MOUSTAID Et Zakaria MOUSTAID:*

*Je suis heureux et chanceux de vous avoir dans ma vie mes chers neveux. A tous les moments qu'on a passés ensemble, à tous nos souvenirs ! Je vous souhaite une longue vie pleine de bonheur et de prospérité. Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance, mon amour et mon respect. Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés.*

*A tous mes oncles et tantes, mes chers cousins et cousines*

*Je vous dédie ce travail en témoignage du soutien que vous m'aviez accordé et en reconnaissance des encouragements durant toutes ces années. Tous mes vœux de bonheur et de santé à vous, ainsi qu'à vos petites et grandes familles.*

*À Ma confidente, Mona MANSOURI*

*Voilà plus que cinq ans qu'on s'est connu.*

*Nous avons traversé beaucoup de moments ensemble, les bons comme les plus difficiles. Ton amour m'a apporté la paix, la joie et la stabilité que je n'avais jamais connues auparavant. Tu es devenue la source de mon inspiration et de ma motivation chaque jour.*

*Tu es l'amie, la sœur et bien plus encore. A tous nos éclats de rires, à toutes ces longues journées de travail et de durs labeurs. Je te prie de trouver dans ce travail l'expression de mon estime et de mon attachement.*

**A mon très cher ami Dr.ZIM ELHOUSSAIN :**

*Le destin nous a réunis au moment le plus improbable, et a soudé notre amitié. Dieu m'a fait cadeau au moment où je l'espérais le moins, d'un meilleur ami et d'un frère. Tu as toujours été à mes côtés, dans les bons moments mais surtout dans les mauvais, me redonnant espoir en l'existence de personnes aussi pures, fidèles et aimantes que toi. Je te serai à jamais reconnaissant pour ton soutien, dans des moments où je pensais être seul face aux misères de la vie. Tu étais là, par tes paroles mais surtout par tes actes. Merci pour tout.*

**A mes très chers amis : Dr. HADDOU Mohamed,  
Dr. MOSSADIQ Mohamed et Dr. RAIS Hassan :**

*Je vous considère sans exception mes amis et frères. Nous avons partagé des moments qui m'ont laissé me rapprocher de vous. Vous êtes tous des personnes honnêtes, généreuses, bienveillantes et loyales, et c'est pour cela que vous avez une place particulière dans ma vie. En étant parmi vous, tout mon parcours en médecine n'a été que joie et bonheur. Je serai toujours là pour vous, car je sais que vous êtes et seriez toujours là pour moi. Que notre amitié dure le plus longtemps possible.*

*A mes amis Brahim BOULAI, Abderrahim HMAIDOUCH*

*À tous les moments agréables passés ensemble,  
à tous nos éclats de rire, nos disputes, nos bêtises et en  
témoignage de notre amour et complicité, Je vous  
Remercie de m'avoir épaulé et soutenu. Nous nous ne sommes  
pas promis pour le meilleur et le pire. Cependant, nous avons  
vécu réellement le meilleur et le pire.  
Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de tranquillité.  
Je vous aime mes frères.*

*A ma petite sœur Youssra MANSOURI,*

*J'ai eu la chance de te rencontrer, une amie pleine de gaieté et  
de positivité.  
Merci pour toute la tendresse et l'amour que tu dégages.  
Je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès*

*Notre amitié a débuté depuis la première année médecine, voilà  
déjà huit ans que l'on se connaît.*

*En souvenir des moments merveilleux que nous avons passés et  
aux liens solides qui nous unissent.*

*Un grand merci pour ton soutien, tes encouragements et ton  
aide. Le lien que nous avons réussi à forger tout au long de ces  
années n'est guère ordinaire. Je te souhaite beaucoup de réussite  
et de bonheur, autant dans ta vie professionnelle que  
personnelle. Je prie Dieu pour que notre amitié et fraternité  
soient éternelles...*

*A mes très chers amis :*

*NAOURANI Mohamed, READ Abdessalam, Chakib BRAIM, Pr  
Abdelatif DAWDI, Abdrahim MOUSAID, Fouad  
Oussouqe, Sanae Moudenne, Youssef TIBRKA, Amine HAFIDI,  
, BELMKIA Amine, Yassine AHtar, Ilyass SAOUDI, Adnane  
MORTAJI, Abdellah OUBELLA, Karim OSSALEM, Mounir  
RACHD, Khalid ASRA, reda chequermani ; Adil TAOUFIK,  
Zakaria WAKRIM, Abderahim WAKRIM, Abdolah  
BONKHLA, Rachid ACHBAH, IMAD E Soufiane, brahim  
traym, BAHMAN Mostapha, Ayoub CHIHAB, Ayoub  
ELMBRAD, Achraf CHOUIKH, Hamza OUAZANI, Chaïma  
FARAJI, Hajar KHAOULANI, Omar IDBOUBKER, Kaoutar  
KASSIMI, Ayoub ELKADOURI, Ikram FAKIR, Hassna NAIT  
DAOUD, Soukaina AIT HESSI, Niimatoullah OUAHABI, Amal  
MOURTAIF, Salahedin MOUTAOUAKIL, Moudeni YOUSSEF,  
Adil BYARI, Anas DALOHAMOUCHE, Abderhman HIJAZI,  
Ahmed ELBARHICHI, Saïd AIT OUBAYD, Younes BORA,  
Ahmed ABRHICH, Ayoub, Jamal SAIFI, Abdelmonïm  
DRIOUCHE, Mohamed NADIR, Amine JABRANE, Najib BILA,  
Arog MOHMED, Omar DKOM, Hassan AZIZ, Nacer AIT  
SALM, Mohamed AATAR, taoufik nidouahmane, hicham  
idbouja, rim aanour, zineb aassim, joseph cottolengo ndashimye*

•

*Votre amitié a doublé mes joies et a réduit mes peines. Votre présence à mes côtés m'a toujours honoré, merci pour les beaux moments que nous avons passé ensemble. Votre présence m'a été d'un grand soutien au cours de mon parcours. Que la bonté de Dieu illumine votre chemin.*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai involontairement  
omis de citer A tous ceux qui ont participé de près ou de  
loin à la réalisation de ce travail.*



*REMERCIEMENTS*





*A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE ;*

*Professeur CHAFIK Rachid*

*Professeur d'enseignement supérieur en Traumatologie*

*Orthopédie à l'hôpital Ibn-Tofail*

*Je suis très sensible à l'honneur que vous m'avez fait en acceptant aimablement de présider mon jury de thèse. Nous avons eu le grand privilège de bénéficier de votre enseignement lumineux durant nos années d'étude.*

*Veillez cher maître, trouver dans ce travail, le témoignage de ma gratitude, ma haute considération et mon profond respect.*

*A NOTRE MAITRE ET RAPPORTEUR DE THESE ;*

*Professeur MADHAR Si Mohamed*

*Professeur d'enseignement supérieur en Traumatologie*

*Orthopédie à l'hôpital Ibn-Tofail*

*C'est avec un grand plaisir que je me suis adressé à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement et j'étais très touché par l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de me confier ce travail.*

*Veillez accepter, cher maître, dans ce travail l'assurance de mon estime et de mon profond respect. Vos qualités humaines et professionnelles jointes à votre compétence et votre dévouement pour votre profession seront pour moi un exemple à suivre dans l'exercice de cette honorable mission.*

*Vos qualités scientifiques, pédagogiques et humaines m'ont profondément ému et resteront pour moi un exemple à suivre*

À NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE

Professeur ALJ Soumaya

Professeur d'enseignement supérieur en Radiologie  
à l'hôpital Ibn-Tofaïl

*Vous avez accepté très spontanément de faire partie de notre jury.*

*Nous vous remercions de votre enseignement et de l'intérêt que vous avez porté à ce travail.*

*Vos compétences professionnelles et vos qualités humaines seront pour nous un exemple dans l'exercice de la profession. Votre présence nous honore.*

*Veillez trouver ici, Professeur, l'expression de notre profond respect.*



# *ABBREVIATIONS*



## Liste des abréviations

|               |   |                                       |
|---------------|---|---------------------------------------|
| <b>PSD</b>    | : | Pseudarthrose                         |
| <b>ATCD</b>   | : | Antécédent                            |
| <b>HTA</b>    | : | Hypertension artérielle               |
| <b>AVP</b>    | : | Accident de la voie publique          |
| <b>INF</b>    | : | Inferieur                             |
| <b>MOY</b>    | : | Moyen                                 |
| <b>SUP</b>    | : | Supérieur                             |
| <b>PV</b>     | : | Plaque vissée                         |
| <b>GO</b>     | : | Greffe osseuse                        |
| <b>DO</b>     | : | Décortication ostéomusculaire         |
| <b>ECM</b>    | : | Enclouage centro-médullaire           |
| <b>GCS</b>    | : | Greffe cortico spongieuse             |
| <b>LCP</b>    | : | Locking compression plate             |
| <b>DCP</b>    | : | Dynamic compression plate             |
| <b>LC-DCP</b> | : | Low contact dynamic compression plate |
| <b>AVP</b>    | : | Accident de la voie publique          |
| <b>CHU</b>    | : | Centre hospitalier universitaire      |
| <b>AO</b>     | : | Association osteosynthesis            |
| <b>SOO</b>    | : | Société d'orthopédie de l'ouest       |
| <b>AT</b>     | : | Accident de travail                   |
| <b>AD</b>     | : | Accident domestique                   |
| <b>AS</b>     | : | Agression                             |



# *PLAN*



|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b>                    | <b>01</b> |
| <b>MATERIEL ET METHODES</b>            | <b>05</b> |
| <b>RESULTATS</b>                       | <b>08</b> |
| <b>I. Etudes épidémiologique</b>       | <b>09</b> |
| 1. Fréquence                           | 09        |
| 2. Sexe                                | 09        |
| 3. Age                                 | 10        |
| 4. Coté atteint                        | 11        |
| 5. Profession                          | 11        |
| 6. Etiologie et mécanisme              | 12        |
| 7. Caractère du traumatisme initial    | 13        |
| 7.1. Siege de la fracture              | 13        |
| 7.2. Trait de fracture                 | 14        |
| 7.3. Ouverture cutanée                 | 15        |
| 7.4. Traitement initial                | 15        |
| 7.5. Type d'évolution vers PSD         | 16        |
| <b>II. Etude clinique</b>              | <b>17</b> |
| 1. Terrain                             | 17        |
| 2. Signe fonctionnels                  | 17        |
| 2.1. Douleur                           | 17        |
| 2.2. Impotence fonctionnels            | 17        |
| 3. Signe physique                      | 17        |
| 4. Paraclinique                        | 18        |
| 4.1. Radiologique                      | 18        |
| 4.2. Biologique                        | 20        |
| <b>III. Etudes anatomopathologique</b> | <b>20</b> |
| <b>IV. Prise en charge</b>             | <b>21</b> |
| 1. Traitement d'accueil                | 21        |
| 2. Délai d'intervention                | 21        |
| 3. Type d'anesthésie                   | 21        |
| 4. Installation et voie d'abord        | 21        |
| 5. Technique chirurgical               | 22        |
| 6. Suite opératoire                    | 28        |
| 6.1. Simples                           | 28        |
| 6.2. Compliqué                         | 28        |
| 7. Rééducation                         | 29        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>V. Evaluation des résultats thérapeutiques</b>     | <b>29</b> |
| 1. Evaluation globale                                 | 29        |
| 2. Evaluation des résultats fonctionnels              | 32        |
| <b>DISCUSSION</b>                                     | <b>36</b> |
| <b>I. Rappel anatomique</b>                           | <b>37</b> |
| 1. Diaphyse humérale                                  | 37        |
| 1.1. Les faces  | 37        |
| 1.2. Les bords  | 38        |
| 2. Rapports vasculo-nerveux de la diaphyse humérale : | 41        |
| 2.1. Eléments vasculaires                             | 41        |
| 2.2. Eléments nerveux                                 | 43        |
| <b>II. La consolidation osseuse</b>                   | <b>45</b> |
| 1. Définition   | 45        |
| 2. Les modes de consolidation                         | 45        |
| 2.1. La consolidation indirecte ou secondaire         | 45        |
| 2.2. La consolidation directe                         | 47        |
| 3. Rôles des différentes structures osseuses          | 48        |
| 3.1. Périoste   | 48        |
| 3.2. Endoste  | 48        |
| 3.3. Lamelle osseuse                                  | 49        |
| 3.4. Les extrémités fracturaires                      | 49        |
| 4. Perturbation de la consolidation                   | 49        |
| <b>III. Etude théorique de la pseudarthrose</b>       | <b>51</b> |
| 1. Définition   | 51        |
| 2. Les étiologies                                     | 51        |
| 2.1. Des fractures généreuses                         | 51        |
| 2.2. Des fractures locales                            | 52        |
| 3. Etudes clinique et paraclinique                    | 52        |
| 3.1. Données cliniques                                | 53        |
| 3.2. Données radiologiques                            | 53        |
| 4. Classification des pseudarthroses                  | 54        |
| <b>IV. Etudes épidémiologique</b>                     | <b>57</b> |
| 1. Fréquence  | 57        |
| 2. L'âge et sexe                                      | 57        |
| 3. Latéralité   | 59        |
| 4. La profession                                      | 59        |
| <b>V. Etudes étiologique</b>                          | <b>60</b> |
| 1. Antécédents pathologique et terrain                | 60        |

|  |            |
|--|------------|
| 2. Circonstances étiologique                                   | 60         |
| <b>VI. Etude radio clinique</b>                                | <b>61</b>  |
| 1. Etude clinique  | 61         |
| 2. Etude radiologique  | 61         |
| 3. TDM de l'humérus  | 62         |
| <b>VII. Traitement de la pseudarthrose</b>                     | <b>63</b>  |
| 1. Principes de but du traitement                              | 63         |
| 2. Traitement chirurgicale                                     | 63         |
| 2.1. Type d'anesthésie   | 63         |
| 2.2. Installation et voie d'abord                              | 63         |
| 2.3. Conduite vis-à-vis du nerf radial lors de l'ostéosynthèse | 71         |
| 2.4. Moyens de stimulation de l'ostéogenèse                    | 72         |
| 2.5. Moyens d'ostéosynthèse interne                            | 81         |
| <b>VIII. Suites opératoires et réduction</b>                   | <b>85</b>  |
| <b>IX. Evolution et complications</b>                          | <b>85</b>  |
| 1. Evolution   | 86         |
| 2. Complications   | 86         |
| 2.1. Immédiates  | 86         |
| 2.2. A long terme  | 87         |
| <b>X. Résultats thérapeutiques</b>                             | <b>88</b>  |
| 1. Résultats osseux  | 88         |
| 2. Résultats fonctionnels                                      | 89         |
| <b>XI. Prévention</b>  | <b>90</b>  |
| 1. Prévention primaire   | 90         |
| 2. Prévention secondaire                                       | 90         |
| 3. Prévention tertiaire  | 90         |
| <br>   |            |
| <b>CONCLUSION</b>  | <b>91</b>  |
| <br>   |            |
| <b>RESUMES</b>   | <b>93</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXES</b>   | <b>100</b> |
| <br>   |            |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b>   | <b>111</b> |





# *INTRODUCTION*

L'humérus vient au troisième rang des fractures diaphysaires après le tibia et le fémur (1,2), représentant 5% à 10% des fractures de l'adulte vues aux urgences traumatologiques (1,3,4). Ce sont des fractures fréquentes chez l'adulte jeune de sexe masculin et qui font suite à un traumatisme à haute énergie. L'exemple type étant celui de l'accident de la voie publique (1,2,5,6).

Le traitement de la fracture de la diaphyse humérale, bien que fréquente, est loin d'être consensuel. L'humérus est plus tolérant à une imperfection d'alignement et de longueur que le fémur ou le tibia. La plupart des fractures diaphysaires humérales sont non ou peu déplacées et peuvent être traitées orthopédiquement avec un résultat fonctionnel satisfaisant chez la majorité des patients (1,2).

Comme toute fracture diaphysaire, la fracture de l'humérus expose à un risque de retard de consolidation et de pseudoarthrose (1) non négligeable estimé à un taux de 8 à 13% (2,5,7). La pseudoarthrose compte parmi les complications les plus difficiles à traiter pour le chirurgien orthopédiste, en particulier, si elle se complique de perte de substance et d'infection.

Les pseudoarthroses ont un impact d'un point de vue de la santé publique puisqu'elles engendrent des coûts importants liés au traitement, et compromettent l'aptitude professionnelle des patients (8). Au Royaume-Uni, le coût de traitement d'une pseudoarthrose est estimé entre 7000 et 79 000 Livres Sterling (9). Les coûts indirects, notamment liés à la perte de productivité, sont beaucoup plus importants car on les estime à 83-93% dans le cas d'une fracture du tibia par exemple (6).

Plusieurs facteurs de risque de pseudoarthrose ont été identifiés, certains liés à la fracture comme un trait transversal ou oblique court, une fracture ouverte ou associée à des lésions vasculaires, d'autres liés au patient comme le tabagisme, l'éthylisme chronique, l'obésité ou la prise d'AINS. Mais la pseudoarthrose reste mystérieuse dans certains cas de fractures parfaitement réduites et correctement immobilisées ; ce sont les pseudoarthroses idiopathiques ou imméritées. [1,2, 3,10]

La pseudoarthrose diaphysaire avérée se définit par l'arrêt du processus de consolidation, généralement six à neuf mois après le traumatisme en absence de consolidation (1,2), dont le diagnostic est lourd de conséquences parce qu'il implique une nouvelle décision thérapeutique (2). Il s'agit d'une pathologie particulièrement invalidante, occasionnant des douleurs et une impotence fonctionnelle (1,2). Les radiographies peuvent mettre en évidence l'absence de cal osseux, ou au contraire un cal hypertrophique, selon la classification établie par Cech & Weber (2)

La prise en charge chirurgicale des pseudoarthroses de l'humérus reste un défi pour le chirurgien orthopédique, tant sur le plan de la stratégie opératoire que de la réalisation technique. Les suites opératoires sont variables selon les séries, avec des consolidations osseuses acquises dans 66 à 100% des cas(4,11). Les complications sont nombreuses, avec une infection dans 11% des cas et un risque de paralysie radiale que l'on retrouve dans 2 à 6% des cas(12,13).

Les grands principes restent les mêmes : débridement, greffe, avec contention d'un moyen d'ostéosynthèse, mais ces particularités font du traitement d'une pseudoarthrose de la diaphyse humérale une chirurgie complexe.

Le choix du moyen d'ostéosynthèse devra prendre en compte l'éventuelle chirurgie initiale et sa voie d'abord. L'abord antéro-latéral entre triceps et brachial antérieur permet le positionnement de la plaque qui offre la meilleure stabilité biomécanique, mais avec le risque de lésion du nerf radial dont la dissection est rendue compliquée par la fibrose en cas de zone déjà abordée pour le traitement initial (14).

Devant la diversité des options thérapeutiques proposées pour cette pathologie complexe, nous avons voulu évaluer notre prise en charge chirurgicale.

Notre étude est consacrée pour les pseudoarthroses diaphysaires aseptiques humérales post-traumatiques traitées initialement. Le traitement de cette pseudoarthrose est le plus souvent chirurgical quand elle est symptomatique avec un retentissement fonctionnel. Face à cette complication, il existe aujourd'hui un panel des méthodes chirurgicales variées.

Le but de cette étude est de :

- Préciser les caractéristiques épidémiologiques et anatomopathologiques des patients de notre série.
- Évaluer les résultats fonctionnels et radiologiques à long terme du traitement.



*MATERIEL & METHODES*



## I. Matériel :

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique d'une série de 40 cas des pseudoarthroses aseptiques de la diaphyse humérale traitées chirurgicalement au sein du service de Traumatologie Orthopédie du centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech sur une période de 10 ans s'étalant entre Janvier 2010 et Décembre 2020.

### 1. Critères d'inclusion :

Age : supérieur ou égal à 15 ans

Tous les patients ayant une pseudoarthrose aseptique après une fracture diaphysaire de la diaphyse humérale.

### 2. Les critères d'exclusion :

- Les pseudoarthroses métaphyso-épiphysaires.
- Les pseudoarthroses septiques.
- Age : inférieur à 15ans
- Les pseudoarthroses sur fracture pathologique.
- Dossier incomplet, inexploitable.

## II. Méthodes

Le recueil des données a été fait à partir des registres d'hospitalisations du service, des dossiers cliniques et des contrôles des patients revus en consultation pour un examen clinique de révision ; un bilan radiologique leur a été demandé de façon systématique.

L'analyse des différentes variables d'ordre épidémiologiques, radio cliniques, thérapeutiques et évolutifs ont été consignées sur une fiche d'exploitation (Annexe 1) portée essentiellement sur:

- Donnée épidémiologique de patient avec ses antécédents
- Type de fracture initial selon la classification de l'AO (Annexe 2)
- Les résultats radiologiques et fonctionnels selon les critères adoptés par D.CHAIX et A.RAY et le score de STEWART et HUNDLEY (Annexe 3)
- Le suivi évolutif de la pseudarthrose



*RESULTATS*

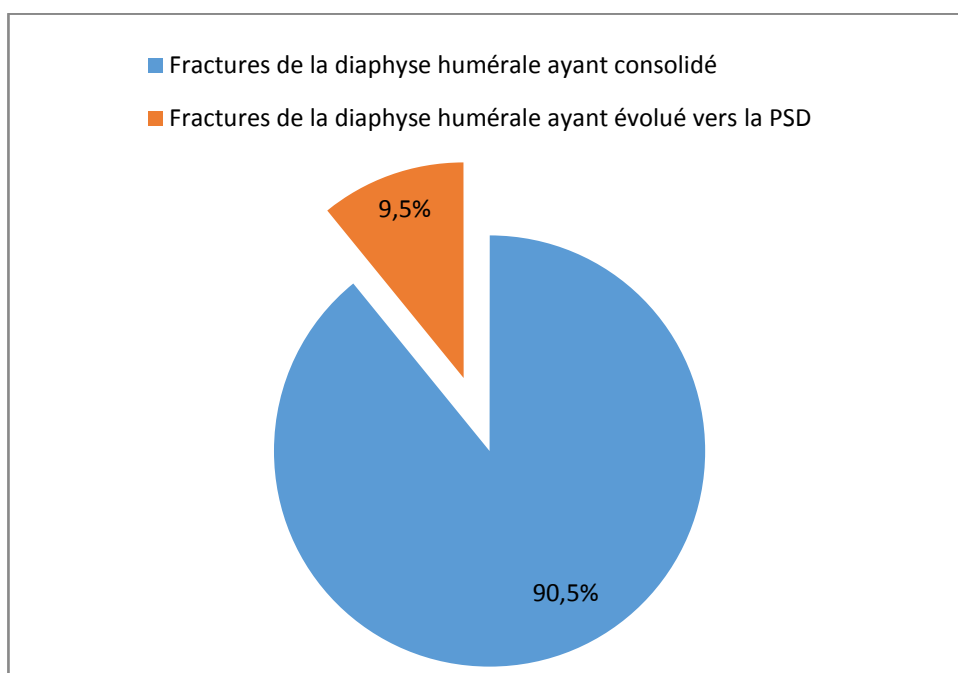


## I. Etude Epidémiologique :

### 1. Fréquence :

Nous avons noté un effectif de 420 Fractures de l'humérus sur une période de 10 ans (janvier 2010–décembre 2020. Dont 40 cas ont évolué vers la pseudoarthrose aseptique, soit :

- Un total de : 9,5% de l'ensemble des fractures
- Une moyenne de : 3 à 4 cas par an.

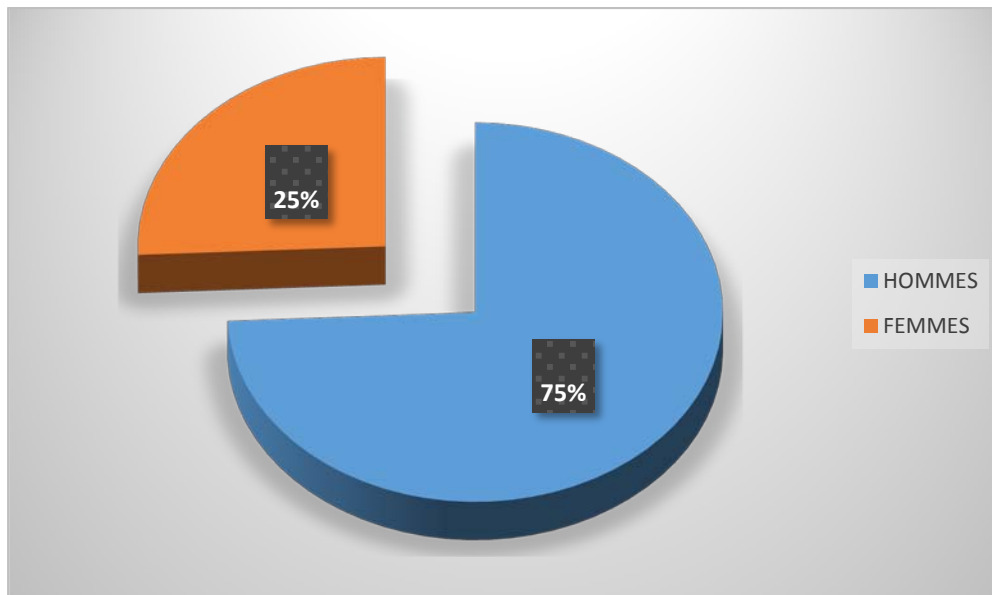


**Figure 1 : Fréquence d'évolution des fractures de la diaphyse humérale vers la pseudoarthrose**

### 2. Sexe :

On note une nette prédominance masculine :

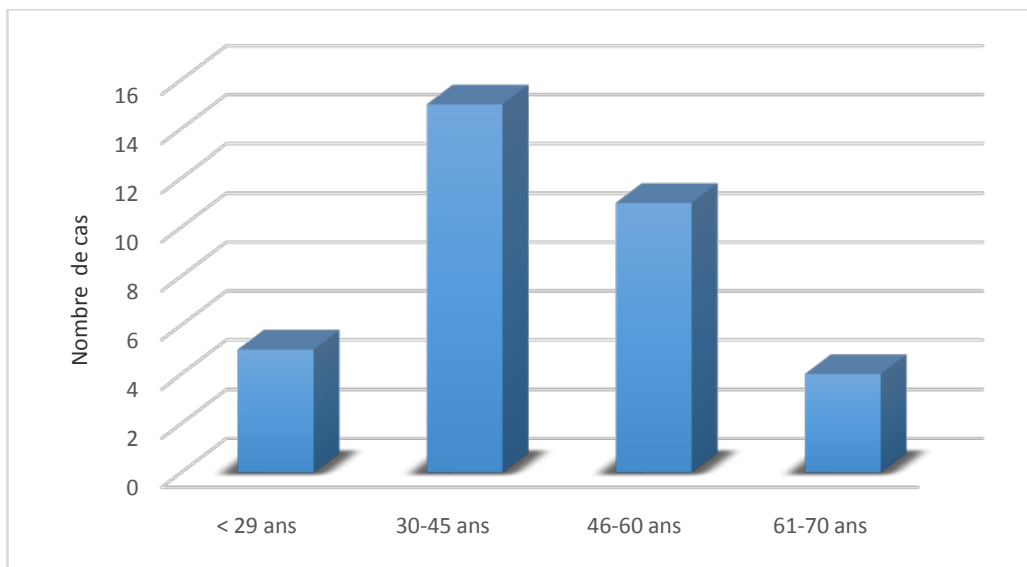
- Hommes = 30 soit 75%
- Femmes = 10 soit 25%
- Sex-ratio :3



**Figure 2 : Répartition des Patients selon le sexe**

### 3. Age :

- La moyenne d'âge dans notre série était de 42 ans.
- Le pic de fréquence était entre 30 et 45 ans, c'est donc une pathologie du sujet jeune active.

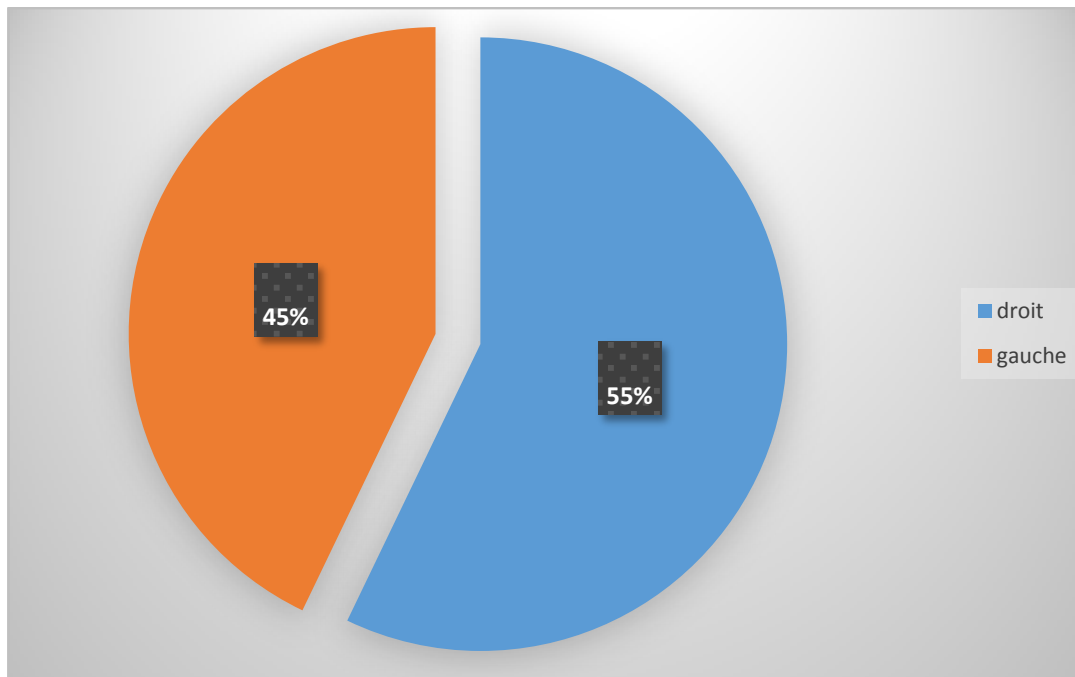


**Figure 3 : Répartition des patients en tranches d'âge**

#### 4. Coté atteint :

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

- Côté droit : 22 patients (55%).
- Côté gauche : 18 patients (45%).

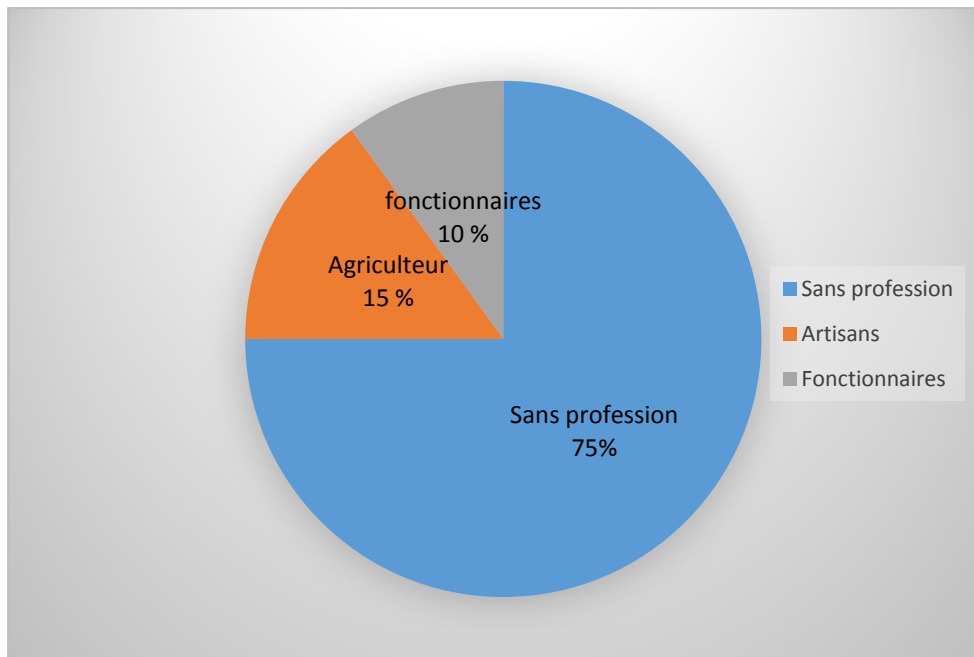


**Figure 4: Répartition des patients selon le côté atteint**

#### 5. Profession :

Dans notre série, parmi les :

- Les 30 hommes :
  - 20 étaient sans profession soit 50%
  - 6 agriculteurs soit 15%
  - 4 fonctionnaires soit 10%
- Les 10 femmes étaient sans profession soit 25%



**Figure 5 : Répartition des malades selon la profession**

## 6. Etiologies et mécanismes :

### ➤ Les accidents de la voie publique (AVP):

Les accidents de la voie publique constituaient la première étiologie dans notre série ; 19 de nos patients en étaient victime, soit 47,5% des cas.

### ➤ Les accidents de travail (AT) :

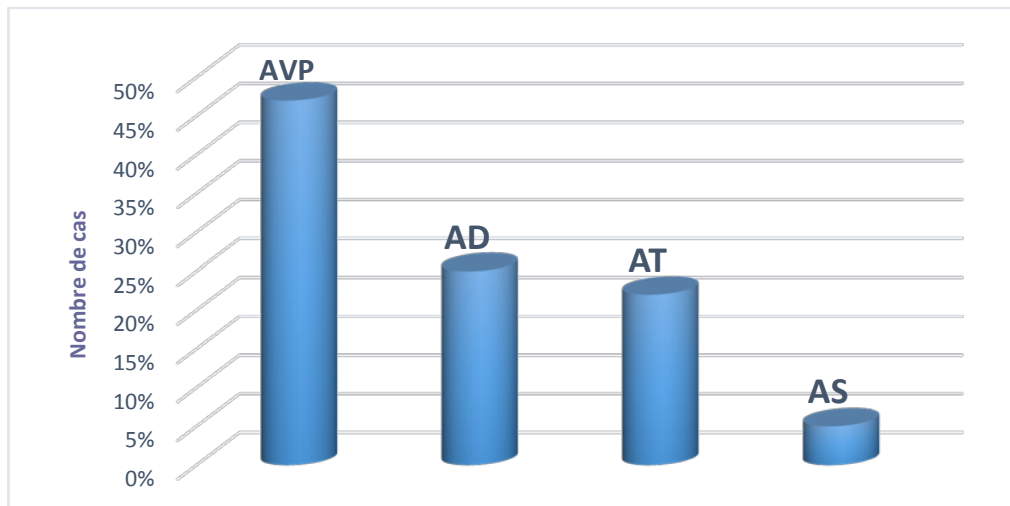
Les accidents de travail représentaient la deuxième étiologie avec une fréquence de 25% soit 10 cas.

### ➤ Les accidents domestiques / Chute (AD):

9 patients de notre série en étaient victime, soit 22,5% des cas.

### ➤ Les agressions (AS) :

2 patients de notre série en étaient victime, soit 5% des cas.



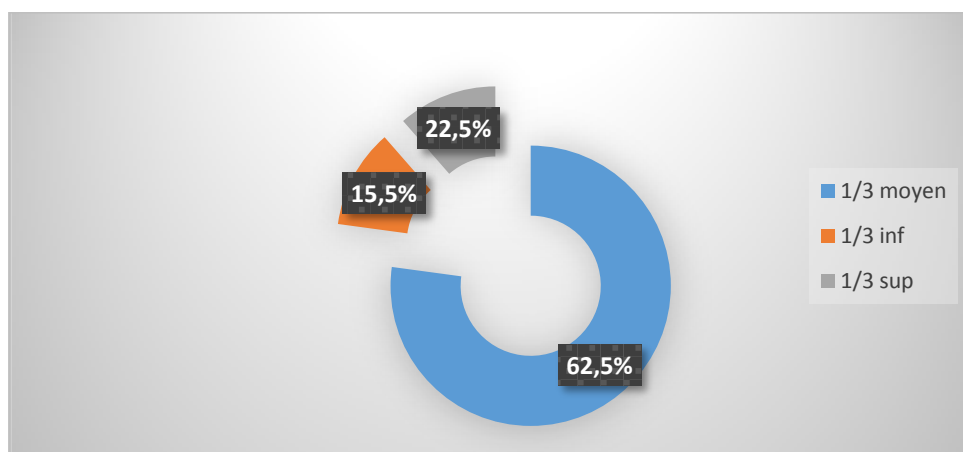
**Figure 6 : Répartition selon le mécanisme initial**

## 7. Caractéristiques du traumatisme initial :

### 7.1. Siège de la fracture :

Nous avons essayé d'établir le rapport entre la localisation de la fracture sur la diaphyse humérale et le développement ultérieur de la pseudarthrose, nous avons relevé :

- 1/3 moyen = 25 cas soit 62,5%
- 1/3 supérieur = 9 cas soit 22,5%
- 1/3 inférieur = 6 cas 15%



**Figure 7: Représentation du siège des fractures initiales**

**7.2. Trait de la fracture :**

- Fracture Simple

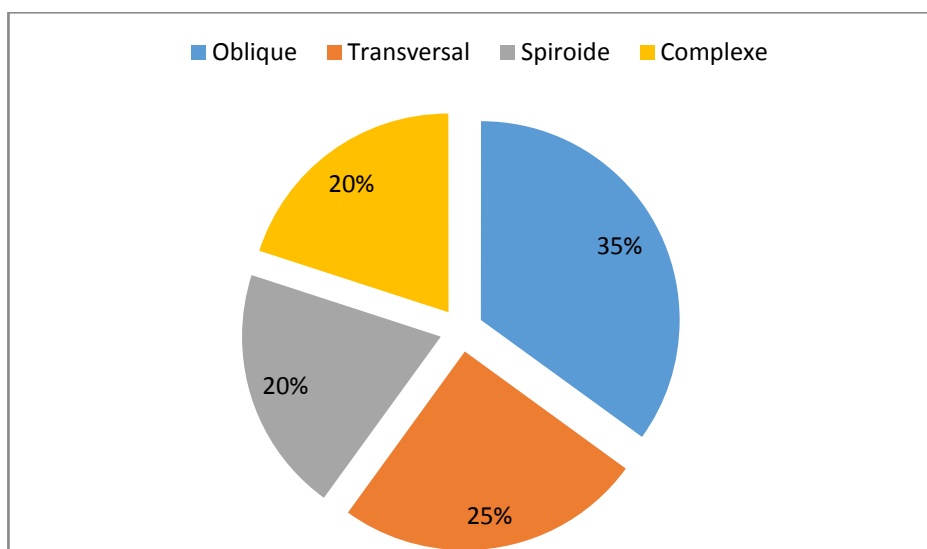
Dans notre série, 80% des fractures initiales sont des fractures simples (32 cas) :

**Tableau I : Répartition selon le type du trait des fractures initiales**

| Trait       | N des patients | Pourcentage |
|-------------|----------------|-------------|
| Transversal | 14             | 35%         |
| Oblique     | 10             | 25%         |
| Spiroïde    | 8              | 20%         |

- Fracture Complexe

Dans notre série, 20% des fractures initiales sont des fractures complexes (8 cas) :



**Figure 8 : Répartition selon le type de trait des fractures initiales**

**7.3. Ouverture cutanée :**

La présence d'une ouverture cutanée au cours du traumatisme initial, qu'elle soit secondaire à un traumatisme direct ou un déplacement important de l'humérus modifie le pronostic évolutif.

Dans notre série 10 fractures étaient ouverte soit 25%

**Tableau II : Répartition selon le type de l'ouverture cutanée selon la classification de Cauchoix et Duparc**

| Type de l'ouverture | Nombre /Pourcentage |
|---------------------|---------------------|
| Stade I             | 6 cas soit 15%      |
| Stade II            | 2 cas soit 5%       |
| Stade III           | 2 cas soit 5%       |

**7.4. Traitement initial :**

**a. Lieu du traitement initial :**

- 20 cas traités au CHU de Marrakech
- 16 cas Hors CHU
- 4 cas traités traditionnellement

**b. Délai entre le traumatisme initial et le traitement appliqué :**

Les délais dans notre série étaient très variables :

- Avec des extrêmes allant de 0 à 30 jours
- Et une moyenne de 5 jours

**c. Type d'immobilisation initiale**

**c.1. Traitement traditionnel :**

4 cas de fractures ont été traités traditionnellement par l'utilisation de JBIRA. Soit 5% de l'ensemble des fractures.

***c.2. Traitement orthopédique :***

7 patients ont bénéficié d'un traitement initial orthopédique fait d'un plâtre pendant. Soit 17,5% de l'ensemble des fractures.

***c.3. Traitement chirurgical :***

- Plaque vissée = 15 cas
- ECM = 10 cas
- Fixateur externe : 4

***7.5. Temps d'évolution vers la pseudoarthrose :***

Correspond à la durée séparant le traitement initial de la fracture et la ré-intervention pour la cure de la pseudoarthrose :

**Tableau III : Répartition des cas selon la durée d'évolution vers PSD**

| <b>Délai d'évolution</b> | <b>Nombre de cas</b> |
|--------------------------|----------------------|
| Inférieur à 6 mois       | 6                    |
| 7-12 mois                | 18                   |
| 13-18 mois               | 9                    |
| 19-24 mois               | 7                    |



## II. Etude clinique :

### 1. Terrain :

Plusieurs facteurs généraux interviennent dans la survenue de la pseudoarthrose. Au sein de notre série certains ont été recensés :

**Tableau IV : Antécédents des patients dans notre série**

| ATCDS           | N° de cas | Pourcentage |
|-----------------|-----------|-------------|
| Diabète type 1  | 2 cas     | 5%          |
| Diabète type 2  | 6 cas     | 15%         |
| HTA             | 3 cas     | 7,5%        |
| Tabac           | 15 cas    | 37,5%       |
| Alcool          | 9 cas     | 22,5%       |
| Autres Facteurs | 5 cas     | 12,5%       |

### 2. Signes fonctionnels :

#### 2.1. Douleur :

Le principal signe fonctionnel dans notre série était la douleur avec une moyenne de 7/10 selon l'échelle analogique visuelle,

Elle a été notée chez 100% de nos patients.

#### 2.2. Impotence fonctionnelle :

100% des malades étaient impotents avec une force musculaire segmentaire du membre atteint inférieur à 3/5.

### 3. Signes physiques :

- Une déformation a été retrouvée chez 15 patients soit 37,5%.

- Douleur à la palpation du foyer de la pseudoarthrose a été retrouvée chez l'ensemble des patients .
- Mobilité anormale du foyer de la pseudoarthrose a été notée chez 7 patients soit 17,5% des cas.
- Parésie du nerf radial a été retrouvé chez 5 patient soit 12,5%.

#### **4. Para-clinique :**

##### **4.1. Radiographie :**

L'apport de la radiographie au cours de cette étude fut majeur, il a permis de :

- Caractériser la fracture initiale en déterminant
  - le type du trait, son siège et son caractère simple ou complexe
  - le type d'ostéosynthèse initiale dans le cas d'un traitement chirurgical
- Rechercher des erreurs techniques ou des facteurs favorisant de la pseudoarthrose
- Confirmer le diagnostic :  
En démontrant une absence de consolidation osseuse après une durée de 6 mois.
- Déterminer le type de la pseudoarthrose :

Il existe un ensemble de données radiologiques qui, combinées à la clinique, permettent de déterminer le type de la pseudoarthrose en question :

- PSD Atrophique
- PSD Eutrophique
- PSD Hypertrophique



Figure 9 : Pseudoarthrose atrophique  
Medio-diaphysaire humérale traitée  
Initialement Par plaque DCP

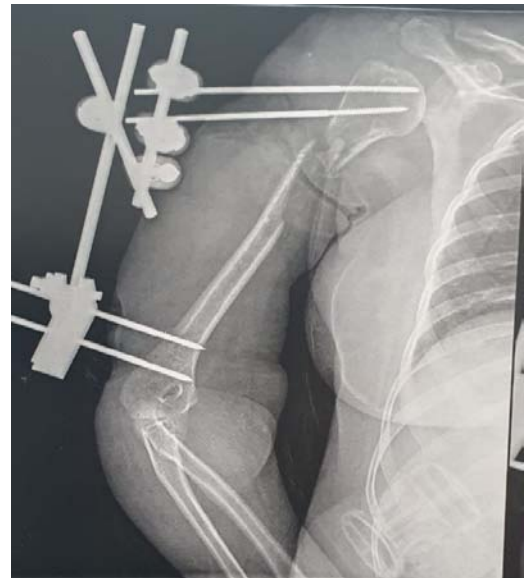


Figure 10 : Pseudoarthrose atrophique de 1/3  
proximal de la diaphyse humérale traitée  
initialement par fixateur externe

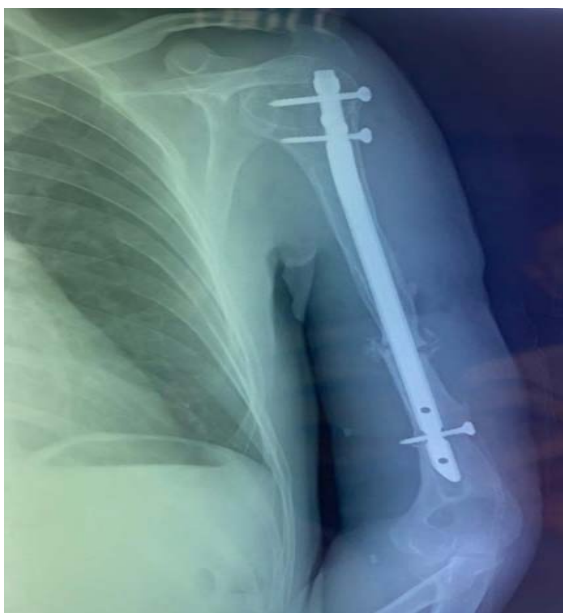


Figure 11: Pseudoarthrose médio-diaphysaire  
Atrophique traitée initialement par ECM



Figure 12 : Pseudoarthrose hypertrophique  
avec angulation en varus et démontage de  
matériel

#### 4.2. Biologie :

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan biologique initiale fait de : NFS et CRP dans le but d'éliminer les pseudarthroses septiques et confirmer le caractère aseptique dans notre série.

Le bilan était fait de :

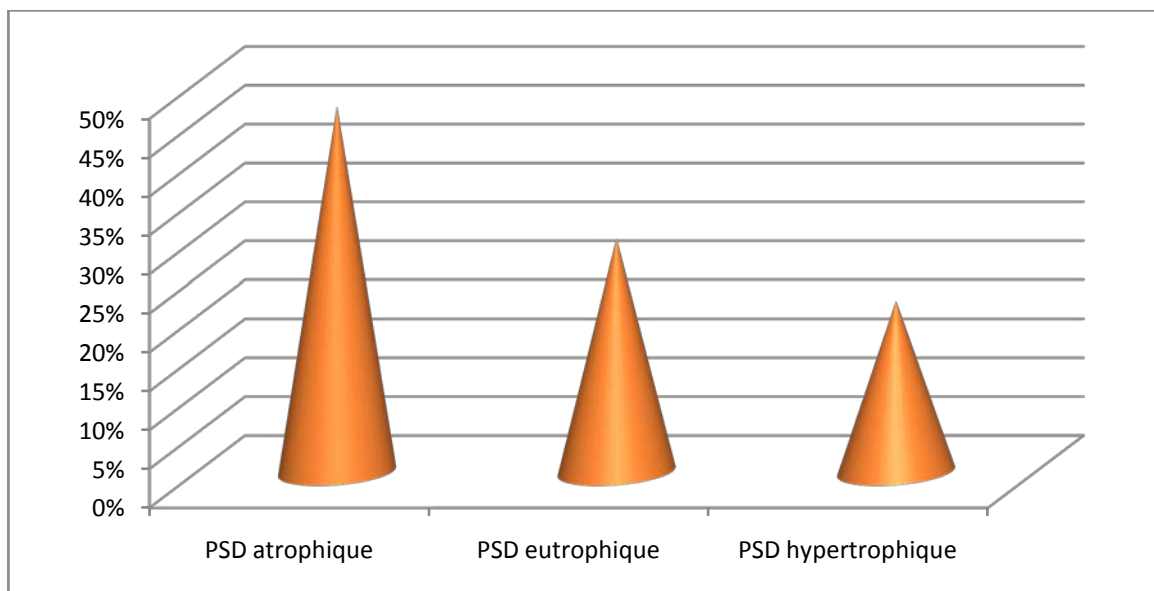
- NFS : avec au résultat des GB inférieur à 10000
- CRP : avec un résultat franchement inférieur à 6

### III. Etude anatomopathologique :

La détermination du type de pseudoarthrose aseptique est généralement facile, grâce aux indices cliniques, mais surtout radiologiques.

Chez nos patients, l'analyse clinico-radiologique a montré :

- 19 cas de PSD Atrophiques soit 47,5%
- 12 cas de PSD Eutrophiques cas soit 30%
- 9 cas de PSD Hypertrophiques cas soit 22,5%



**Figure 13: Répartition des PSD de l'humérus en fonction de leurs type radio-anatomopathologique**

#### IV. Prise en charge :

##### 1. Traitement d'accueil :

Tous nos patients étaient immobilisés par une écharpe coude au corps en urgence.

##### 2. Délai d'intervention :

Le délai moyen de l'intervention était de 8 jours avec des extrêmes allant de 2 à 15 jours.

##### 3. Type d'anesthésie :

Chez tous nos patients, la chirurgie s'est déroulée sous anesthésie générale (AG).

##### 4. Installation et voie d'abord :

###### 4.1. Voie antéro-externe :

###### a. Installation :

Patient en décubitus dorsale, le bras le long du corps, le coude reposant sur un appui latéral.



**Figure 14 : Installation du malade**

*b. Abord :*

40 patients soit de 100% ont bénéficiés d'un abord externe



**Figure 15 : Voie d'abord externe du bras**

**5. Technique chirurgicale :**

La prise en charge chirurgicale s'est déroulée en 4 principales étapes :

**5.1. Installation du patient et abord du foyer :**

Le patient est installé en décubitus dorsal, le membre supérieur concerné dans le champ opératoire, ainsi que la crête iliaque homolatérale. La voie d'abord utilisée était majoritairement la voie externe.

On a réalisé un badigeonnage et un champage en laissant le membre supérieur libre et mobilisable. L'incision longitudinale débutait au niveau du bord antérieur du V deltoïdien puis longeait le bord latéral de l'humérus. Le fascia superficiel était ensuite incisé.

Pour exposer la diaphyse humérale, deux possibilités étaient envisageables :

- Désinsérer le muscle brachial de la cloison intermusculaire externe pour atteindre l'os, puis suivre la face profonde de la lèvre postérieure de l'aponévrose, jusqu'à la cloison sur laquelle s'attache le brachial.
- Inciser les fibres du brachial dans l'axe du muscle, les fibres postérieures qui protègent le nerf radial sont écartées en arrière.

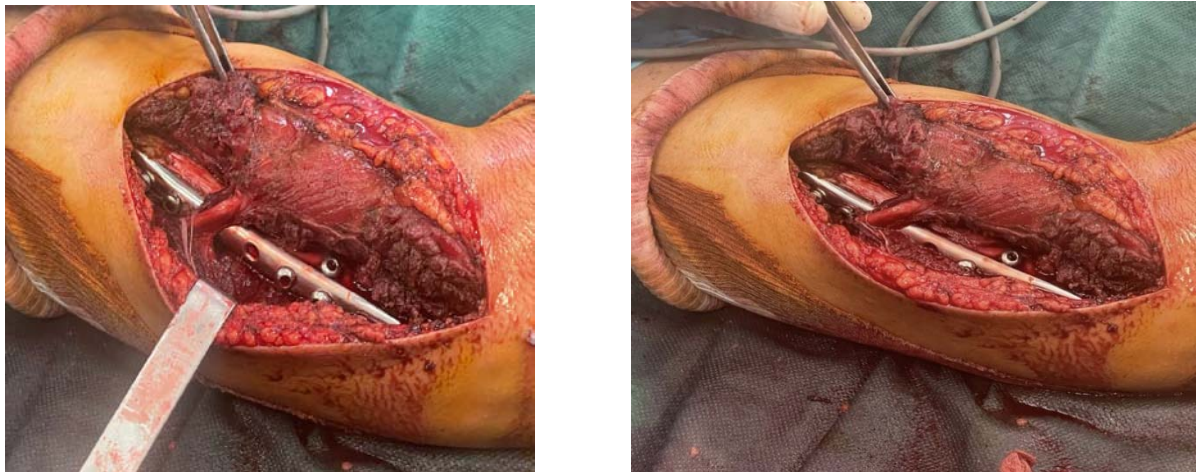
**5.2. Repérage du nerf radial.**

À la partie basse de l'incision, le nerf radial est repéré, en arrière du muscle brachial et en avant de la cloison qu'il vient perforer pour passer de sa position postérieure à sa situation antérieure au niveau du bras.

C'est un temps primordial au cours du geste opératoire vu l'intimité du nerf radial à la diaphyse humérale, ce qui rend indispensable son repérage avant tout abord du foyer de pseudoarthrose aseptique. Ceci est certes pour le protéger au cours de l'intervention, mais aussi parfois pour une éventuelle transposition.

En cas de paralysie radiale préopératoire, une neurolyse peut être réalisée à la recherche d'une solution de continuité.

Parmi nos malades opérés avec repérage simple du nerf radial 3 patients ont présenté une paralysie radiale transitoire.



**Figure 16 : Individualisation du nerf radial et son repérage par rapport au numéro du trou de la plaque pour éventuelle ablation ultérieure**

**5.3. Exposition de la diaphyse puis ablation du matériel d'ostéosynthèse**

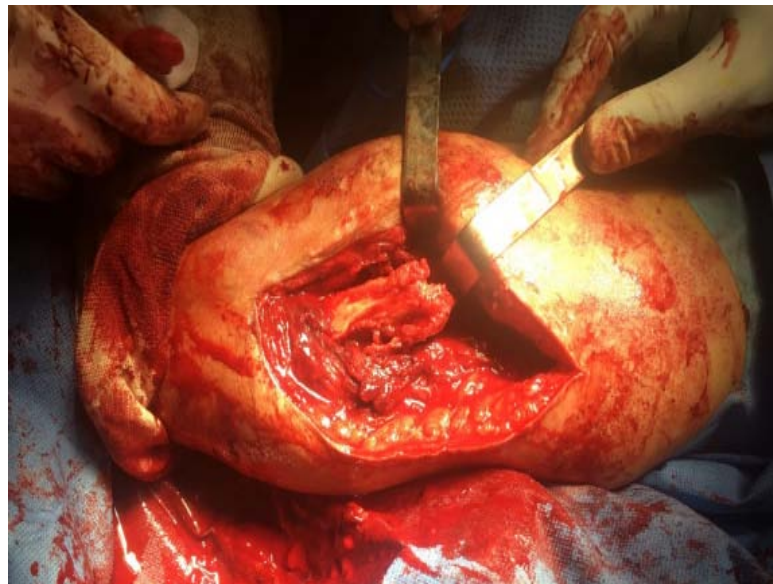
Une fois le nerf radial repéré, l'abord peut être agrandi vers le haut, dans le sillon delto-pectoral, en infléchissant l'incision en dedans le long de la veine céphalique. Les deux tiers supérieurs de l'humérus peuvent ainsi être exposés.



Il peut être également agrandi vers le bas de deux manières :

- Soit en s'infléchissant vers l'avant et en suivant le sillon bicipital latéral, passant ainsi en dedans du brachial et en arrière ou à travers la partie externe du muscle brachial pour protéger le nerf radial.
- Soit en restant en latéral, passant en arrière du brachioradial pour aborder la colonne latérale de l'humérus.

Une fois la diaphyse humérale exposée, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, si préexistant, est possible.



**Figure 17 : Ablation du matériel préexistant et mise en évidence du foyer de la PSD**

#### **5.4. Stimulation de l'ostéogénèse :**

La stimulation de l'ostéogénèse et le comblement des pertes de substance osseuse constituent un geste thérapeutique inséparable de la contention dans le traitement des pseudoarthroses diaphysaires. Elles font appel à différentes techniques, les deux principales techniques utilisées au sein de notre série sont :

- Décortication osseuse + greffe cortico-spongieuse → 25cas soit 62.5%



- Greffe cortico-spongieuse isolée → 9 cas soit 22,5
- Décortication osseuse isolée → 6 cas soit 15%

Après ablation du matériel préalablement mis en place, on pratiquait généralement une décortication osseuse selon la technique de Judet et Patel, 5 cm de part et d'autre de la fracture, sur la face humérale ne recevant pas la plaque.



**Figure 18 : Décortication osseuse**

Une auto greffe osseuse était presque systématiquement associée et placée après mise en place du matériel de contention osseuse.



**Figure 19 : Prélèvement d'un greffon autologue de la crête iliaque**

**5.5. Mise en place d'un nouveau matériel de contention osseuse**

Dans notre série, les 2 principales méthodes chirurgicales mises en jeu furent la plaque vissée et l'enclouage centro-médullaire avec :

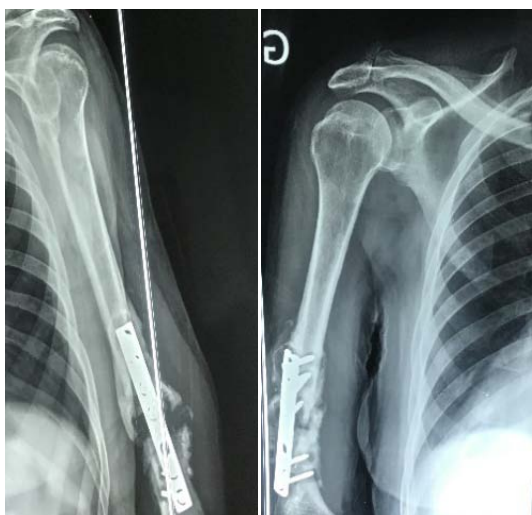
- 36 cas de plaques vissées soit 90%
- 4 cas d'ECM soit 10%
- Aucun cas de fixateur externe n'a été noté



**Figure 20 : Mise en place de la plaque DCP**



**Figure 21 : Insertion de la greffe cortico-spongieuse**



**Figure 22 : Radiographie initiale de pseudoarthrose atrophique de 1/3 inférieur de la diaphyse Humérale**



**Figure 23 : Radiographie du montage final sur une pseudoarthrose atrophique du 1/3 inférieur par plaque DCP avec Greffon**

**Tableau V : Moyens de contention et techniques de stimulation osseuse utilisés**

|                        | Nombre de cas | Pourcentage |
|------------------------|---------------|-------------|
| Plaque vissée + DO     | 6             | 15%         |
| Plaque vissée +GCS +DO | 25            | 62,5%       |
| Plaque vissée +GCS     | 5             | 12,5        |
| ECM+GCS                | 4             | 10%         |

## 6. Suites opératoires :

### 6.1. Simples :

- Les suites postopératoires étaient simples dans 30 cas soit 75%, aucune complication immédiate ou tardive n'a été notée, avec évolution vers une consolidation.
- Le drainage et l'antibioprophylaxie ont été systématiques chez tous nos patients.
- Tous nos patient ont bénéficié d'une immobilisation par écharpe coude au corps.

**6.2. Complicées :**

**a. Complications globales :**

Les complications propres au geste de cure de la pseudoarthrose aseptique (en dehors des situations d'échecs) comportaient :

- 3 hématomes qui se sont résorbés avec les soins locaux
- 3 neurapraxies du nerf radial avec récupération spontanée en 4 à 6 semaines

La morbidité au site de prise de greffe était minime, avec deux douleurs légères ne nécessitant pas la prise d'antalgiques, et une cicatrice inesthétique.

**b. Complications en fonction du matériel utilisé :**

**Tableau VI : Complications observées au cours des différentes chirurgies**

|                     | Plaque vissée<br>+ DO | Plaque vissée<br>+GCS +DO | Plaque vissée<br>+GCS | ECM+GCS |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------|
| Hématome            | -                     | 1                         | 1                     | 1       |
| Neurapraxie         | 1                     | -                         | 1                     | 1       |
| Algoneurodystrophie | -                     | -                         | -                     | -       |
| Echec               | 2                     | -                         | -                     | -       |

**7. Rééducation :**

Nous avons conseillé aux patients de commencer une auto rééducation dès le lendemain de l'intervention par la mobilisation des doigts laissés libres suivie de celle de l'épaule et du coude à l'ablation du système d'immobilisation deux mois après l'opération.

Il devra alors enchaîner par une rééducation passive puis active, cependant sa poursuite était aléatoire du fait des conditions socioéconomiques de nos malades.

## V. Evaluation des résultats thérapeutiques :

### 1. Evaluation globale :

#### 1.1. Suivi :

- Les 40 Patients ont été revus et suivis en consultation externe selon un rythme de : 45J - 3mois - 6 mois puis Chaque 6 mois.
- Délais de consolidation moyens été de : 3 à 6 mois .
- 38 patients ont consolidé soit 95%.
- 2 échecs de traitement ont été notés.

Il s'agissait de deux pseudoarthroses atrophiques traitées par décortication osseuse isolée + plaque vissée, n'ayant pas consolidées, elles ont été repris 10 mois après, pour mise en place d'une nouvelle plaque vissée avec greffe cortico-spongieuse.

#### 1.2. Délai de consolidation :

Tous les patients ont consolidé dans un délai moyen de : 5 mois (3 à 7 mois)

Les critères de guérison étaient :

- L'absence de la douleur
- La consolidation radiologique du foyer de pseudoarthrose

Sur les pseudoarthroses consolidées, le délai de consolidation variait de la manière suivante :

**Tableau VII : Délai de consolidation**

|   | N° de cas | Pourcentage |
|---|-----------|-------------|
| Consolidation au 1 <sup>er</sup> trimestre  | 10        | 25%         |
| Consolidation au 2 <sup>eme</sup> trimestre | 18        | 45%         |
| Consolidation au 3 <sup>eme</sup> trimestre | 11        | 27,5%       |
| Consolidation au 4 <sup>eme</sup> trimestre | 1         | 2,5%        |

*a. Selon le siège :*

Les résultats selon le siège ont montré un délai de consolidation plus important pour les pseudoarthroses du tiers moyen :

**Tableau VIII: Consolidation des PSD selon le siège de la fracture initiale**

| Siège         | Nombre de cas suivis | Consolidation | Echec | Délai de consolidation |
|---------------|----------------------|---------------|-------|------------------------|
| 1/3 Supérieur | 25                   | 25            | -     | 4 mois                 |
| 1/3 Moyen     | 9                    | 7             | 2     | 5 mois                 |
| 1/3 Inferieur | 6                    | 6             | -     | 5 mois                 |

*b. Le type anatomopathologique*

Quant aux résultats selon le type de la pseudoarthrose, nous avons constaté que la consolidation paraissait plus facile à obtenir pour les pseudoarthroses eutrophiques et hypertrophiques :

**Tableau IX: Consolidation selon le type anatomopathologique**

| Type anatomopathologique | Nombre de cas suivis | Consolidation | Echec | Délai de consolidation |
|--------------------------|----------------------|---------------|-------|------------------------|
| PSD eutrophiques         | 12                   | 12 (100%)     | -     | 4 mois                 |
| PSD atrophiques          | 19                   | 17 (92%)      | 2     | 5mois                  |
| PSD hypertrophiques      | 9                    | 9(100%)       | -     | 3 mois                 |

**Tableau X: Consolidation selon le matériel utilisé**

|                        | Nombre de cas | Consolidation | Echec | Délai de consolidation |
|------------------------|---------------|---------------|-------|------------------------|
| Plaque vissée + DO     | 6             | 4             | 2     | 6 mois                 |
| Plaque vissée +GCS +DO | 25            | 25            | 0     | 4.5 mois               |
| Plaque vissée +GCS     | 5             | 5             | 0     | 5 mois                 |
| ECM+GCS                | 4             | 4             | 0     | 5 mois                 |

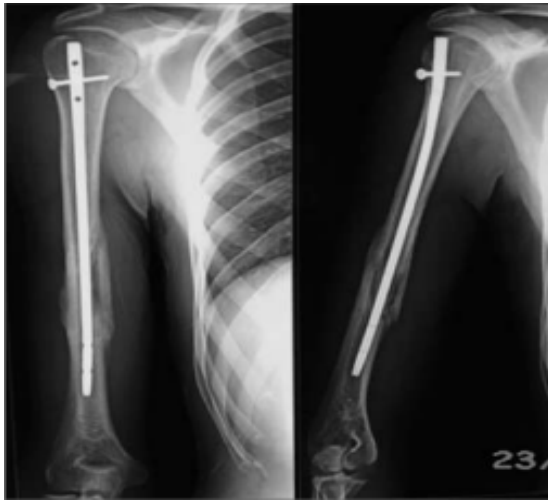


Figure 24 : Radiographie montrant une bonne consolidation Après 7 mois

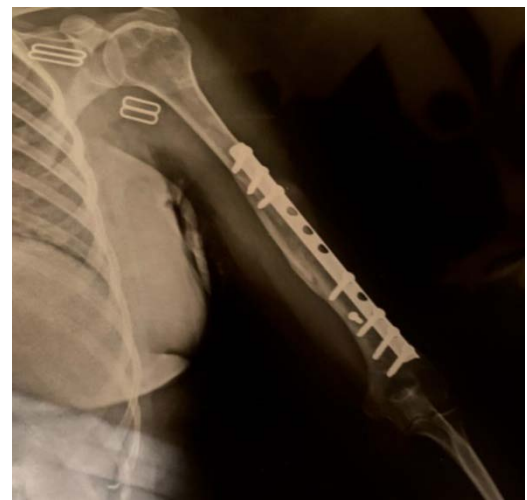


Figure 25 : Bonne évolution radiologique après 18 mois de recul

## **2. Evaluation des résultats fonctionnels :**

L'évaluation des résultats fonctionnels peut se faire en se référant à plusieurs scores et critères, notamment la classification de Stewart et Hundley, les critères adoptés par D.CHAIX et A. RAY et le score de la société d'orthopédie de l'ouest (SOO).

Pour évaluer nos résultats fonctionnels, nous nous sommes inspirés essentiellement de la classification de Stewart et Hundley :

- Pour les 40 patients suivis, les résultats des 38 ayant consolidés après une seule intervention étaient majoritairement très bons.
- Pour les 2 cas non consolidé après la première intervention et ayant nécessité une 2eme intervention, le résultat fonctionnel été classé comme étant moyen.
- Évaluation globale de nos résultats, nous avons essayé de les répartir en :
  - 18 résultats excellents
  - 19 bons résultats
  - 3 résultats moyens

- Globalement, les résultats fonctionnels des pseudarthroses estimés comme étant plutôt satisfaisants avec :
  - Une mobilité moyenne du coude de 105° (80 à 140°) en flexion.
  - Un déficit moyen d'extension de 15° et 70 ° en pronation et de 50° en supination.
  - Une élévation moyenne de l'épaule de 120° (80 à 170°).



- **Cas N° 1 :**

Pseudarthrose de l'humérus droite du type atrophique chez une patiente âgée de 45 ans traitée initialement par une plaque vissée. Un recul de 36 mois marquant par une bonne évolution fonctionnelle.



**Figure 26: recul de 36 mois avec une bonne évolution fonctionnelle montrant une mobilité normale de l'épaule et du coude**

- **Cas N° 2 :**

patiente âgée de 19 ans, ayant une pseudarthrose medio-diaphysaire humérale type atrophique traitée chirurgicalement par mise en place d'une plaque vissée avec greffe . après un recul de 24 mois. l'évolution fonctionnelle est bonne selon le score de Stewart et Hundley .



**Figure 27 : Bonne évolution fonctionnelle après un recul de 24 mois**

**2.1. Evaluation analytique :**

Nous avons assimilé notre évaluation aux différents types de traitements utilisés à visée comparative :

**Tableau XI: Evaluation globale assimilée au matériel chirurgical utilisé**

|                        | Excellent | Bon | Moyen | TOTAL |
|------------------------|-----------|-----|-------|-------|
| Plaque vissée + DO     | -         | 4   | 2     | 6     |
| Plaque vissée +GCS +DO | 18        | 6   | 1     | 25    |
| Plaque vissée +GCS     | -         | 5   | -     | 5     |
| ECM+GCS                | -         | 4   | -     | 4     |
| Total                  | 18        | 19  | 3     | 40    |



*DISCUSSION*

## I. Rappel anatomique :

L'humérus est un os long , pair qui forme à lui seul le squelette du bras . C'est l'os le plus long et le plus gros du membre supérieur [1]. Il comprend un corps (*corpus*), une extrémité proximale et une extrémité distale . Il s'articule en haut avec la scapula, formant l'articulation scapulo-humérale, en bas et en dehors avec le radius par le capitulum huméral et en bas et en dedans avec l'ulna par la trochlée humérale formant l'articulation du coude [14]. Dans notre cas, on va insister uniquement sur l'anatomie de la diaphyse humérale.

### 1. La diaphyse humérale : [15]

Elle fait suite à la tête humérale. Cylindrique en haut, elle s'aplatit progressivement pour devenir grossièrement prismatique triangulaire en bas. On peut donc lui décrire 3 faces et 3 bords :

#### 1.1. Les faces :

##### a. La face antéro-latérale :

Elle est marquée à sa partie moyenne par l'union d'une crête oblique et du bord antérieur qui dessinent la tubérosité deltoïdienne (ou V deltoïdien), sur laquelle s'insère le muscle deltoïde. Juste en dessous se trouve l'insertion du muscle brachial.

##### b. La face antéro-médiale :

Elle porte à sa partie supérieure une crête qui est le prolongement du tubercule mineur et qui donne insertion médialement au muscle grand rond et latéralement au muscle grand dorsal.

A la partie moyenne de cette face on retrouve l'insertion du muscle coraco- brachial.Plus distalement s'insère le muscle brachial.

##### c. La face postérieure :

Elle porte à sa partie moyenne un sillon oblique en bas et latéralement : le sillon du nerf radial. Il accueille le nerf radial qui y chemine directement au contact de l'os. Au-dessus s'insère le chef latéral du muscle triceps brachial. En dessous s'insère le chef médial du muscle triceps brachial.

1.2. Les bords :

a. Le bord antérieur :

Parfois appelé ligne âpre, rugueux en haut, il se confond avec la lèvre externe de la coulisse bicipitale puis il devient mousse et arrondi dans sa partie inférieure. En bas, il donne attache au muscle brachial et se bifurque en deux branches englobant la fossette coracoïdienne.

b. Le bord latéral :

Se prolonge du trochiter à l'épicondyle latéral. En dessous du sillon du nerf radial, on retrouve les insertions suivantes :

- Septum intermusculaire latéral.
- Muscle brachio-radial.
- Muscle long extenseur radial du carpe.

c. Le bord médial :

Se prolonge de la tête à l'épicondyle médial ou épitrochlée. Il reçoit l'insertion du septum intermusculaire médial.

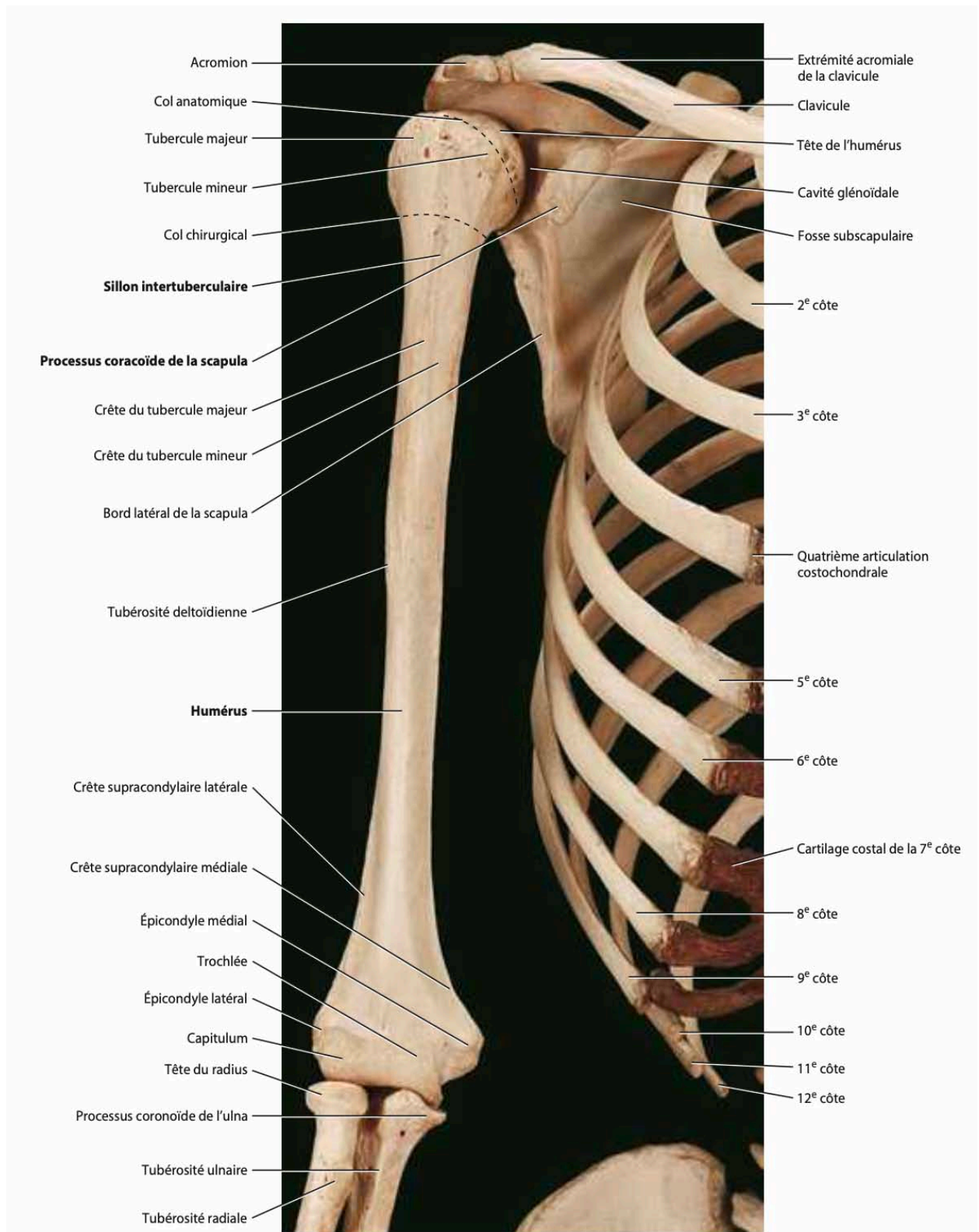


Figure 28 : Vue antérieure d'un humérus droit articulé [16]



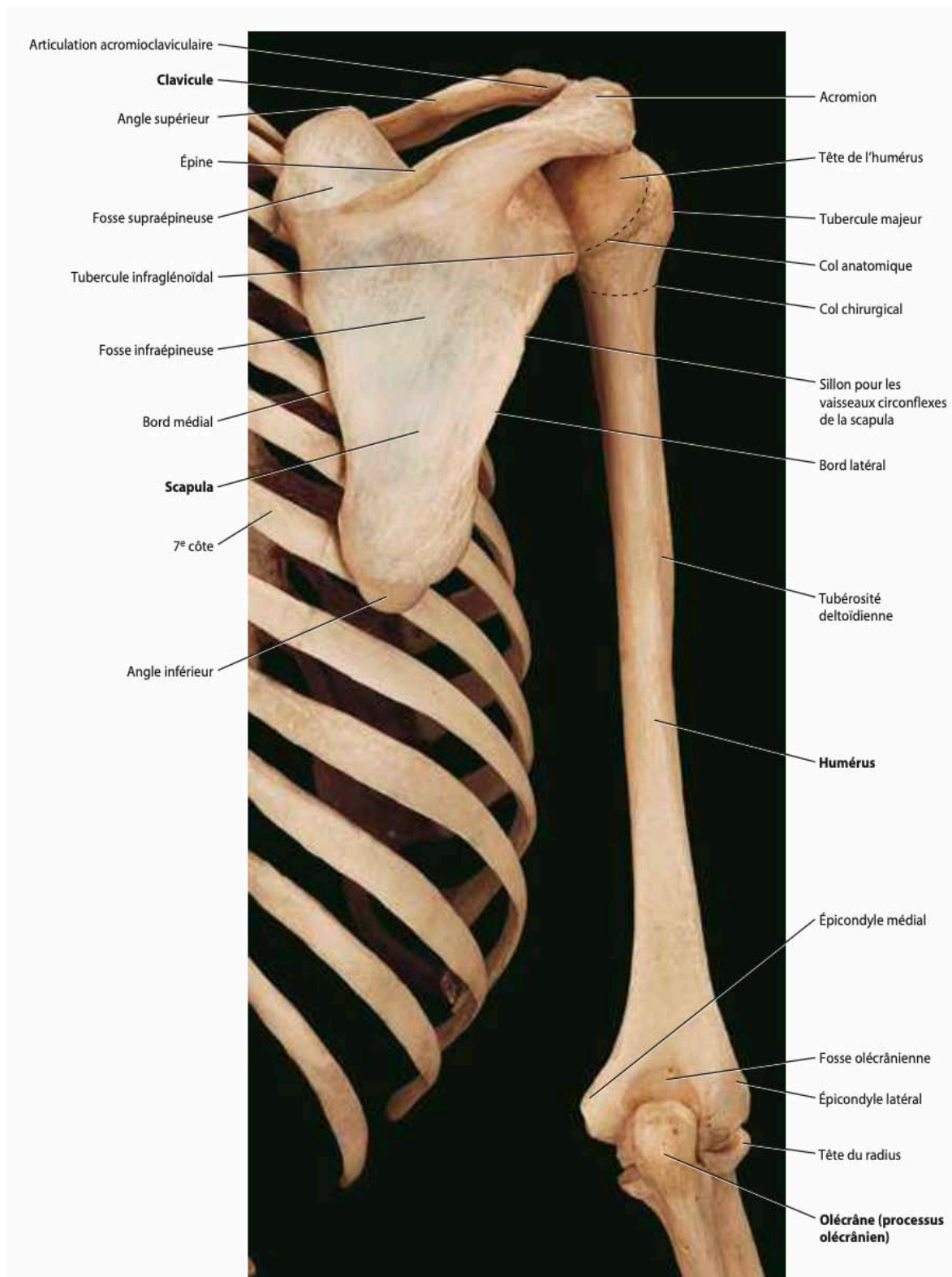


Figure 29 : Vue postérieure d'un humérus droit articulé [16]

## 2. Rapports vasculo-nerveux de la diaphyse humérale :

### 2.1. Eléments vasculaires : [17]

L'artère humérale qui constitue le tronc artériel principal du bras, fait suite à l'artère axillaire au bord caudal du muscle grand pectoral. Oblique en bas et en dehors, elle descend verticalement dans le canal brachial à la partie interne de la loge antérieure du bras avec les éléments nerveux (nerf médian, nerf cubital, nerf brachial et nerf musculo-cutané). Dans le dernier tiers de son trajet, elle s'infléchit latéralement et gagne le milieu du pli du coude et se termine en se divisant en deux branches terminales : radiale et cubitale. Le long de son trajet, l'artère humérale donne des collatérales :

- Des rameaux musculaires : pour le biceps brachial et le deltoïde,
- Les artères nourricières de l'humérus qui assurent avec le système périosté la vascularisation de la diaphyse. L'artère nourricière principale de la diaphyse humérale pénètre dans la partie distale du tiers moyen de la diaphyse et par conséquent, peut être lésée à ce niveau.
- l'artère humérale profonde ou artère profonde du bras naît à la face postérieure de l'artère humérale au voisinage de l'origine de cette dernière, glisse sous le tendon du grand dorsal, passe à la face postérieure du bras et accompagne le nerf radial dans son sillon à la face postérieure de l'humérus. Elle se termine en quittant la gouttière radiale en deux branches,

Un antérieur accompagnant la radiale et allant s'anastomoser avec la récurrente radiale antérieure dans la gouttière bicipitale externe et une postérieure allant s'anastomoser avec la récurrente radiale postérieure.

- L'artère collatérale cubitale supérieure
- L'artère collatérale cubitale inférieure
- La branche cutanée de l'artère du chef interne du muscle triceps



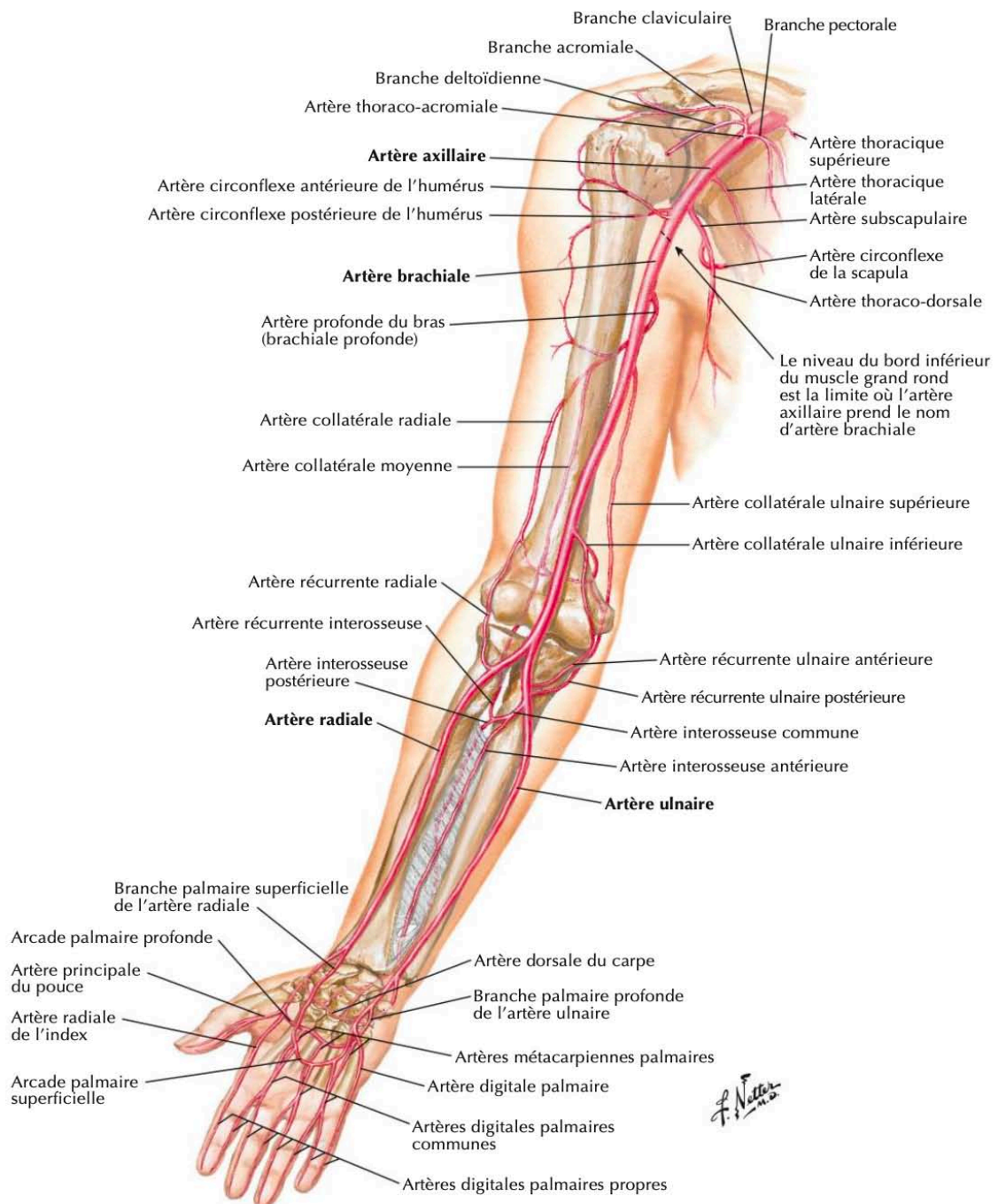


Figure 30: Vascularisation de l'humérus [18]

**2.2. Éléments nerveux : [19]**

Le plexus brachial correspond à la réunion des branches antérieures des quatre derniers nerfs cervicaux (C5, C6, C7, C8) et du premier nerf thoracique (T1). Il s'étend de C5 à T. Près du bord médial du muscle scalène moyen, les rameaux C5 et C6 s'unissent pour former le tronc supérieur, le rameau C7 forme le tronc moyen et les rameaux C8 et T1 s'anastomosent pour former le tronc inférieur. Les racines et troncs passent à travers le sillon interscalène un repère anatomique palpable situé entre les muscles scalènes antérieur et moyen.

Le plexus brachial se termine en sept branches qui vont traverser le bras.

- Le nerf circonflexe : est un nerf mixte (moteur et sensitif) de l'épaule. Branche terminale des racines nerveuses C5 et C6, se dirige obliquement en bas, en dehors et en arrière, décrivant un trajet semi hélicoïdal autour du col chirurgical de l'humérus.

❖ **A la loge antérieure**

- Le nerf médian, satellite de l'artère humérale, la croise en "X" allongé, externe en haut, il devient interne en bas.
- Le nerf radial, satellite de l'artère humérale profonde, passe immédiatement dans la loge postérieure par la fente huméro-tricipitale.
- Le nerf cubital, interne à l'artère à l'entrée du canal, il lui devient postérieur. Il quitte la loge antérieure à l'union du tiers supérieur et des deux tiers inférieurs du bras et passe dans la loge postérieure.
- Le nerf musculo-cutané descend après avoir perforer le coraco-brachial entre le biceps et le brachial antérieur, en dehors de l'artère.
- Le nerf brachial cutané interne et son accessoire, internes à l'artère, deviennent vite superficiels.

❖ A la loge postérieure

A la partie supérieure : le nerf radial, après avoir donné ses branches destinées à la région, passe avec l'artère humérale en perforant la cloison intermusculaire externe dans la gouttière bicipitale externe.

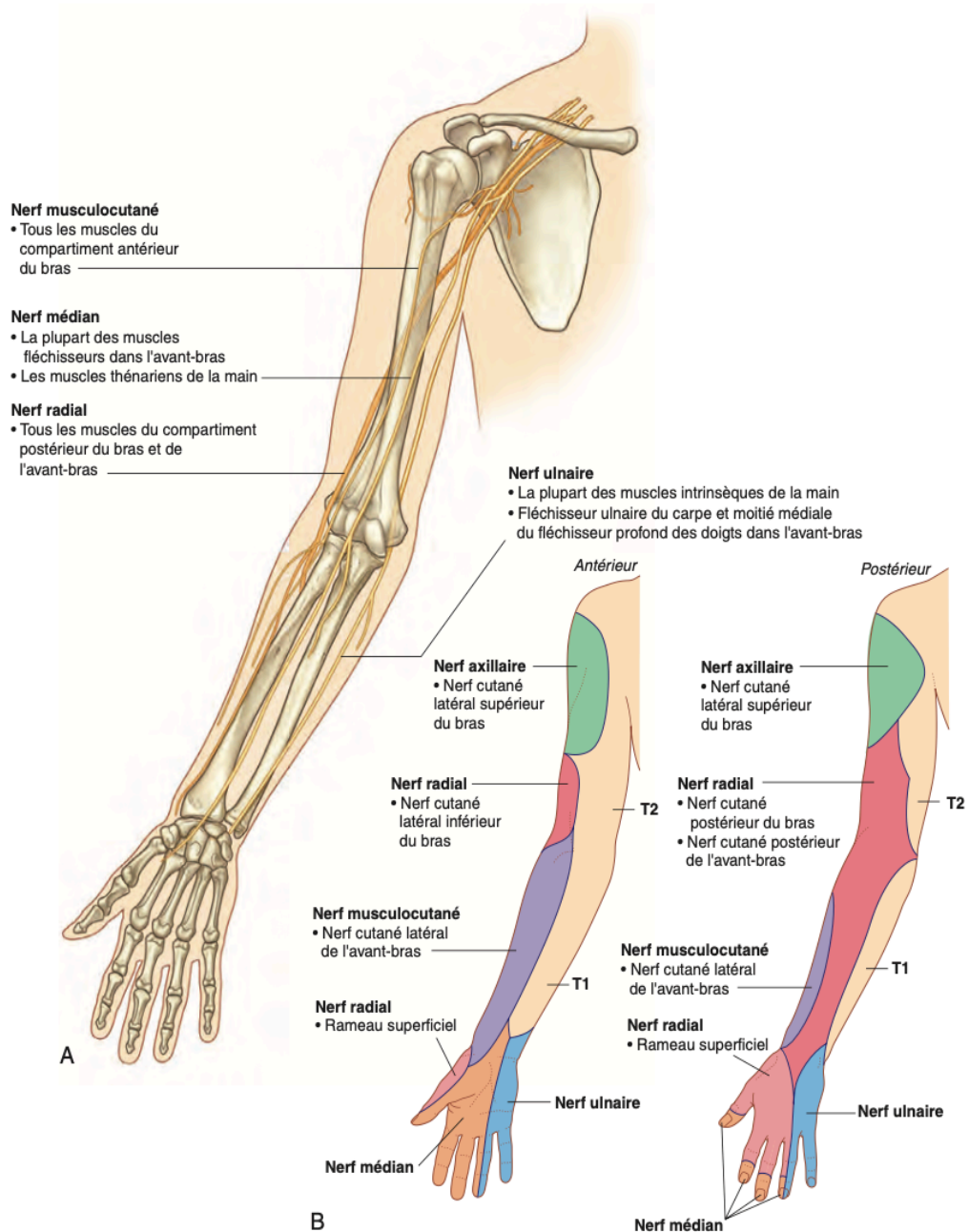


Figure 31 : Innervation de l'humérus [17]

## II. La consolidation osseuse :

### 1. Définition :

C'est la soudure des extrémités fracturaires. Phénomène naturel, elle permet la reconstruction du tissu osseux lésé dans ses propriétés et forme d'avant la fracture.

### 2. Les modes de consolidation :

Classiquement il y en a deux ; et qu'elle qu'en soit le mode, le rôle primordial appartient au périoste, à la bonne vascularisation de l'os, à l'état des tissus mous environnants et à la vitalité du contenu des espaces inter fragmentaires.[35]

#### 2.1. La consolidation indirecte ou secondaire :

Il s'agit d'un processus associant de nombreux évènements dont la succession dans le temps aboutit à la formation d'ostéoblastes puis d'une cal osseuse et éventuellement à la restauration ad-integrum" du tissu osseux [26]. Elle se déroule en deux grandes étapes [34] : la période d'union et la période de remodelage modelage.

##### *a. La période d'union :*

##### ❖ L'hématome fracturaires et la période cellulaire :

Après une fracture, il se produit un hématome provenant des extrémités fracturaires et des tissus mous environnants. Il s'y installe une réaction inflammatoire avec exsudation et infiltration histiocytaire. La prolifération du vaisseau péri osseux restaure la continuité interrompue par le traumatisme. Les fibroblastes, les lymphoblastes, la substance fondamentale forment le nouveau tissu conjonctif ; les ostéoblastes et les chondroblastes forment la matrice osseuse et cartilagineuse. Cette étape est terminée en 7 jours.

### ❖ Le cal mou :

- Le tissu de granulation : les cellules précurseurs et les facteurs médiateurs locaux induisent la production Collectivement de nouvelles cellules qui se différencient et s'organisent pour former de nouveaux vaisseaux, des cellules de soutien et d'autres cellules. Ils forment le tissu de granulation mou dans l'espace inter fragmentaire. On peut voir apparaître à ce stade quelques ostéoclastes qui érodent les surfaces fracturaires. Cette phase dure en général deux semaines.
- Le cal primaire : Les ostéoclastes élaborent une matrice organique appelée substance ostéoïde dont la minéralisation fait apercevoir de l'os primaire amarrant les néoformations aux extrémités.

Au fur et à mesure de la formation et de la minéralisation du cal encore appelé cal d'encrage, la réaction cellulaire et l'œdème diminuent. Les fibres musculaires se resserrent, la tuméfaction s'efface. Progressivement le cal d'encrage des deux extrémités croît en direction du foyer et se rapproche pour ponter éventuellement les deux fragments.

Le cal d'encrage et le cal en pont constituent le cal périosté par opposition au cal médullaire ou endosté. L'apport d'oxygène est important à cette phase. Une fois qu'un certain degré de stabilisation est obtenu, l'espace entre les fragments est envahi par des cellules provenant soit du tissu du cal en pont, soit d'éléments médullaires; le cal d'union est alors constitué. Cette phase est achevée vers la sixième semaine.

### ❖ Le cal dur :

La minéralisation qui a débuté se poursuit pour envahir tout le cal en un véritable front de minéralisation enchondral. L'union osseuse devient assez solide et rigide. Le cal dur est composé soit d'os, soit de fibrocartilage.

La réunion du cal externe et du cal endosté constituent le cal d'union et marque la fin de la première grande partie de la consolidation. Le dur est formé à partir de la seizième semaine.

*b. La période de remodelage modelage:*

- Phase de remodelage:

Elle est caractérisée par la transformation d'os immature en os lamellaire

Le remodelage fait intervenir un processus simultané de résorption ostéoclastique et d'apposition ostéoblastique accompagnée de nouveaux vaisseaux.

Par la mise à jeu de médiateurs inconnus, l'os induit son propre remodelage par ce que FORST cité par SEDEL [34] appelle les BMU ((Basic Multi cellular Union))

Le remodelage par BMU à 4 actions:

- Remplacer le cartilage minéralisé par de l'os immature
- Remplacer l'os immature par des paquets d'os lamellaire
- Remplacer le cal entre les extrémités par des ostéons secondairement fait d'os lamellaire
- Nettoyer la cavité médullaire de tout cal obstruant.

La phase de remodelage peu s'étendre de 1 à 4 ans.

- La phase de modelage:

A l'arrêt de la formation du cal, la résorption et la formation osseuse tendent à restituer l'os dans sa forme initiale. Ce processus, différent de celui qui se fait par BMU est lent et peut s'étendre à plusieurs années. Selon l'âge et l'importance du déplacement, le modelage peut être complet ou incomplet.

**2.2. La consolidation directe ou perpriman :**

C'est la consolidation sans formation préalable de cal. Ce type de consolidation est comparable au remodelage naturel de l'os.

Il s'y produit un dépôt d'os lamellaire le long du trait fracturaire suivi d'un passage direct d'ostéon d'un fragment à l'autre [24].

Trois conditions y sont nécessaires :

- Contact intime des extrémités fracturaires
- Immobilisation stricte du foyer de fracture
- Une bonne vascularisation des fragments

### **3. Rôle des différentes structures osseuses:**

#### **3.1. Le périoste :**

C'est une membrane blanchâtre qui recouvre l'os sauf au niveau de l'articulation. Sa capacité ostéogénique a été évoquée par beaucoup d'auteurs [34, 35, 26]

Il est constitué de deux couches cellulaires :

La couche fibreuse externe joue un rôle d'encapsulation, assure la nutrition de la couche corticale et semble ne pas intervenir dans l'ostéogénèse. Elle est formée de plusieurs couches de cellule de type fibroblastique.

La couche interne ou couche ostéogène d'OLLIER est formée de cellules précurseurs ostéoprogénitrices, des ostéoblastes, des ostéoclastes et des cellules endothéliales vasculaires. Pendant la croissance, la couche la plus superficielle est formée par les préostéoblastes ressemblant à des fibroblastes et interne par des ostéoblastes. Ces deux couches ont une capacité de prolifération et de transformation ostéoblastique.

#### **3.2. L'endoste :**

C'est une membrane tapissant la face interne de la corticale et enveloppant la moelle osseuse. Il est responsable d'une prolifération d'aspect fibroblastique et vasculaire à l'origine du tissu fibreux.

Tout comme le périoste, il est difficile d'y différencier les cellules qui deviennent ostéogéniques et fibroblastes jeunes.

**3.3. La moelle osseuse :**

BRIGTON cité par HERGINOU [26] a démontré à partir d'études en microscopie électronique, que les cellules présentes dans la moelle osseuse sont à l'origine d'une partie du cal osseux.

FRIEDENSTEIN cité par SEDEL [34] a décrit deux types de cellules médullaires ostéoformatrices :

- Les DOPC (Determinal ostéogénique précurseur cells) accolées aux trames osseuses et dont le rôle est de fabriquer de l'os.
- Les IOPC ((inductible ostéogénique précurseur cells)) présentes en dehors du squelette.

**3.4. Les extrémités fracturaires :**

Elles sont un obstacle à surmonter et un soutien efficace dans le processus de la consolidation. L'os nécrosé doit être à la fois contourné et pénétré, enfin éliminé par le tissu ostéoformateur du cal. Leur rôle positif est surtout la stabilisation temporaire.

Malgré les progrès réalisés, l'origine et la nature des tissus ostéoblastiques, responsable de la minéralisation du cal demeure discutable.

**4. Perturbation de la consolidation:**

De nombreux facteurs (locaux et généraux) peuvent perturber le processus de consolidation aboutissant ainsi, soit à un retard de consolidation, soit à une pseudoarthrose.

L'hypophysectomie retarde la consolidation. Cette action semble être sous la dépendance de l'hormone de croissance (GH) [34].

Les vitamines C et D participent à la consolidation, mais leur administration pharmaceutique est inutile pour une alimentation normale [34].

L'apport vasculaire et la vitalité des bouts fracturaires jouent un rôle fondamental. L'hypervascularisation local favorise la prolifération cellulaire et l'élaboration du cal. L'anémie hypovolemique entraîne une diminution de l'élasticité de l'os et un retard de consolidation [34].



HERGINOU [26] dans son étude trouve que la moelle et la crête iliaque des patients présentant une pseudoarthrose sont pauvres en progéniteurs osseux et hématopoïétiques,

L'administration d'AINS après traumatisme augmente le risque de retard de consolidation et de pseudoarthrose [25],

Le type anatomique de la fracture, l'interposition des tissus en particulier le périoste, les facteurs biomécaniques [35] et l'infection constituent un facteur déterminant indiscutable influençant la consolidation d'une fracture.

Pour une consolidation indirecte, la perturbation est généralement d'origine mécanique par éclatement des cellules situées dans le trait de fracture [31]. il alors d'une bonne immobilisation du foyer par ostéosynthèse ou plâtre pour aboutir à une consolidation.

Nous pouvons alors considérer certaines fractures comme « Fracture à risque »[24]:

- Fractures avec perte de substance importante
- Fractures avec nécrose des fragments
- Fracture sur tumeur
- Fractures infectées.

### III. Etude théorique de la pseudoarthrose :

#### 1. Définition :

La pseudoarthrose désigne d'absence de consolidation d'une fracture. Il se produit une union à l'aide d'adhérences fibreuse avec conservation d'une mobilité entre les fragments osseux. Dans certains cas, il y a formation d'une néo articulation associant une sclérose des extrémités qui sont recouvertes de cartilages, dont la cavité médullaire est obstruée, et qui sont réunies par une capsule articulaire.

CIROTTEAU ET BENOIT J cités par CHAMMANI [24] la définissaient comme étant toute fractures non consolidées au bout de trois mois, d'avantage six mois.

Récemment cette définition a été considérée, ne tenant plus compte du facteur temps. Ainsi donc, on nomme pseudoarthrose, la fracture qui, pour une raison biologique ou mécanique n'aboutira pas à une consolidation osseuse spontanée.

Si l'on accepte la suppression de cet élément temps dans la définition, il devient clair qu'aussi bien théoriquement que pratiquement certaines fractures peuvent être considérées comme pseudoarthrogènes dès le moment du traumatisme initiale. Par exemple le cas d'une fracture avec perte de substance.

#### 2. Les étiologies :

Différents facteurs permettent d'expliquer la survenue de la pseudoarthrose.

##### 2.1. Les facteurs généraux :

Ils interviennent peu dans l'apparition d'une pseudoarthrose.

- Le métabolisme intervient peu dans la consolidation qui est essentiellement un phénomène local. [24]
- L'anémie avec hypovolémie entraîne une diminution de l'élasticité de l'os et un retard de consolidation [34]

- L'ostéoporose ne ralentit pas la consolidation mais complique le traitement de la pseudoarthrose.
- La grossesse et la lactation ralentissent la formation de cal osseux [35].
- L'ACTH de même que l'hydrocortisone peuvent retarder ou arrêter la consolidation [34].
- L'administration prolongée d'AINS [25], de corticoïde et d'héparine augmente le risque de retard de consolidation et de pseudoarthrose [24].

**2.2. Les facteurs locaux :**

Les facteurs jouent un rôle prépondérant.

- L'ouverture du foyer de fracture double le taux de pseudoarthrose [27]. Elle traduit soit un traumatisme appuyé des parties mûles en cas d'ouverture de dehors en dedans, soit un déplacement important des fragments s'il s'agit d'une ouverture de dedans en dehors;
- Une comminution en raison de la dévascularisation d'un ou plusieurs fragments et la difficulté de stabilisation mécanique.
- Une perte de substance osseuse.
- L'interposition: il s'agit le plus souvent de tissus mous (muscle fascia, tendon périoste) [35].
- L'existence de fractures multiples d'un même membre, de fracture à doubles étages sur un même segment aboutit le plus souvent à la consolidation rapide d'un foyer et un retard de consolidation ou une pseudoarthrose de l'autre foyer [24].
- Les troubles de l'innervation périphérique des vaisseaux sanguins prédisposent à la formation de pseudoarthrose [35].

**3. Etude clinique et radiologique de la pseudoarthrose de l'humérus:**

Toutes les pseudoarthroses diaphysaires présentent des données cliniques et radiologiques communes. Peu de différences liées aux sollicitations fonctionnelles de chaque os sont notées.

**3.1. Données cliniques :**

Elles sont plus ou moins nettes suivant la variété.

- Dans le cas typique : la pseudarthrose se traduit par une mobilité indolore au niveau du foyer de fracture.
- Mais il existe des pseudarthroses dites « serrées », n'entraînant qu'une gêne fonctionnelle minime. Le diagnostic clinique reste difficile, car il n'existe pas de mobilité anormale, mais une douleur vive au niveau du foyer de fracture. Un blessé qui souffre au niveau de son foyer de fracture lors de sa mobilisation n'est sûrement pas consolidé. La douleur est donc un deuxième signe majeur. Dans ces cas la non consolidation n'est parfois mise en évidence que par des examens radiologiques effectués dans des positions forcées.

Plus rares sont les pseudarthroses dites « flottantes » avec des mouvements de flot entraînant une infirmité considérable.

**3.2. Données radiologiques :**

Comme la clinique, l'interprétation est plus ou moins difficile selon que la pseudarthrose est serrée ou flottante.

Dans les cas typiques les radiographies montreront :

- La persistance du trait de fracture ;
- Et l'absence de travées osseuses unitives entre les fragments.

Néanmoins quel qu'en soit la travée, l'examen radiologique permettra de préciser :

- L'importance de l'écart inter fragmentaire ;
- L'état des extrémités osseuses ; tantôt effilées, ostéoporotiques, tantôt au contraire renflées, condensées avec obturation du canal médullaire.

#### 4. Classification des pseudarthroses :

Sur le plan anatomopathologique, clinique et dans l'ordre croissant de gravité, nous pouvons distinguer plusieurs types de pseudarthroses.

Beaucoup de classifications ont été proposées, mais l'accord n'est pas parfaitement réalisé sur le sujet.

##### 4.1. Les pseudarthroses hypervasculaires :

- Histologiquement :

Ces pseudarthroses correspondent à un cal fibrocartilagineux. On retrouve constamment à leur origine une hyper mobilité au niveau du foyer de fracture bien que le « tissu ostéogénique » se soit normalement développé. En d'autres termes, elles sont toujours dues à une insuffisance d'immobilisation survenue au cours du traitement dont l'étape initiale de la consolidation s'était bien déroulée.

- Cliniquement :

La douleur à la mobilisation est le signe principal ; le blessé a parfois une sensation d'instabilité de membre. Il est plus rare de mettre en évidence une mobilité anormale.

- Les radiographies :

Elles montrent l'hypertrophie en « patte d'éléphant » des extrémités fracturaires et du cal, qu'une ligne claire sépare nettement.

Elles montrent aussi la densification des traits de fractures, l'obturation de la médullaire. Parfois apparaît une infection au niveau du foyer.

##### 4.2. Les pseudarthroses atrophiques :

- Histologiquement :

Elles correspondent à un cal purement fibreux. Dans leurs étiologies on peut relever soit des facteurs purement traumatiques (fractures ouvertes, largement déplacées avec éventuellement perte de substance osseuse); soit des facteurs thérapeutiques

(dépériostage étendu notamment). Les facteurs étiologiques se suivent donc temporellement au début de l'histoire de la fracture ou de son traitement.

- Cliniquement :

Si la fracture n'a pas été ostéosynthésée, on retrouve une mobilité anormale d'assez grande amplitude.

- Les radiographies :

Elles montrent l'absence de cal périphérique, la résorption parfois considérable des extrémités fracturaires qui peuvent être effilées en queue de radis, parfois même apparaît une perte de substance osseuse. Les extrémités osseuses sont denses, le canal médullaire est obturé. Le matériel d'ostéosynthèse, s'il existe, n'est pas obligatoirement rompu.

### **4.3. Les pseudarthroses suppurées:**

- Clinique :

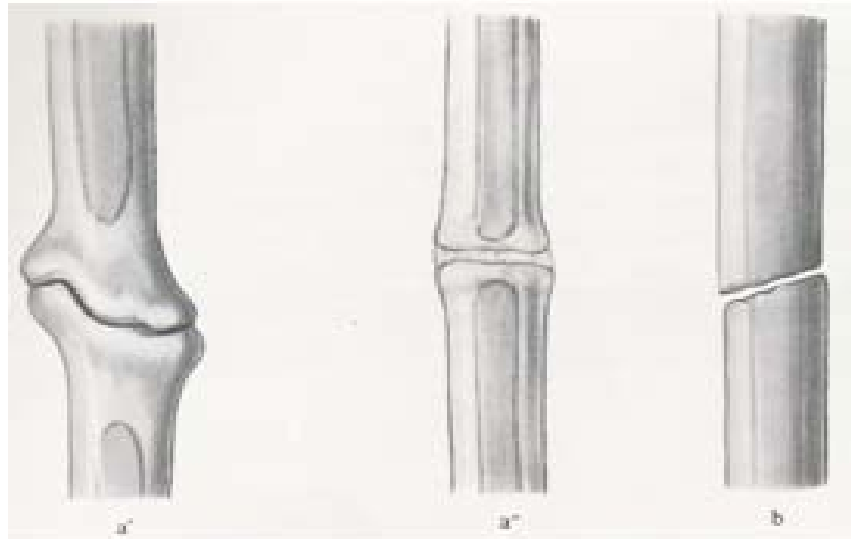
La suppuration est plus ou moins évidente. L'os peut être largement exposé ou bien il n'existe qu'une fistule chronique, parfois simplement intermittente et dans ce cas l'accélération de la vitesse de sédimentation témoin de la pérenitée de l'infection. De toute façon le processus suppuratif décolle le périoste et les parties molles des extrémités osseuses qui sont habituellement largement nécrotiques.

- Radiologiquement:

Les extrémités sont denses, scléreuses, le cal périphérique est à distance du foyer. D'éventuels fragments supplémentaires sont séquestrés. Il existe des cavités d'ostéolyse. Une fistulographie peut faire la preuve du décollement entre les parties molles de l'os.

### **4.4. Les pseudarthroses eutrophiques :**

C'est un état intermédiaire entre les pseudarthroses hypertrophiques et atrophiques; caractérisées essentiellement par leurs extrémités dont le calibre reste inchangé.



**Figure 32 : Types de pseudoarthroses aseptiques de la diaphyse humérale[30]**

- A : Forme hypertrophique, réactive, bien vascularisée (A' : patte d'éléphant ; A'' : sabot de cheval)**
- B : Forme sans réaction, peu vascularisée ou même à extrémités nécrotiques.**

## IV. Etude épidémiologique :

### 1. Fréquence :

Notre travail a concerné 40 cas de pseudarthroses aseptiques de l'humérus qui ont été traités au sein du service de traumatologie et d'orthopédie A du CHU de Marrakech entre Janvier 2010 et Janvier 2020.

Les différentes séries de la littérature situent le taux de pseudoarthrose de l'humérus entre 4 et 15% et nous apprend que le pourcentage est relativement constant selon les séries.

Nos résultats, avec une fréquence de 9.5% sont donc en accord avec les données de la littérature recensées.

**Tableau XII : Fréquence de survenue de la pseudoarthrose sur les fractures de l'humérus**

| Auteurs                            | Nombre de fracture de l'humérus | Nombre de PSD | %           |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------|
| Gaillard et Masquelet (2020) [39]  | 375 cas                         | 15 cas        | 4% à 15%    |
| Sami et Sanhnoun (2020) [118]      | 414 cas                         | 58 cas        | 14%         |
| RD Gogoua, M. Traoré (2017) [42]   | 378 cas                         | 36 cas        | 9,5%        |
| Obert et Rifia (2015) [119]        | 180 cas                         | 16 cas        | 9,2%        |
| Raissouni et Kasmouni (2007) [120] | 205 cas                         | 15 cas        | 7,3%        |
| Chantello et S.Firyi (2005) [121]  | 260 cas                         | 21 cas        | 8,1%        |
| <b>Notre Série</b>                 | <b>420 cas</b>                  | <b>40 cas</b> | <b>9,5%</b> |

### 2. L'âge et le sexe :

#### 2.1. Age :

Nos résultats concordent avec les données de la littérature [39 ; 42 ; 118 ; 120 ; 121].

L'atteinte fréquente des jeunes est grave, car elle retentit sur l'activité socio-économique de cette jeune population



**Tableau XIII : Moyenne d'âge de survenue des pseudarthroses l'humérus**

| Auteur                             | Nombre de cas | Age moyen     |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Gaillard et Masquelet (2020) [39]  | 15            | 46,6 ans      |
| Sami et Sanhnoun (2020) [118]      | 58 cas        | 42 ans        |
| RD Gogoua, M Traoré (2017) [42]    | 36            | 43 ans        |
| Dembélé.B et al (2017) [53]        | 22            | 52.7ans       |
| Boubacar Soumare et a (2017) [54]  | 16            | 45.75 ans     |
| Obert et Rifia (2015) [119]        | 16            | 40, 2 cas     |
| Raissouni et Kasmouni (2007) [120] | 15            | 42 ans        |
| <b>Notre série</b>                 | <b>40</b>     | <b>42 ans</b> |

**2.2. Le sexe :**

Au sein de toutes les données de la littérature exploitées des pseudarthroses aseptiques, le sexe masculin était toujours prédominant, ceci étant à nouveau probablement dû à son statut actif et son exposition aux AVP.

Ces données concordent donc avec nos résultats :

**Tableau XIV : Fréquence de la survenue de la pseudoarthrose de l'humérus selon le sexe**

| Auteur                             | Nombre de cas | Hommes          | Femmes          |
|------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Gaillard et Masquelet (2020) [39]  | 15 cas        | 7 (46,6%)       | 8 (53,3%)       |
| Sami et Sanhnoun (2020) [118]      | 58 ans        | 41 (70%)        | 17 (30%)        |
| Dembélé.B et al (2017) [53]        | 22 cas        | 14 (63.7%)      | 8(36.3%)        |
| Boubacar Soumare et a (2017) [54]  | 16 cas        | 16(62.5%)       | 6(37.5%)        |
| Obert et Rifia (2015) [119]        | 16 cas        | 9 (56%)         | 7 (44%)         |
| Raissouni et Kasmouni (2007) [120] | 15 cas        | 12 (80%)        | 3(20%)          |
| <b>Notre Série</b>                 | <b>40 cas</b> | <b>30 (75%)</b> | <b>10 (25%)</b> |

### 3. Latéralité :

La nature du membre atteint dépend logiquement du mécanisme responsable de la fracture initiale.

Les données de la littérature sont donc variables mais tendent légèrement vers le côté droit, comme donc les résultats de notre étude :

**Tableau XV : Répartition des pseudarthroses en fonction du membre atteint**

| Auteur                             | Nombre de cas | Côté gauche        | Côté droit     |
|------------------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| Sami et Sanhnoun (2020) [118]      | 58 cas        | 17 (30%)           | 41(70%)        |
| RD Gogoua, M Traoré (2017) [42]    | 36            | 15 (42%)           | 21 (58%)       |
| Dembélé.B et al (2017) [53]        | 22            | 14 (63.6%)         | 6 (36.4%)      |
| Boubacar Soumare et a (2017) [54]  | 16            | 7 (43.75%)         | 9 (56.25%)     |
| Raissouni et Kasmouni (2007) [120] | 15            | 8 (53,4%)          | 7 (46,6%)      |
| <b>Notre Série</b>                 | <b>40</b>     | <b>18% ( 45% )</b> | <b>22(55%)</b> |

### 4. La profession :

La classe professionnelle la plus touchée dans la littérature est celle des ouvriers, des cultivateurs et des sujets sans profession fixe, travailleurs manuels à mi-temps dans de 50% des cas.

Ce qui s'explique par la fréquence des risques de fracture que leurs imposent leurs travaux essentiellement manuels, le faible niveau d'éducation sanitaire, et surtout à leur manque de revenu qui les orientent souvent vers les guérisseurs traditionnels en premier lieu.

## V. Etude étiologique :

### 1. Antécédents pathologiques et terrain :

Dans notre série 77% des cas étudiés présentent un terrain particulier ; entre comorbidités (diabète, HTA, pathologie thyroïdienne...) et addictions aux toxiques (tabagisme et consommation de drogues).

Les données de la littérature ont prouvé que la survenue de la pseudoarthrose était intimement liée au terrain et aux différentes consommations addictives du patient, nous citons :

- **McKee MD [57]** ont démontré des associations significatives entre le tabagisme et le développement de la pseudoarthrose, des études cliniques rétrospectives ont démontré un taux élevé de consolidation chez les non-fumeurs (84%) par rapport aux fumeurs (58%).
- **Mark et Gang [59]** ont démontré que l'utilisation des anti-inflammatoires non stéroïdiens (COX-2) avait un effet négatif significatif sur le processus de consolidation osseuse, et ce en réduisant le débit sanguin.
- **Malik et al [58]** ont démontré qu'un score plus élevé en comorbidités était prédictif à la survenue de la pseudoarthrose.

### 2. Circonstances étiologiques :

La fréquence des circonstances de survenue varie d'une série à une autre, avec une dominance des accidents de la voie publique.

Dans **notre série** les accidents de la voie publique sont la principale cause génératrice de ces pseudoarthroses de la diaphyse humérale en occupant **47,5%** de l'ensemble des circonstances de survenue, confirmant les données de la littérature (65% pour RD Gogoua et M Traoré [42] ; 60% pour Raissouni et Kasmouni [120]).

## VI. Etude radio-clinique :

### 1. Etude clinique :

La douleur au niveau du foyer est le maître symptôme, l'évaluation de son intensité et de son retentissement fonctionnel sur le bras est importante. Cette évaluation constitue un élément principal dans l'indication chirurgicale de la pseudoarthrose

[90% pour **RD Gogoua** et **M Traoré** [42] et [100% pour **Dembélé.B et al** [53].

La persistance de la mobilité de foyer fracturaire, facilement détectable vu son accessibilité à l'examen clinique, est un autre élément en faveur du diagnostic.

La pseudoarthrose du tiers moyen de l'humérus peut être responsable de complications nerveuses du nerf radial. Ce type de complication reste fréquent. Dans **notre série** ceci a été observé chez 5 patients.

**Masquelet et Gaillard** [39] ont rapporté que 6 cas avaient déjà eu un paralysé du nerf radial lors de l'accident initial et un seul cas concevrait des séquelles motrices définitives. Et deux cas avaient des paresthésies transitoires du nerf radial dans l'étude de **RD Gogoua et M Traoré** [42].

### 2. Etude radiologique :

Les radiographies standards de l'humérus sont largement suffisantes pour la confirmation du diagnostic de la pseudoarthrose. La comparaison des radiographies successives dans le temps est indispensable afin de pouvoir juger de l'évolution du trait de la fracture, Par ailleurs le bilan radiographique nous permettra de distinguer les trois formes de la pseudoarthrose : atrophique, hypertrophique et eutrophique.

Dans notre série, comme dans plusieurs d'autres dans la littérature, la forme atrophique est la plus fréquente [39 ; 42 ; 118. 120].

Selon l'étude anatomique de **Caroll** [74] la principale artère nourricière de l'humérus se situe sur son bord médial à la hauteur de son tiers moyen.

Cela peut expliquer la fréquence des pseudarthroses à ce niveau, le traumatisme pouvant alors léser cette artère, et ainsi compromettre la vascularisation nécessaire à une bonne consolidation.

Pour **notre étude**, la localisation préférentielle a été le 1/3 moyen avec 25 cas sur 40 cas, soit 62,5% des cas.

**Tableau XVI : Répartition des pseudoarthroses en fonction du siège de la fracture**

| Auteurs                           | Nombre total de cas | Fractures du 1/3 moyen | %            |
|-----------------------------------|---------------------|------------------------|--------------|
| Galliard et Masquelet [39] (2020) | 15 cas              | 14 cas                 | 93,3%        |
| Sami et Sanhnoun [118] (2020)     | 58 cas              | 31 cas                 | 53,4%        |
| RD Gogoua M Traoré [42] (2017)    | 36 cas              | 25 cas                 | 69,4%        |
| OBERT et RIFIA [119] (2015)       | 16 cas              | 9 cas                  | 56,2%        |
| <b>Notre série</b>                | <b>40 cas</b>       | <b>25 cas</b>          | <b>62,5%</b> |

**Tableau XVII : les formes de la pseudoarthrose dans les différentes séries.**

| Auteurs                         | Pseudoarthrose atrophique/eutrophique | Pseudoarthrose hypertrophique |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Galliard et Masquelet [39] 2020 | 10 cas (66%)                          | 05 cas (34%)                  |
| Sami et Sanhnoun [118] (2020)   | 32 cas (55,5%)                        | 26 cas (44,5%)                |
| RD Gogoua M Traoré [42] 2017    | 23 cas (65%)                          | 13 cas (35%)                  |
| OBERT et RIFIA [119] (2015)     | 14 cas (87,5%)                        | 2 cas (12,5%)                 |
| <b>Notre série</b>              | <b>31 cas (77,5%)</b>                 | <b>9 cas (22,5%)</b>          |

### **3. TDM de l'humérus :**

Nicholson et al a réalisé une étude rétrospective étalée sur 10 ans autour de 184 cas qui a montré que la TDM a une excellente sensibilité dans le diagnostic de la pseudoarthrose de l'humérus. Cependant le recourt à cette technique dans la pratique est réservé aux formes suspectes ou associées à des complications.

## VII. Traitement de la pseudoarthrose :

### 1. Principes et buts du traitement :

La pseudoarthrose de la diaphyse humérale doit être différenciée des pseudoarthroses diaphysaires du membre inférieur, car les principales contraintes se font en rotation et en distraction et non pas en compression. [57,61,62]

Cette particularité fondamentale est à la base du traitement des fractures de la diaphyse humérale, qui va veiller à bloquer rigidement les rotations. Le non-respect de ce principe conduit inmanquablement à la pseudoarthrose.

Une exploration systématique du nerf radial doit être également systématiquement réalisée vu les rapports intimes qu'elle contacte avec la diaphyse humérale et puis transposé et mis en sécurité loin du foyer d'ostéosynthèse à la fin de l'intervention.

### 2. Traitement chirurgical :

#### 2.1 Type d'anesthésie [77]

Tous nos patients ont été opérés sous anesthésie générale.

Le choix de ce mode d'anesthésie s'explique par la nécessité de prélèvement d'un greffon osseux de la crête iliaque dans la majorité des cas.

#### 2.2 Installation du malade et voies d'abord :

Le choix de la voie d'abord est essentiel. Il est facile, lorsque la peau est de bonne qualité, sans intervention préalable. Dans ce cas, c'est la technique retenue qui conditionne le choix de la voie d'abord. Il est parfois difficile, du fait de l'état trophique, des interventions préalables, de la réalisation des gestes de couverture ou des lésions vasculaires. Dans ce cas, en plus de la technique, c'est le risque cutané ou vasculaire qui détermine la voie d'abord.

Après l'incision, tout le tissu fibreux de la pseudoarthrose doit être excisé. L'os nécrotique, notamment en cas de pseudoarthrose atrophique, doit être retiré. En général, le foyer de la pseudoarthrose doit être démonté et le canal médullaire reperméabilisé.

Dans la littérature, le choix de la voie d'abord était influencé par le siège du foyer de pseudoarthrose.

Ainsi, la voie d'abord antéro-latérale était utilisée pour les pseudoarthroses du 1/3 moyen et supérieur et la voie postérieure pour celles siégeant au niveau du 1/3 inférieur.

Dans notre série le tiers proximal et moyen présente 90.5% donc la voie antérolatérale est la plus fréquente, ce qui correspond aux résultats des revues de la littérature

**Tableau XVIII : Différents voie d'abord utilisées selon le siège des pseudoarthroses**

| Auteur                     | Nombre de cas | Siège : 1/3 moyen et proximal | Siège : 1/3 distal | Voie antérolatérale (%) | Voie Postérieur-interne (%) |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Sami et Sanhnoun [118]     | 58            | 48                            | 10                 | 98%                     | 2%                          |
| R.bernard et al [52]       | 21            | 17                            | 4                  | 81%                     | 19%                         |
| Dembélé et al [53]         | 22            | 22                            | 0                  | 100%                    | 0%                          |
| Govindasamy.R [56]         | 18            | 18                            | 0                  | 100%                    | 0%                          |
| RAISSOUNI et Kasmoui [120] | 15            | 13                            | 3                  | 100%                    | 0%                          |
| <b>Notre série</b>         | <b>40</b>     | <b>34</b>                     | <b>6</b>           | <b>100%</b>             | <b>0%</b>                   |

*a. Voies d'abord du tiers supérieur et moyen :*

*a.1. Voie d'abord antéro-latérale :*

C'est l'extension en externe de la voie delto-pectorale.

- Installation du malade :

Patient en position demi-assise, ou décubitus dorsal , bras le long du corps un coussin sous l'omoplate. [78]

- Incision cutanée :

L'incision commence à la face antérieure de l'épaule, juste au-dessous de l'apophyse coracoïde. Elle se dirige latéralement et gagne la face antéro-latérale du bras jusqu'au tiers inférieur de l'humérus. [78]

- Technique chirurgicale : [78] [79] [83]

Les lambeaux cutanés sont écartés et l'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision cutanée. Les insertions du muscle brachial antérieur sont individualisées avec celles des muscles deltoïdes et grand pectoral. En avant du muscle brachial antérieur, on aperçoit la face latérale du corps musculaire du biceps brachial. Le périoste est incisé, d'abord entre les insertions du grand pectoral et du deltoïde, puis plus bas entre les insertions du deltoïde et du brachial antérieur.

Les tiers supérieur et moyen de la diaphyse humérale est ainsi bien exposés après décollement du périoste

*a.2. Voie d'abord postérieure :*

- Installation du malade :

Malade en décubitus ventral, le bras en abduction sur une table à bras. [79]

- Incision cutanée :

L'incision débute 4 à 5cm au-dessous du bord postérieur de l'acromion et suit la ligne unissant la face postérieure de l'acromion à la pointe de l'olécrane. [79]



- Technique chirurgicale : [78] [79] [80]

L'aponévrose est fondue dans l'axe de l'incision. A la partie supérieure de l'incision, on reconnaît le bord postérieur libre du muscle deltoïde. Un doigt est passé à la face profonde du plan musculaire de clivage entre la longue portion du triceps et le vaste externe. Ces deux muscles sont écartés, on aperçoit alors le vaste interne. Cette étape doit se faire prudemment pour ne pas léser les éléments vasculo-nerveux sous-jacents. Le nerf radial accompagné de l'artère humérale profonde passe entre la longue portion du triceps et le vaste externe.

En dedans et à la partie supérieure du champ opératoire, on reconnaît le nerf cubital et en avant de lui l'artère humérale et nerf médian. Ces éléments vasculo-nerveux sont situés à ce niveau en avant de la cloison intermusculaire médiale.

Le vaste interne engaine la face postérieure de l'humérus, ce muscle est incisé au milieu de sa face postérieure jusqu'à l'os

La face postérieure de la diaphyse humérale est incisée en sous-périosté. Le nerf radial et l'artère humérale profonde doivent être écartés en dehors. L'écartement du nerf radial ne doit pas être brutal et le bras doit être placé en adduction pour éviter une lésion de ce nerf par élongation.

### *b. Voies d'abord du tiers moyen :*

#### *b.1. Voie d'abord externe :*

- Installation du malade :

Patient en décubitus dorsal, l'épaule en rotation médiale. Le membre supérieur positionné en adduction le long du corps reposant soit sur un appui-bras ou sur le tronc du malade. [79]

- Incision cutanée :

L'incision cutanée longitudinale part du bord antérieur du « V » deltoïdien et descend le long de la face latérale du bras [80]

- Technique chirurgicale : [78] [79] [80]

Les lambeaux cutanés sont écartés et l'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision. Le biceps est reconnu à la partie antérieure de la plaie opératoire et en arrière de lui le deltoïde et le brachial antérieur s'étagent de haut en bas. Une dissection prudente permet de repérer le nerf radial à la partie basse de l'incision en arrière du muscle brachial antérieur. A ce niveau le nerf radial a déjà pénétré dans la loge antérieure du bras après avoir traversé la cloison intermusculaire latérale.

On peut le suivre dans l'interstice entre le brachial antérieur en haut et en dedans, et le long supinateur en bas et en dehors. Le brachial antérieur est incisé selon son axe.

Les fibres postérieures du muscle brachial antérieur protégeant le nerf radial sont écartées en arrière. Les fibres antérieures sont écartées en avant pour exposer la diaphyse humérale qui peut être abordée par voie sous périostée.

### *b.2. Voie d'abord postéro-interne :*

- Installation du malade :

Patient en décubitus ventral, bras en abduction, épaule en rotation interne. [78]

- Incision cutanée :

L'incision cutanée débute juste au-dessus de l'épitrachée, et se poursuit vers le haut le long du bord postéro-interne du bras. [78]

- Technique chirurgicale : [78] [80] [81]

L'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision, le nerf cubital est repéré d'emblée juste en arrière de la cloison intermusculaire interne. Il ne délivre pas de branches au niveau du bras et peut donc être libéré sur une grande étendue. L'artère collatérale ulnaire supérieure accompagne le nerf ulnaire qu'elle irrigue de façon étagée, elle doit être mobilisée en même temps que le nerf. Un lac doit être placé autour du paquet vasculo-nerveux. (Dessin 55) Le bord interne de la longue portion du triceps est mobilisé et récliné en arrière. Le vaste interne est désinséré de la face postérieure de la

cloison intermusculaire interne et de l'humérus puis est écarté en arrière et en dehors. Le périoste peut alors être incisé pour aborder la diaphyse humérale.

On peut être amené à élargir l'incision en haut, et dans ce cas il faut faire attention au trajet du nerf radial dans la loge postérieure du bras qui passe en arrière du tiers supérieur de la longue portion du triceps brachial, de dedans en dehors, accompagné par l'artère humérale profonde.

*c. Voies d'abord du tiers inférieur :*

*c.1. Voie d'abord antéro-externe :*

- Installation du malade :

Malade en décubitus dorsal, bras en abduction sur une table à bras. [78]

- Incision cutanée :

L'incision débute à la partie moyenne du bras en dehors du corps du biceps et en avant du long supinateur pour se terminer à 2cm au-dessus du pli du coude. [80]

- Technique chirurgicale : [78] [79] [80]

L'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision cutanée. Le bord externe du biceps est écarté en dedans, le nerf cutané antébrachial externe chemine entre le biceps et le brachial antérieur pour gagner l'avant-bras. Ce nerf doit être repéré et écarté en dehors car il innerve une zone cutanée étendue du bord radial de l'avant-bras. Le long supinateur est écarté en dehors pour exposer le nerf radial situé en dehors du brachial antérieur. Un lac autour du nerf est souhaitable pour le protéger. Le brachial antérieur est écarté en dedans pour exposer le tiers inférieur de la diaphyse humérale qui peut être abordée par voie sous-périostée. Les écarteurs doivent être placés par précaution contre la face interne de l'humérus pour ne pas léser le nerf cubital.

*c.2. Voie d'abord externe :*

- Installation du malade :

Malade en décubitus dorsal, membre supérieur placé en abduction sur une table à bras ou rabattu sur le thorax de l'opéré. [78]

- Incision cutanée :

L'incision commence sur l'épicondyle et s'étend vers haut en passant au milieu de la face externe du bras. [80]

- Technique chirurgicale : [78] [80] [82]

Les lèvres cutanées sont écartées pour exposer l'aponévrose. En avant de l'axe de l'incision se trouve l'origine du long supinateur, en arrière on a le vaste interne. A la partie supérieure du champ opératoire et dans l'interstice entre le long supinateur et le brachial antérieur passe le nerf radial ; l'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision cutanée.

Le nerf radial est menacé pendant l'exposition et doit être repéré dans l'angle supérieur de l'incision, avant d'écarter le long supinateur à son origine. Ce dernier est décollé en sous périosté de la face externe de l'humérus, ainsi que le vaste interne de sa face postérieure. Il est important de rester en sous périosté, car le nerf cubital passe juste en arrière de la cloison intermusculaire interne et court le risque d'être lésé. Il faut donc être prudent en plaçant des écarteurs à bec au bord interne de la diaphyse humérale.

### *c.3. Voie d'abord postérieure trans-tricipitale :*

- Installation du malade :

Patient placé en décubitus ventral, le bras repose sur un appui bras par sa face antérieure laissant l'avant-bras libre de manière à pouvoir agir sur le fragment fracturaire distal. [78]

- Incision cutanée :

L'incision débute sur la ligne médiane postérieure du tiers inférieur du bras et contourne le bord externe de l'olécrane en restant à distance du nerf cubital. [78]

- Technique chirurgicale : [78] [80] [82]

Pendant la dissection, il faut protéger le nerf radial et le nerf cubital :

- Le nerf radial quitte la gouttière radiale pour traverser la cloison intermusculaire latérale à 10cm au-dessus de l'épicondyle. Le triceps ne doit pas être incisé au-delà de ce point avant d'avoir repéré le nerf radial et l'avoir mis à l'abri.
- Le nerf cubital passe entre la longue portion du triceps et la cloison intermusculaire médiale à la moitié inférieure du bras. Il doit être repéré en arrière de l'épitrôchlée en début d'intervention. Il n'est pas nécessaire de le transposer sauf en cas de désinsertion des muscles épitrôchléens.

L'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision cutanée, ses lèvres sont écartées pour exposer le tendon tricipital. A ce niveau on peut soit fendre le triceps longitudinalement soit découper une languette tricipitale triangulaire qu'on bascule vers le bas. L'exposition est meilleure dans ce dernier cas, mais la vascularisation de cette languette peut se trouver compromise et entraîner un retard de cicatrisation. La meilleure solution est de découper une languette tricipitale courte et de continuer vers le haut par une incision médiane du triceps.

Le lambeau tendineux en « V » inversé est basculé vers le bas pour exposer le tiers inférieur de la diaphyse humérale que l'on aborde par voie sous-périostée.

### **2.3 Conduite vis-à-vis du nerf radial lors de l'ostéosynthèse :**

Le nerf radial a toujours posé des problèmes dans les atteintes de l'humérus, et du tiers moyen particulièrement. D'abord, son atteinte initiale dans les fractures où il est souvent incarcéré ou étiré mais aussi lors des ostéosyntheses, par plaque avec voie antéro-externe surtout.

Le repérage du nerf radial est une étape primordiale au cours de l'ostéosynthèse des pseudarthroses de l'humérus.

La voie d'abord externe étant la plus commune, son incision doit être dessinée en parenthèse car rectiligne au milieu parallèle à la face externe, elle s'incurve en avant vers la distalité du sillon delto-pectoral et la partie haute du sillon bicipital externe. La cloison intermusculaire externe est le premier élément à repérer. Le nerf radial la perfore d'avant en arrière

avant de cheminer entre le biceps et le long supinateur. Il est recherché en premier et mis sur le lac afin d'être protégé ou éventuellement transposé.

L. El Ayoubi et A [82] ont démontré au cours de leur étude réalisée sur 3 cas dont l'objectif était d'apprécier l'effet de détente sur le nerf radial par la transposition antérieure que celle-ci a permis de faciliter la pose de la plaque en laissant libre toute la face externe de l'humérus. Ils ont également pu constater un effet de détente sur le nerf radial par deux mécanismes :

- Raccourcissement de son trajet devenu antérieur évitant ainsi de contourner l'humérus.
- Le nerf transposé en avant évite l'encombrement lié à la plaque.

Un recul moyen de 5 ans leur a permis de constater l'absence de conséquence sur le nerf radial (clinique et EMG).

Ainsi la transposition antérieure du nerf radial est considérée comme intéressante dans les fractures du tiers moyen, du tiers supérieur comminutives de l'humérus dès que l'abord du foyer est indispensable.

### **2.4 Moyens de stimulations de l'ostéogenèse :**

#### **a. Décortications osseuses :**

C'est une technique classique qui consiste, via une voie d'abord longue et la plus directe possible, de réaliser un décollement ostéopériosté sous forme de copeaux sur les deux tiers de la longueur de l'os et sur la plus grande partie de sa circonférence.

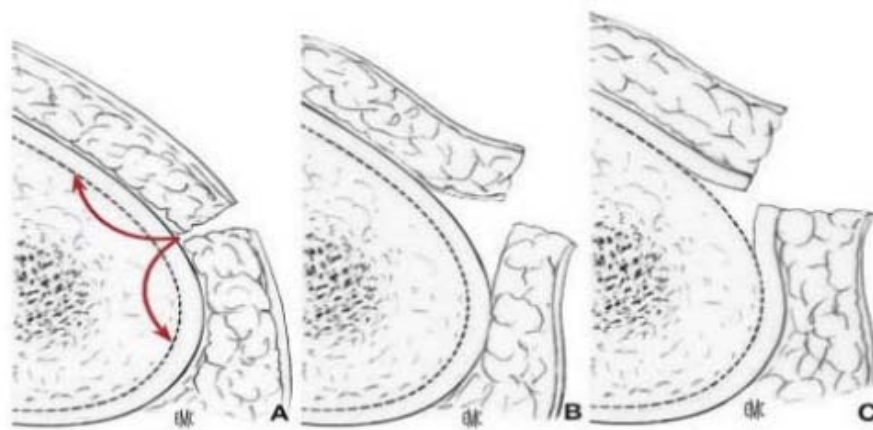
Elle peut être utilisée isolément, ou faire partie de la voie d'abord dans le cadre d'autres techniques. Elle doit être considérée comme une greffe osseuse vascularisée. Son principe a été clairement exposé par Robert Judet [80], père de la technique :

« C'est une portion vivante qui reste sur place, qui est simplement séparée de l'os, et à laquelle on confie la tâche de se ressouder à l'os et, en même temps qu'elle se ressoude à l'os, d'entraîner le processus de consolidation de cet os lui-même. ». Elle a donc un double rôle,

d'ostéogénèses péri-focales, et de relance des processus de consolidation du foyer de pseudoarthrose lui-même.

Elle peut être pratiquée isolément dans le cas des pseudoarthroses hypertrophiques, mais doit être associée à une greffe spongieuse ou corticospongieuse toutes les fois où il existe un défaut osseux. Si traditionnellement les pseudoarthroses hypertrophiques étaient l'indication privilégiée, les formes dites atrophiques ne paraissent pas donner des résultats différents.

Comme pour les greffes osseuses, la décortication est actuellement associée à une ostéosynthèse solide. L'ostéosynthèse la plus fréquemment associée est la plaque vissée, sans qu'il y ait de précision sur le bien-fondé des plaques verrouillées.



**Figure 33 : Schéma objectivant les principes de la voie d'abord dans la décortication.**

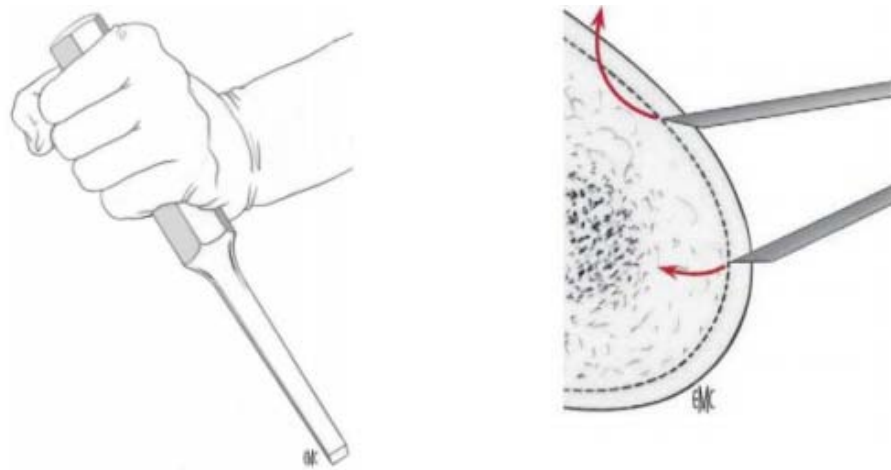
- A. D'emblée jusqu'à l'os.**
- B. Pas de décollement sous-cutané.**
- C. Pas de décollement périosté**

La décortication doit pouvoir être effectuée dans de bonnes conditions si la chronologie suivante est respectée :

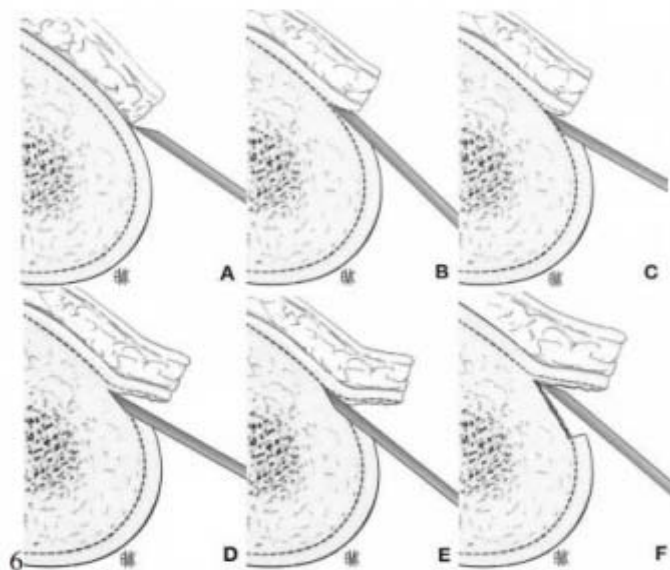
- Faire l'entaille du premier copeau ostéopériosté, planche contre l'os, pour obtenir une entaille de 2 à 3 mm de profondeur

- Retourner le ciseau et travailler le biseau contre l'os, progressivement, le ciseau remontant à la surface en détachant un copeau ostéomusculaire de bonne épaisseur

Recommencer de la même façon pour le copeau suivant.



**Figure 34 : Tenue et travail du ciseau selon l'orientation du biseau**



**Figure 35 : Maniement du ciseau au cours de la décortication (A à F)**

*b. Greffe osseuse :*



C'est certainement la plus ancienne des thérapeutiques. Elle consiste, après curetage et avivement du foyer de fracture, à déposer au sein de ce dernier des greffons autologues prélevés à différents endroits qui joueront le rôle de consolidation et de comblement d'un défaut osseux parcellaire ou segmentaire.

Les greffons peuvent être de trois types : spongieux, cortico-spongieux ou corticaux.

Quelle que soit la technique retenue, l'apport de greffons spongieux est toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection, ils induisent une ostéogenèse rapide, et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème. À l'inverse, la greffe corticale pure, qui a une réhabilitation lente et se défend mal contre l'infection. Son prélèvement entraîne toujours la fragilisation du segment de membre donneur. Employée seule, sans synthèse de complément, elle n'assure pas, quel que soit le mode de fixation, une stabilisation satisfaisante du foyer de pseudoarthrose. Elle est actuellement abandonnée.

Cette technique, si elle permettait d'obtenir certains résultats favorables, était grevée d'un taux d'échec non négligeable et nécessitait une immobilisation prolongée. Isolée, elle est à l'heure actuelle abandonnée, excepté dans quelques cas de pseudoarthrose hypertrophique serrée.

- **Prise du greffon de la crête iliaque antérieure :[101]**

C'est le site donneur le plus couramment utilisé. L'accès de la crête iliaque antérieure est facile, le patient peut être installé en décubitus dorsal ou latéral et elle permet de prélever des greffons corticospongieux d'excellente qualité bien que d'un volume de spongieux peu important.

- **Installation** : L'installation du patient se fait le plus souvent en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse homolatérale.
- **Incision** : L'incision cutanée est habituellement réalisée 1 cm sous la crête car les muscles de l'abdomen retombent « en besace » sur la crête. L'incision débute 1,5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure pour ne pas léser le nerf cutané fémoral latéral et ne pas fracturer l'épine iliaque antérosupérieure en taillant un greffon trop

antérieur. Sa longueur est fonction de la taille du prélèvement souhaité et de l'obésité du patient.

- **Accès et prise du greffon** : Après la dissection du tissu cellulaire sous cutané, il faut repérer le bord inférieur des muscles abdominaux et relever ceux-ci jusqu'au bord supérieur de la crête (respecter le 12e nerf intercostal en arrière du tubercule du moyen fessier). Il faut ensuite décoller le périoste au bistouri du bord externe au bord interne de la crête puis désinsérer toujours au bistouri le muscle iliaque de la crête jusqu'à voir la zone musculaire sur toute l'étendue du prélèvement. À l'aide d'une rugine, décoller le muscle iliaque de la face interne de l'aile iliaque restant au contact de l'os. Pour exposer, il suffit alors de maintenir la rugine courbe verticale ou de planter un écarteur à la face interne de l'aile iliaque.

Le greffon doit être pris sur la face interne, respectant ainsi les fessiers et le galbe de la crête. Il faut mesurer au préalable la taille requise pour le greffon. Amorcer les coupes antérieure et postérieure au ciseau à os à partir du bord interne de la crête, sans dépasser son milieu. La dernière coupe est réalisée, dans le plan de l'aile iliaque, au petit ciseau (en attaquant du coin du ciseau), en suivant le sommet de la crête entre les coupes précédentes. Il faut ensuite s'étendre en profondeur avec des lames de Pauwells en faisant attention à ne pas perforer l'aile iliaque. Enfin, il faut rompre la corticale avec un ciseau à os.

- **Fermeture** : Il faut suturer les aponévroses de fessiers et du muscle iliaque pour éviter les hernies. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Un drain de redon sous-cutané est positionné (en évitant le nerf cutané fémoral latéral lors du passage de l'aiguille à l'aîne).

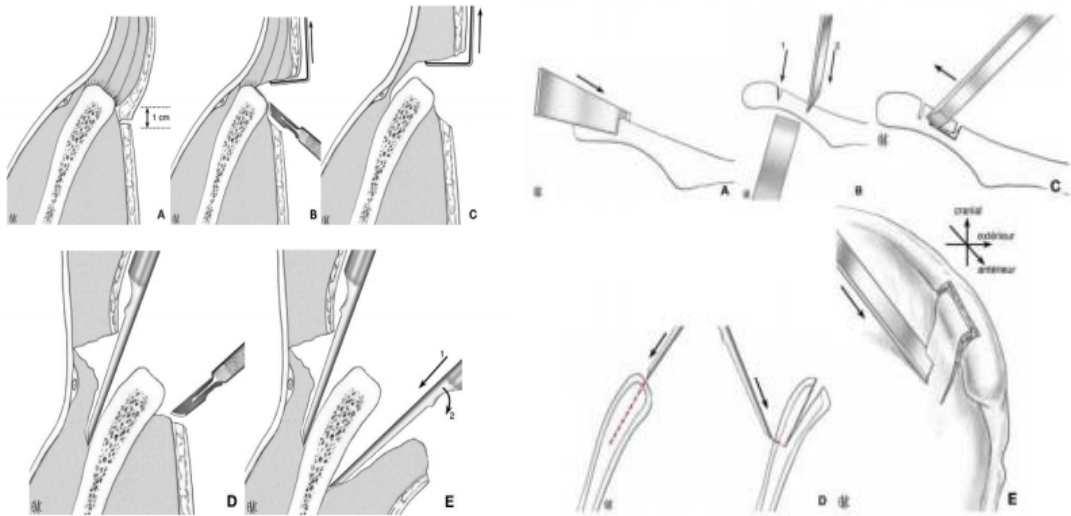


Figure 36 : Incision et prélèvement du greffon corti-spongieux de la crête iliaque antérieure

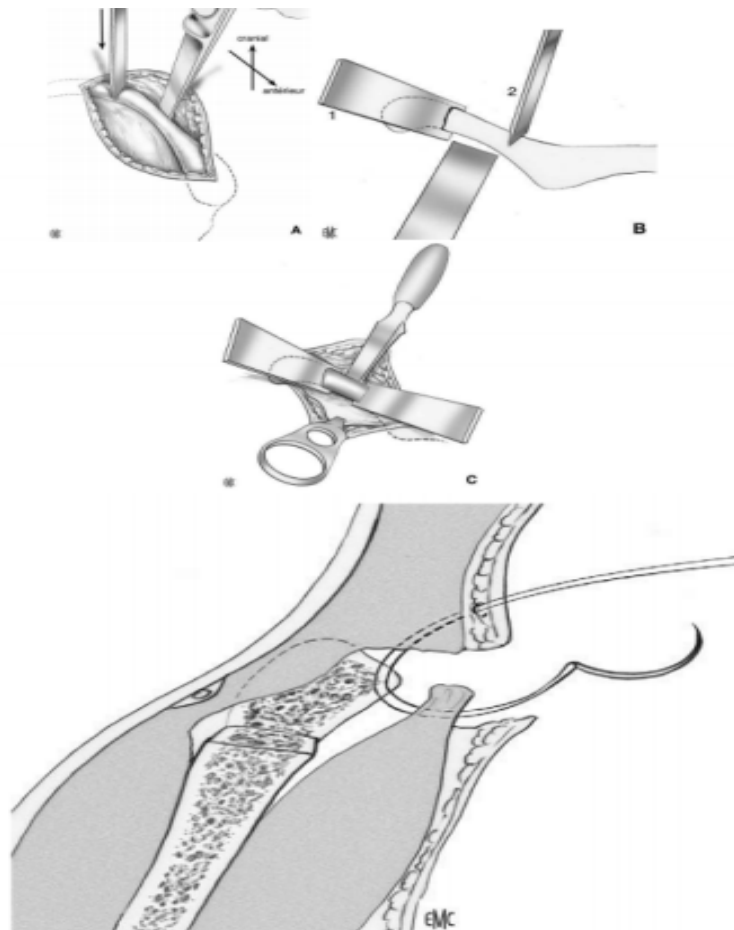


Figure 37 : Fermeture du site de la greffe

○ **Prise du greffon de la crête iliaque postérieure :[101]**

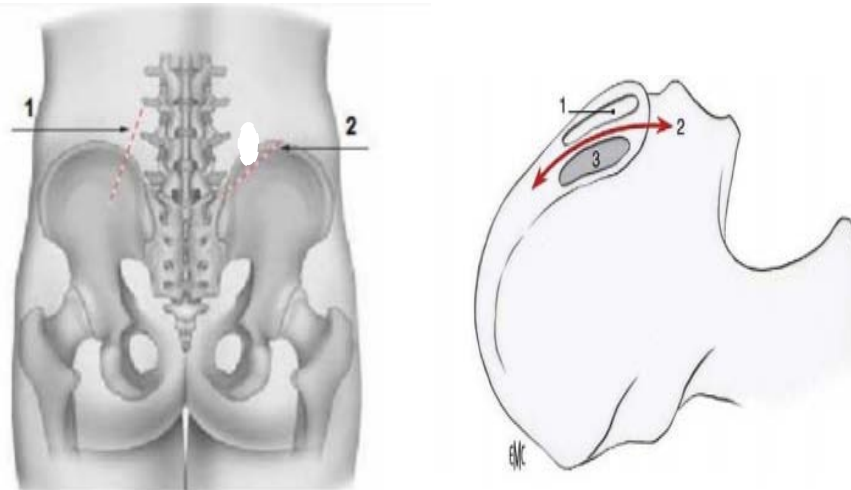
Elle permet de prélever des greffons de grand volume et si nécessaire sur les deux crêtes dans une même installation.

- **Installation** : Cette installation se fait en décubitus ventral.
- **Incision** : L'incision cutanée doit être perpendiculaire au grand axe de la crête et parallèle aux rameaux nerveux cutanés pour limiter les lésions de ces derniers (et donc les douleurs postopératoires).
- **Accès et prélèvement du greffon** : L'incision du périoste se fait entre les insertions du grand fessier et de l'aponévrose lombaire. Il faut ensuite mettre à nu la crête au bistouri. La fosse iliaque externe est exposée à la rugine. Cette exposition est maintenue à l'aide d'un écarteur de Homman planté dans l'os iliaque.

Pour obtenir des greffons en allumettes, il faut tout d'abord inciser verticalement au ciseau la corticale externe en dessinant des greffons juxtaposés de la taille souhaitée. Ces traits doivent être perpendiculaires à la table pour éviter d'atteindre l'échancrure sciatique. Un trait axial, réalisé à l'aide d'un ciseau large sur la crête puis en profondeur au contact de la table interne, dégage les greffons. Pour finir, il faut relever les greffons en bloc et les libérer en sectionnant leur extrémité inférieure à l'aide d'un ciseau courbe.

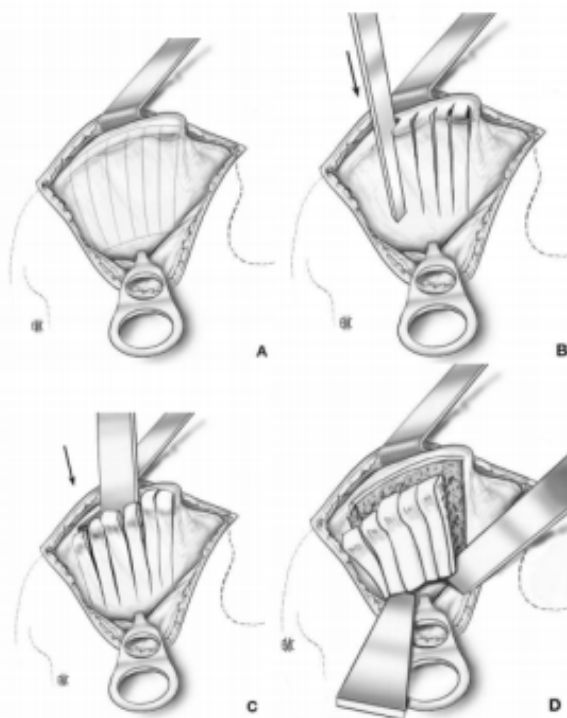
Il est également possible d'obtenir des greffons spongieux. Il faut, à l'aide d'une gouge de Kelly, attaquer perpendiculairement la surface osseuse du tranchant de la gouge. Puis, avec des mouvements de pronosupination, on laisse progresser la gouge selon sa courbure. Enfin, à l'aide d'une curette, on peut vider l'épine iliaque postérosupérieure et le bord inférieur de la crête. Il faut toujours penser, lors des différentes manœuvres, à éviter l'effraction de l'articulation sacro-iliaque toute proche.

- **Fermeture** : La réinsertion du grand fessier et de l'aponévrose lombaire est illusoire, celle du moyen fessier possible doit être réalisée. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Le drainage est réalisé par un drain de Redon sous-cutané sortant vers l'avant.

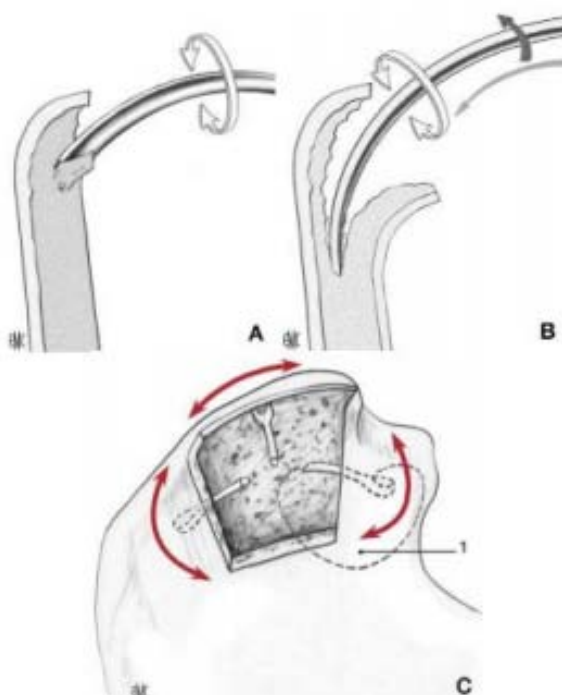


**Figure 38 : Trajets de l'incision utilisés pour le prélèvement d'un greffon iliaque postérieur et exposition de la crête iliaque postérieure.**

1. Zone d'insertion de l'aponévrose lombaire
2. Siège de l'incision du périoste
3. Zone d'insertion du grand fessier



**Figure 39 : Prélèvement de greffons « allumettes » sur la crête iliaque postérieure (A à D)**



**Figure 40 : Prélèvement de greffons spongieux sur la crête iliaque postérieure (A, B, C)**

- **Alternatives aux greffons spongieux :**

- Grefe osseuse vascularisé :

Elles ont d'abord été d'origine costale, le péroné vascularisé gagnant ensuite les faveurs des chirurgiens. Les progrès de la microchirurgie ont permis de développer ces techniques qui requièrent le plus souvent une collaboration entre les chirurgiens orthopédistes et les plasticiens. La vascularisation de ces greffons représente un avantage dans les pertes de substances importantes, puisqu'elle favorise évidemment l'intégration et le remodelage osseux. Le maintien de la vascularisation est également intéressant dans les cas de lésions infectées et permet d'assurer à la greffe une meilleure défense contre tout réveil infectieux.

Enfin, par l'emploi de lambeaux ostéo-cutanés ou musculo-cutanés, ces techniques microchirurgicales permettent la synthèse et la couverture osseuse dans le même temps.

Néanmoins, ces procédures sont lourdes et les risques de séquelles douloureuses ou fonctionnelles au site de prélèvement sont réels et parfois invalidants pour le patient. Il faudra donc toujours évaluer correctement ces conséquences locales et en avertir clairement le patient [101].

## **2.5 Moyens d'ostéosynthèses interne :**

### ***a. Plaque vissée et greffe osseuse :***

Le traitement par plaque et greffe osseuse des pseudarthroses de la diaphyse humérale est le traitement le plus effectué et le plus décrit dans la littérature des pseudarthroses aseptiques.

C'est la seule technique permettant, lors du même geste, d'assurer une bonne stabilisation du foyer de pseudarthrose, tout en apportant un complément ostéogénique indispensable à la consolidation.

L'ostéosynthèse par plaque permet, en plus d'une fixation rigide, une mise en compression du foyer de pseudarthrose [87,102], et elle conserve de nombreux autres avantages lors de l'abord

du foyer : le nettoyage du tissu fibreux d'interposition, la reperméabilisation des canaux médullaires et la réalisation de prélèvements bactériologique. [83][102]

Cependant dans ce type de traitement, un abord avec dissection large est nécessaire à la mise en place de la plaque vissée. [45][103]

Plus encore, l'ostéoporose, en raison de l'âge, mauvaise compliance ou encore suite à une chirurgie antérieure peut rendre difficile l'obtention d'une ostéosynthèse stable, et ce à cause d'une insuffisance de prise des vis sur l'os porotique.

Ayant pour objectif de contrecarrer les méfaits de l'ostéoporose, de nombreuses solutions ont été proposés par différents auteurs [103, 68, 106]. On en cite

- L'utilisation d'une plaque longue ou d'une lame-plaque
- La mise en place de 2 plaques vissées
- Le renforcement de la prise des vis par l'adjonction de ciment acrylique
- Le remplacement des vis corticales 4,5mm par des vis spongieuses 6,5mm
- L'adjonction d'une greffe osseuse sur la surface interne pour améliorer la prise des vis
- L'utilisation des boulons chirurgicaux et rondelles.

Par ailleurs, la greffe semble jouer un rôle inégalable, puisque Gérard et al. et Healy et al. Trouvaient 36 et 45% d'échecs par plaques vissées sans greffe [103,62].

Aussi, de nombreuses publications font état de consolidations obtenues uniquement par apport de greffe sans modifications de l'ostéosynthèse [103,62,105].

C'est la raison pour laquelle l'adjonction d'une greffe osseuse est jugée indispensable pour la plupart des auteurs, notamment ceux qui utilisent le traitement par plaque [103,57,104, 51,105,107]. Cela n'empêche qu'il existe des auteurs qui pensent que la décortication ostéo-musculaire suffit et qu'elle peut remplacer la greffe osseuse d'autant plus que celle-ci peut entraîner une morbidité du site de prise de greffe [61,88].



Il est reproché à ce traitement associant plaque et greffe un risque élevé d'infection et de paralysie radiale essentiellement auprès des autres complications dont le risque de survenue est indépendant de la technique utilisée. Ces complications peuvent être minimisées par une technique chirurgicale rigoureuse.

Le taux de consolidation des différentes séries de traitement par plaque varie entre 90 et 100%. Dans notre série, le taux était de 90%.

Le tableau suivant compare les résultats des différentes études sur le traitement des pseudarthroses de l'humérus par plaque vissée associée à une greffe osseuse.

**Tableau XIX : Comparaison des résultats du traitement par plaque vissée dans notre série avec les données de la littérature**

|                               | <b>Nbr.<br/>de cas</b> | <b>Consolidation<br/>(%)</b> | <b>Délai<br/>(mois)</b> | <b>Sepsis</b> | <b>Paralysie<br/>radiale</b> |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Galliard et Masquelet [39]    | 15                     | 98%                          | 6                       | 1             | 1 Résolutives                |
| SAMI et Sahnoun [118]         | 58                     | 98%                          | 6                       | 1             | 2 Résolutives                |
| Segonds et al. [61]           | 30                     | 99,1%                        | 6.7                     | -             | -                            |
| Lin et al., [109]             | 86                     | 97%                          | 4.5                     | 2             | 5 Résolutives                |
| Dahmani [55]                  | 20                     | 100%                         | 6.8                     | -             | 2 Résolutives                |
| <b>Cas traités par plaque</b> | <b>36</b>              | <b>94.4%</b>                 | <b>5</b>                | <b>0</b>      | <b>2 Résolutives</b>         |

Nos résultats sont donc superposables à ceux de ces différents auteurs : aucun cas d'infection, aucun décès, un taux de consolidation satisfaisant 95% dans notre série.

Ainsi, cette méthode (plaque et greffe osseuse) reste donc de notre point de vue une excellente technique de traitement des pseudarthroses de l'humérus.

***b. Enclouage centromédullaire :***

Les pseudarthroses de l'humérus sont relativement rares et sont, pour la plupart, traitées par greffe osseuse avec ostéosynthèse par une plaque vissée.

Certains auteurs tels que Pietu et Riemer [108–109–110–111] ont avancé la possibilité de cure de pseudarthrose sans ouverture du foyer, permettant le respect de la vascularisation périostée et la diminution du taux de paralysie radiale et d'infection, en utilisant la technique d'enclouage centro-médullaire verrouillée sans greffe osseuse ajoutée pour traiter des pseudarthroses atrophiques du 1/3 supérieur et moyen de l'humérus, obtenant des résultats excellents avec des taux de consolidation allant de 91 à 100%. Par ailleurs, aucune lésion de la coiffe des rotateurs n'a été observé selon ces derniers.

Jensen et al [112] a quant à lui choisi la technique d'enclouage centro-médullaire, mais à la différence des auteurs précédents, a exposé le foyer de pseudarthrose sans ajouter de greffe osseuse pour traiter 3 cas de pseudarthroses atrophiques de l'humérus, obtenant la consolidation dans 1 seul cas sur 3.

Ward et White [113], ont obtenu un taux de consolidation de 80% en traitant 5 cas de pseudarthroses de l'humérus par un enclouage centro-médullaire verrouillé associé à une greffe osseuse.

D'autres auteurs ne conseillent plus le traitement par clou du fait d'un taux de consolidation insuffisant : 60% d'échec pour McKee [57], 66% pour Fattah [51] et 40% pour Dujardin [76], qui a essayé d'expliquer ces taux d'échec élevé par l'atteinte de la vascularisation endomédullaire et par l'insuffisance de stabilité primaire. Dujardin rapporte aussi un taux de complication élevé à type de lésion des tendons de la coiffe des rotateurs à raison de 40%.

Ainsi, pour McKee [57], Fattah [2], Robinson [120] et Chantelot [114], le clou verrouillé ne semblait plus indiqué que pour les pseudarthroses hypertrophiques du tiers proximal de la diaphyse humérale sans greffe osseuse ajoutée.

Dans notre série, 4 cas de pseudarthroses aseptiques ont été traités par ECM associé à une greffe cortico-spongieuse, soit 10%, aboutissant à un taux de consolidation de 100%. On a pu dénombrer une seule complication, à type d'hématome en post-opératoire traité médicalement.

On retient donc, à partir des données de la littérature et de notre expérience, que le traitement des pseudarthroses de l'humérus par enclouage centro-médullaire verrouillé reste une bonne alternative quand ce dernier est bien posé. L'enclouage centro-médullaire à foyer fermé nécessite une « logistique » importante mais offre une stabilité excellente permettant une mobilisation immédiate ; il n'expose pas (ou peu) aux complications septique ou neurologique. Cependant, il ne faut pas négliger le risque iatrogène sur le nerf radial du aux manipulations laborieuses du foyer pour obtenir la réduction, aux risques de fausses routes et d'augmentation de la comminution ou du déplacement de fragments intermédiaires.

En cas de paralysie préopératoire, beaucoup contre-indiquent l'alésage, car la position précise du nerf radial ne peut être établie.

**Tableau XX: Résultats comparatif des séries d'enclouage centromédullaire verrouillé.**

|                            | Nombre de cas | Consolidation (%) | Délai (mois) |
|----------------------------|---------------|-------------------|--------------|
| Galliard et Masquelet [39] | 3             | 98%               | 4            |
| SAMI et Sahnoun [118]      | 6             | 93%               | 5            |
| Loomer et Kokan, [111]     | 6             | 97%               | 6            |
| Dahmani et al [55]         | 20            | 94%               | 5.8          |
| <b>Notre série</b>         | <b>4</b>      | <b>100</b>        | <b>5</b>     |

### **VIII. Suites opératoires et rééducation :**

Après l'intervention, une surveillance rapprochée des patients est de rigueur non seulement sur le plan local mais également sur le plan général :

- Soins locaux et changement de pansement un jour sur deux
- Changement du drain aspiratif de Redon, vidange, et quantification des liquides
- Surveillance des constantes hémodynamiques (Température ; pouls ; TA)
- Traitement antalgique

- Antibiothérapie adaptée aux résultats de l'antibiogramme

La rééducation précoce après une ostéosynthèse stable est le meilleur garant d'un bon résultat fonctionnel. Elle peut être entreprise idéalement dans les 24 heures qui suivent le geste. Elle porte

Initialement sur une mobilisation du poignet et des doigts, puis sur la pronosupination et progressivement la mobilisation passive douce et active de l'épaule et du coude.

Cette rééducation doit se prolonger jusqu'à la récupération fonctionnelle, stable et indolore des articulations sus et sous-jacente.

Dans notre série la rééducation a été démarrée dès la 1ère semaine au service, mais l'observance était aléatoire chez nos patients faute de moyens.

## **IX. Evolution –Complications :**

### **1. Evolution :**

La durée de consolidation est approximative, elle se fait habituellement entre le premier et troisième trimestre suivant l'acte chirurgical, mais ce délai est souvent majoré, quelque soit le traitement, en cas de fracture ouverte ou comminutive.

Tous les auteurs insistent sur la nécessité d'une immobilisation suffisante et d'une rééducation précoce et prolongée afin d'assurer des résultats fonctionnels satisfaisants.

### **2. Complications :**

#### **2.1. Immédiates :**

Les complications post-thérapeutiques peuvent être :

- **Complications cutanées** : A type de désunion ou de nécrose si chirurgies itératives.
- **Hématome** : Au sein de notre série 3 cas d'hématomes ont été notés résorbés uniquement par l'usage de soins locaux. O. Dahmani [8] a également noté 2 cas d'hématomes résorbés spontanément au sein de sa série.

- **Déplacement secondaire** : Peut survenir suite à un démontage de matériel.
- **La paralysie du nerf radiale** : Les complications neurologiques postopératoires de la chirurgie de la diaphyse humérale intéressent essentiellement le nerf radial. Le repérage du nerf radial doit faire partie de l'abord chirurgical et en être la première étape, il est recherché en premier et mis sur le lac pour le protéger au cours de l'intervention, mais aussi parfois pour une éventuelle transposition qui permet de l'isoler du matériel d'ostéosynthèse et de le mettre à distance de la fibrose cicatricielle, facilitant ainsi une éventuelle ablation.

Dans la littérature, Loomer et Kokan [104] ont déploré deux parésies du nerf radial (6%), 2 pour Fattah et al [79] (4%); Healy et al[103] n'ont noté qu'une, mais celle-ci était définitive (4%).

Dans notre série, nous avons noté 3 cas de paralysie post-opératoire spontanément résolutive en 4 à 6 semaines.

Dans la plupart des cas les troubles sensitifs purs disparaissent en quelques semaines. Lorsqu'une paralysie complète est constatée en postopératoire immédiat, il est recommandé de faire un EMG 3 à 4 semaines après l'intervention pour apprécier la récupération nerveuse. [120]

- **L'infection** : Sa fréquence a diminué avec l'utilisation de l'antibioprophylaxie. Elle peut être précoce et responsable de sepsis ou tardive et transforme un foyer aseptique en pseudoarthrose suppurée.

Dans la littérature, Fattah et al [78] notent un sepsis, soit 4% ; Zinghi et al[110] six sepsis, soit 4% ; Loomer et Kokan [111], Rosen [38], Müller et Thomas[102] n'en notent aucun.

Dans notre série, aucun cas de sepsis n'a été noté.

### 2.2. A long terme :

- **La pseudoarthrose récurrente** : Multiple sont les facteurs qui ont été incriminés dans la récurrence de la pseudoarthrose notamment les gestes chirurgicaux multiples, l'ostéopénie, l'obésité, le

tabagisme, l'infection ainsi que de multiples autres facteurs. Ces pseudoarthroses peuvent être difficiles à traiter en raison de plusieurs facteurs :

- En premier, une perte osseuse segmentaire en raison de la comminution importante en regard du site fracturaire ou de la dévitalisation osseuse en raison des multiples échecs chirurgicaux.
- Deuxièmement, une fixation chirurgicale stable peut être difficile à achever en raison de l'anatomie difficile de cette région, des chirurgies antérieures, et de la perte osseuse.
- Dans notre série, 2 patients ont présenté une récurrence de la pseudoarthrose.
  - **Le raccourcissement** : Il impose le même problème de correction. Il est souvent lié soit à une perte de substance importante, soit à une nécrose marquée des extrémités. Si le retentissement est important il faut envisager une chirurgie d'égalisation du côté opposé.
  - La neuroalgodystrophie : Associe la douleur et des troubles trophiques. Ils sont favorisés par les lésions des parties molles, en particulier vasculaires et nerveuses, survenues lors du traumatisme initial, la longue immobilisation et parfois la thrombose veineuse.

Dans notre série, un seul cas a été déploré.

## X. Résultats thérapeutiques :

### 1. Résultats osseux :

Il n'existe pas de méthode objective pour évaluer réellement l'évolution du cal et donc la consolidation, nous nous basons donc essentiellement sur les clichés radiologiques à la recherche de trabéculations qui auprès d'une évolution clinique favorable peuvent être suffisamment significatifs.

Le taux de consolidation moyen dans la littérature variait entre 91 et 100% pour l'ensemble des cas étudiés.

**Tableau XXI : Tableau comparatif des taux de consolidation définitifs des pseudarthroses dans la littérature**

| Auteurs                    | Taux de consolidation | Délai de consolidation moyen |
|----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| SAMI et Sahnoun [118]      | 98%                   | 6 mois                       |
| Galliard et Masquelet [39] | 100%                  | 7 mois                       |
| J.M. SECONDS [14]          | 95%                   | 6 mois                       |
| HEALY ET AL [106]          | 92%                   | 5.5 mois                     |
| O DAHMANI [8]              | 100%                  | 5 mois                       |

Nos résultats sont superposables à ceux de ces différents auteurs avec un taux de consolidation définitif au sein de **notre série de 95%** sur un délai moyen de 3 à 7 mois.

### 2. Résultats fonctionnels :

Les résultats fonctionnels dépendent, non seulement des méthodes thérapeutiques antérieurement envisagées, mais aussi de l'ancienneté de la pseudoarthrose ; de son siège ; de la multiplicité des interventions ; de la durée d'immobilisation ; de l'existence ou non d'une complication supplémentaire septique ou neurologique telle qu'une paralysie radiale associée ; de la valeur de la rééducation et de la coopération du malade.

Nos résultats fonctionnels étaient comparables à ceux de la littérature.

**Tableau XXII : Tableau comparatif des résultats fonctionnels en fonction de la classification de Stewart and Hundley**

|                            | Nombres de cas | Excellent | Bon       | Moyen    |
|----------------------------|----------------|-----------|-----------|----------|
| SAMI et Sahnoun [118]      | 58             | 20        | 25        | 13       |
| Galliard et Masquelet [39] | 15             | 7         | 5         | 3        |
| RAISSOUNI et Kasmoui [120] | 15             | 8         | 6         | 1        |
| O. DAHMANI [55]            | 20             | 13        | 5         | 2        |
| AMADOU. BA [117]           | 21             | 12        | 7         | 2        |
| <b>Notre série</b>         | <b>40</b>      | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>3</b> |



## **XI. Prévention :**

### **1. Prévention primaire :**

Consiste en la prévention de la survenue des fractures de l'humérus initialement ; le principal facteur en cause étant les AVP. La prévention primaire des pseudarthroses d'humérus peut consister en une sensibilisation des conducteurs par de compagnes incitant au respect du code de la route.

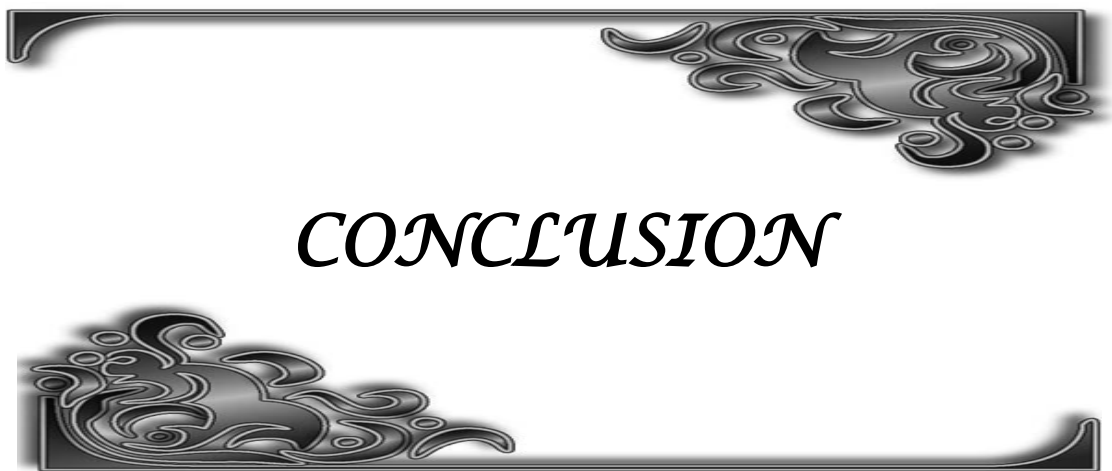
### **2. Prévention secondaire :**

C'est la prévention de l'évolution d'une fracture de l'humérus vers la pseudarthrose ; pour cela il faudra agir sur certains facteurs :

- Généraux :
  - En limitant les facteurs modifiables tels que la consommation d'alcool, le tabagisme et la toxicomanie
  - En équilibrant les pathologies chroniques, notamment le diabète et les dysthyroidies...
- Evolutifs :
  - Maintien d'une aseptie rigoureuse de la plaie chirurgicale pour éviter la surinfection
  - Immobilisation correcte
- Thérapeutiques :
  - Le respect des règles biomécaniques et de l'asepsie dans le traitement d'une fracture de l'humérus.

### **3. Prévention tertiaire :**

Elle concerne la prévention des complications de la pseudarthrose installée, elle peut se faire grâce à une bonne prise en charge et un suivi rigoureux des patients.



La pseudoarthrose est une affection très invalidante touchant la couche la plus active de nos populations qui, même à l'aube du XXIème siècle demeure une complication redoutable et un défi thérapeutique pour le chirurgien.

Sa survenue est généralement secondaire à un traitement initial des fractures mal conduit ou insuffisant. Mais elle peut être également due à l'association à d'autres facteurs, notamment liés au terrain du patient, ou encore au caractère complexe de la fracture.

La connaissance des différents types de pseudoarthrose et de leurs mécanismes physiologiques est un élément primordial pour un choix de prise en charge thérapeutique adapté.

En vue d'optimiser les résultats du traitement de cette pathologie qui reste toutefois délicate, les écrits de la littérature que notre étude vient rejoindre insistent sur une bonne planification préopératoire, une exposition adéquate suivie d'une ostéosynthèse rigide. Toute technique chirurgicale adoptée devrait normalement permettre d'obtenir une consolidation satisfaisante sous réserve d'une réalisation rigoureuse. Cependant et au vu de nos résultats, l'ostéosynthèse par plaque associée à une décortication et ou une greffe osseuse suivie d'une mobilisation précoce bien conduite, semble rester la méthode la plus appropriée pour le traitement des pseudoarthroses de la diaphyse humérale.

Si les techniques classiques permettent régulièrement de guérir ou de soulager un patient lourdement invalidé, elles restent souvent impuissantes devant les formes récidivantes, particulièrement difficiles ou rebelles aux traitements conventionnels. C'est là où de nouvelles thérapeutiques semblent nous ouvrir des perspectives encourageantes pour ces patients ; l'avenir nous permettra probablement de proposer aux traumatisés des solutions à la fois moins invasives et offrant une évolution plus rapide.

Au bout du compte, le meilleur traitement des pseudoarthroses de l'humérus reste la prévention, et ce, à travers une prise en charge rigoureuse de la fracture initiale, mais également, une sensibilisation afin de prévenir à la source la survenue des AVP qui semble constituer le premier maillon d'une lourde chaîne.



## Résumé

La prise en charge chirurgicale des pseudarthroses de l'humérus reste un défi pour le chirurgien orthopédique, tant sur le plan de la stratégie opératoire que de la réalisation technique. Notre étude a pour but d'étudier les aspects épidémiologiques, cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutifs de cette affection globalement, mais surtout d'exposer et de comparer les résultats thérapeutiques des différentes méthodes employées.

Notre travail est une étude rétrospective monocentrique concerne 40 cas de traitement chirurgical des pseudarthroses aseptique de la diaphyse humérale, colligés dans le service de Traumatologie-Orthopédie du centre hospitalier universitaire Mohammed VI de MARRAKECH sur une période de 10 ans entre Janvier 2010 et Janvier 2020

Dans notre série, la pseudoarthrose est l'apanage du sujet de sexe masculin (75%), actif, victime d'un accident de la voie publique dans 47,5% et avec un âge moyen de 42ans. La fracture siège au niveau du tiers moyen dans 62,5% des cas. Elle est à trait simple oblique dans 80% des cas.

15 patients ont été traités initialement par plaque vissée, 10 par ECM et 4 par fixateur externe ; un traitement orthopédique par plâtre pendant a été recensé dans 17,5% des cas et un traitement traditionnel par Jbira dans 5% des cas.

L'évolution de ces fractures vers la pseudoarthrose, en raison d'un terrain précaire ou d'un traitement mal conduit s'est généralement fait au bout de 7 à 12 mois.

Les données cliniques et radiologiques ainsi que biologiques, permettent de poser le diagnostic de la pseudoarthrose et le type anatomopathologique qui constitue un élément majeur dans le choix de la procédure thérapeutique. Le type le plus observé au sein de notre étude est la pseudoarthrose atrophique qui représente 47,5% des pseudoarthroses.

Le traitement de cette complication obéit à trois principes : stimulation de l'ostéogénèse, réalisation d'une contention stable.

La contention des pseudarthroses aseptiques a été globalement assurée par l'usage de plaques vissées ou d'enclouage centromédullaire associé à une stimulation par décortication ostéomusculaire et/ou greffe osseuse.

Les résultats globaux, après traitement sont satisfaisants, avec une consolidation définitive de 100%, obtenue dès la première intervention pour 38 cas et après reprise pour 2 autres cas restants.

La complexité du traitement des pseudarthroses rend la prévention un moyen incontournable pour baisser l'incidence de cette complication, surtout par le traitement adapté des fractures fraîches.

## Abstract

Surgical treatment of the pseudoarthrosis of the humerus is a challenge to the orthopedic surgeon. Our study aims to investigate the epidemiological, clinical, radiological, therapeutical and evolutive features of this pathology, but above all, to expose and compare the therapeutic results of the different methods used.

This, monocentric retrospective study concerns 40 cases of humeral non-union, treated in the department of Orthopaedic Surgery and Traumatology of the university hospital of Marrakech, for a period of 10 years from January 2010 to January 2020.

In our study, non-union affects mainly young male (75%), with an average age of 42 years, victim of a road accident in 47,5%. The fracture occurs at the middle third in 62,5% of the cases. It's a simple oblique line in 80% of cases.

15 patients were initially treated with a compression plate, 10 with intramedullary nailing and 4% with an external fixation; orthopedic treatment with a hanging cast was used in 17.5% of cases and traditional treatment with 'Jbira' in 5% of cases.

Because of precarious medical condition or insufficient treatment, fractures progressed to non-union in 7 to 12 months.

The diagnosis is based on the combination of clinical, radiological and also biological. This data can also be used to determine the anatomopathological type which is a major element in the selection of the therapeutic process. The most type in our study is the atrophic non-union, which counts for 47,5%.

The treatment of this complication obeyed three principles: osteogenesis stimulation, the realization of a stable contention.

Surgical contention was provided by compression plates or intramedullary nailing, with decortication and/or supplemental cancellous bone graft.

The overall results after treatment are satisfying, with 100% of definitive consolidation, obtained from the first intervention for 38 cases and after a second one for 2 other cases.

The complexity of nonunion treatment makes prevention an essential way to reduce the incidence of this complication, especially the proper treatment of fresh fractures.



## ملخص

يمثل العلاج الجراحي للفصال المفصلي الكاذب لعظم العضد تحديًا لجراح العظام. هدف دراستنا هو التحقيق حول الخصائص الوبائية، السريرية، الإشعاعية، العلاجية والتطورية للتمفصات الكاذبة للعضد عامة، و كاداك مقارنة نتائج مختلف الطرق العلاجية المستعملة خاصة.

قمنا بدراسة رجعية ل 35 حالة التمفصات الكاذبة للعضد، عولجت في قسم جراحة العظام و الكسور للمستشفى الجامعي لمدة 10 سنوات من يناير 2010 إلى يناير 2020.

في دراستنا كانت التمفصات الكاذبة تلمس بمرضى أغلبهم ذكور بنسبة 75%، نشطين، متوسط عمرهم 42 عام، ضحايا حوادث السير في 47,5%. يقع الكسر على مستوى الثلث لأو صت في 62,5%، ذو خط بسيط مائل في 80% من الحالات. 15 من المرضى عولجو بالصفائح المعدنية أولاً 10 بالتسمير المركزي النخاعي، 4 بالمثبت خارجي؛ ستعمل العلاج بجبص الذراع في 17,5% من الحالات والعلاج التقليدي ب 'جبيرة' في 5% .

تتحول هذه الكسور إلى تمفصات كاذبة بعد 7 إلى 12 أشهر، وذلك عامة بسبب هشاشة الحالة الصحية للمريض أو علاج لن يتم على أحسن وجه . يعتمد تشخيص التمفصات الكاذبة على مجموعة من البيانات سريرية، الإشعاعية والبيولوجية؛ هذه البيانات نفسها تسمح أيضا بتحديد النوع التشريحي الذي يلعب دورا أساسيا في اختيار أكثر الطرق العلاجية ملائمة. النوع الأكثر شيوعاً في دراستنا هو عدم الاتحاد الـضموري، والذي يمثل 47,5% من جميع التمفصات الكاذبة الطاهرة.

يخضع علاج هذه المضاعفة إلى ثلاثة مبادئ: تحفيز تشكل العظم، تثبيت قار. تم تثبيت في غالب الأحوال باستعمال الصفائح المعدنية أو التسمير المركزي النخاعي بالإضافة إلى تحفيز عن طريق تقشير و زرع العظام

النتائج الإجمالية، بعد العلاج، مرضية، مع تجبر نهائي بنسبة 100٪، تم الحصول عليها من التدخل الأول بنسبة ل 38 حالة وبعد تدخل ثاني لحالتين أخريين. إن صعوبة علاج عدم التمثيل الجسم الكاذب لعظم العضد جعل من الوقاية الوسيلة المثلى للتخفيف من هذه المضاعفة، خاصة عن طرق العلاج الصحيح للكسور الأولى.



## Annexe 1

### Fiche d'exploitation

Pseudarthrose aseptique de l'humérus

▪ **Identité :**

- N° de dossier
- Nom et Prénom :
- Age :
- Sexe :
  - ✓ Homme
  - ✓ Femme
- Profession :
  - ✓ sédentaire
  - ✓ actif
  - ✓ travailleur de force
- La latéralité :

▪ **Antécédents :**

- Médicaux :
  - ✓ Oui
  - ✓ Non
- Si oui .....
- Chirurgicaux :

✓ Oui

✓ Non

• Si oui : traumato  non traumato

• Si traumato : date : .....

• Type : .....

• Membre concerné : .....

• Orthopédiques :

✓ Oui

✓ Non

• Si oui : date : .....

• Type : .....

• Membre concerné : .....

• Autres :

▪ **Motif de consultation:**

▪ **Circonstance du traumatisme :**

❖ Date et heure de l'accident :

❖ Circonstance de l'accident :

✓ AVP

✓ Accident de sport

✓ Accident de travail

✓ Accident domestique

• Autres : .....

❖ Mécanisme du traumatisme :

- ✓ Direct
- ✓ indirect
- ✓ imprécis

❖ Traitement initial :

- ✓ Traitement traditionnel
- ✓ Traitement orthopédique
- ✓ Traitement chirurgical

- Si chirurgical par : .....

❖ Durée d'évolution : .....

- ✓ retard de consolidation
- ✓ pseudoarthrose :

▪ Clinique :

❖ Impotence fonctionnelle :

- ✓ totale
- ✓ Partielle

❖ Douleur :

- ✓ Oui
- ✓ Non

❖ Mobilité conservé :

- ✓ Oui

✓ Non

❖ déformation :

✓ Oui

✓ Non

❖ raccourcissement :

✓ Oui

✓ Non

❖ lésions vasculo-nerveux associes :

✓ Oui

✓ Non

❖ Fracture initiale :

✓ Foyer ouvert

✓ Foyer fermé

Si ouvert : type de l'ouverture selon Cauchoix et duprc

I :  II :  III :

■ Examen para clinique :

❖ Radio standard :

• Type de la lésion : la classification de l'AO

• Fracture simple :

✓ Transversale A3

✓ Oblique A2

- ✓ spiroidal A1
- Fracture complexe :
  - ✓ Fracture comminutive C3
  - ✓ Fracture à 3 fragments B3
  - ✓ -Fracture à coin de flexion B2
  - ✓ Fracture à coin de torsion B1
- Siege de la fracture :
  - ✓ 1/3 sup
  - ✓ 1/3 moyen
  - ✓ 1/3 inferieur
- Déplacement :
  - ✓ Translation
  - ✓ Chevauchement
  - ✓ Angulation
  - ✓ Rotation
- **Diagnostic :**
  - Pseudarthrose atrophique :
  - Pseudarthrose hypertrophique :
  - Pseudarthrose intermédiaire :
- **Traitement :**
  - ❖ Le délai entre l'hospitalisation et l'intervention :
  - ❖ Traitement chirurgical :



- ❖ Voie d'abord :
- ❖ Type de matériel :
  - ✓ Plaque vissée :
  - ✓ Plaque vissée + greffe osseuse :
  - ✓ Décortication osteo-articulaire + plaque vissée :

❖ Site de greffe :

❖ Suivi post opératoire :

- ✓ Immobilisation :
- ✓ Ablation du drain à j :
- ✓ Ablation des fils :
- ✓ Rééducation :
- ✓ Contrôle Rx post opératoire :

➤ Traitement médical :

❖ Antibiotiques :

- ✓ oui
- ✓ non

si oui : Lequel .....

❖ Antalgiques :

- ✓ Oui
- ✓ Non

si oui : Lequel : .....

❖ Anticoagulant :

✓ Oui

✓ Non

si oui : Lequel : .....

■ Résultats :

– Résultats fonctionnels

➤ *Score de Stewart et Hundley* (annexe 1):

✓ Excellent

✓ Bon

✓ Moyen ou passable

✓ Mauvais

– Résultats anatomiques :

Qualité de réduction :

Consolidation :

✓ oui

✓ non

✓ délai :

■ Evolution :

– Simple :

– Compliquée :










■ Complication post opératoire précoce :

– Décès :

- Saignement post op :
- Complication thromboembolique :
- Infection :
- Complication secondaire :
- Hématome :
- Paralyse radiale :
- Algoneurodystrophie :
- Sepsis sur plaque :
- Atrophie du bras et du deltoïde :
- **Résultats du traitement :**
  - Favorables :
    - ✓ Consolidation
    - ✓ reprise du travail
  - Sequellaires :
    - ✓ Bras irréparable
    - ✓ Echec thérapeutique

## Annexe 2 :

### Classification AO de la fracture de la diaphyse humérale.

| Bone 1, Fracture Location 2   |   |   |
|---|---|---|
| 12-A1   | 12-A2   | 12-A3   |
|   |   |   |
| <b>12-A simple fracture</b>   |   |   |
| 12-A1 spiral  |   |   |
| 12-A2 oblique ( $\geq 30^\circ$ )   |   |   |
| 12-A3 transverse ( $< 30^\circ$ )   |   |   |
| 12-B1   | 12-B2   | 12-B3   |
|  |  |  |
| <b>12-B wedge fracture</b>  |   |   |
| 12-B1 spiral wedge  |   |   |
| 12-B2 bending wedge   |   |   |
| 12-B3 fragmented wedge  |   |   |
| 12-C1   | 12-C2   | 12-C3   |
|  |  |  |
| <b>12-C complex fracture</b>  |   |   |
| 12-C1 spiral  |   |   |
| 12-C2 segmental   |   |   |
| 12-C3 irregular   |   |   |

## Annexes 3 :

### Score de Stewart et Hundley.

**\*Analyse des résultats par le score Stewart and Hundley**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Très bon résultat</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Absence de douleur.</li><li>❖ Mobilité normale de l'épaule et du coude.</li><li>❖ Bon alignement radiologique.</li></ul>                             |
| <b>Bon résultat</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Pas de douleur ou douleur climatique.</li><li>❖ Raideur de l'épaule et du coude &lt; 20°.</li><li>❖ Angulation &lt; 10°.</li></ul>                   |
| <b>Passable</b>          | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Douleur à l'effort.</li><li>❖ Raideur de l'épaule et du coude entre 20° et 40°.</li><li>❖ Angulation &gt; 10°.</li></ul>                             |
| <b>Mauvais</b>           | <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Douleur permanente.</li><li>❖ Pseudarthrose ou paralysie radiale iatrogène.</li><li>❖ Raideur importante de l'épaule et du coude &gt; 40°.</li></ul> |



*BIBLIOGRAPHIE*



1. **A. Cambon-Binder. J. Gaillard**  
Traitement chirurgical des fractures de la diaphyse humérale de l'adulte  
*EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie. 2022 Aout.*
2. **Brilhault J, Favard L.**  
Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques.  
*EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie. 2006 Jan*
3. **Ding L, He Z, Xiao H, Chai L, Xue F.**  
Factors affecting the incidence of aseptic nonunion after surgical fixation of humeral diaphyseal fracture.  
*J Orthop Sci. 2014 Nov*
4. **Peters RM, Claessen FMAP, Doornberg JN, Kolovich GP, Diercks RL, van den Bekerom MPJ.**  
Union rate after operative treatment of humeral shaft nonunion--A systematic review .  
*2015 Dec*
5. **Nicholson J, Makaram N, Simpson A, Keating J.**  
Fracture nonunion in long bones:  
*A literature review of risk factors and surgical management. Injury. 2020 Nov*
6. **Hak DJ, Fitzpatrick D, Bishop JA, Marsh JL, Tilp S, Schnettler R, et al.**  
Delayed union and nonunions:  
*Epidemiology, clinical issues, and financial aspects. Injury. 2014 Jun.*
7. **Continuous External Compression For The Treatment Of Humeral pseudarthrosis: a single center experience** Sami Sallemi, Nizar Sahnoun, Mahdi Maatoug1, Moez Trigui,, Ameer Abid, Department of Orthopedic Surgery and Traumatology, Habib Bourguiba University Sfax, Tunisia  
*Pan african medical journal 08 Apr 2020*
8. **Nicholson J, Makaram N, Simpson A, Keating J.**  
Fracture nonunion in long bones:  
*A literature review of risk factors and surgical management. Injury. 2020*

9. **Mills LA, Simpson AHRW.**  
The relative incidence of fracture non-union in the Scottish population (5.17 million):  
*a 5-year epidemiological study. BMJ Open. 2013*
10. **Cadet Er, Yin B, Schulz B, Ahmad Cs, Rosenwasser Mp.**  
Proximal humerus and humeral shaft nonunions.  
*J Am Acad Orthop Surg. 2013 Sep*
11. **Kontakis Gm, Tosounidis T, Pagkalos J.**  
Humeral diaphyseal aseptic non-unions:  
*an Algorithm of management. Injury. 2007 May*
12. **Koh J, Tornetta P, Walker B, Jones C, Sharmaa T, Sems S, Et Al.**  
What is the Real Rate of Radial Nerve Injury After Humeral Nonunion Surgery  
*Journal of Orthopaedic Trauma 2021 Feb 15*
13. **Anatomie Et Physiologie Humaines**  
*Marieb 2019.Pdf N.D.*
14. **Gauthier J.**  
*L'Incontournable De L'anatomie N.D.*
15. **Polycope Anatomie**  
*Faculté Lille 2017.Pdf N.D.*
16. **Moses KP, Editor.**  
Atlas of clinical gross anatomy.  
*2nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders; 2013.*
17. **Drake RL.**  
Gray's anatomy for students.  
*4th edition. Philadelphia, MO: Elsevier; 2019.*
18. **Netter FH.**  
Atlas of human anatomy.  
*Seventh edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2019.*



19. **Rigoard P.**  
Atlas d'anatomie des membres:  
*nerfs périphériques. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2016.*
20. **Cauwenberge Hv, Hauzeur Jp, Gillet P.**  
actualités dans le traitement des pseudarthroses aseptiques.  
*Rev Med Liège n.d.:8.*
21. **Obert L, Couesmes A, Lepage D, Pau J, Garbuio P, Tropet Y.**  
Consolidation osseuse et pseudoarthrose des os longs :  
*l'apport des BMP 2007:7.*
22. **Obert L, Couesmes A, Pauchot J, Garbuio P, Tropet Y.**  
Facteurs de la consolidation osseuse. Réparations Tissul. À Jambe,  
*Paris: Springer Paris; 2012, p. 101-17. [https://doi.org/10.1007/978-2-287-99066-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-2-287-99066-3_11).*
23. **Brison J.**  
Vascularisation du membre supérieur ;  
*feuilleton d'anatomie fascicule VI. Maloine SA ( Paris ) 1953- 1967.*
24. **Brison J., Castaing J.**  
Ostéologie du membre supérieur,  
*feuilleton d'anatomie fascicule I. Librairie Maloine SA 1996 Paris.*
25. **Chammani. B.**  
Les pseudoarthroses aseptiques de la jambe. A propos de 78 cas.  
*Thèse de médecine Rabat 1997.*
26. **Giannoudis P.V Donald Mc. Da**  
Non union of the femoral diaphysis the influence of reaming and non steroidal anti-  
*inflammatory drugs.*
27. **Herginou Ph, Beaujean F.**  
Moelle osseuse des patients présentant une pseudoarthrose  
*Rev. Chir. Ortho ; 1997, 83, 33- 40*

28. **Levai J. P, Boisgards.**  
Fracture de la diaphyse fémorale de l'adulte.  
*Edition technique E. M. C (Paris- France) Appareil locomoteur, 14- 078- A- 10, 1994, 12p*
29. **Levy J. B.**  
Anatomie ostéologie et arthrologie du membre supérieur Tome 1 Montreuil.  
*Edition Bréal 1978, 111, p 22, 5 N° 3509.*
30. **L. Gavrilov, V. Tatarinov**  
Anatomie.  
*Edition Mir, 2, Pervi. Moscou 1- 100-GSP, U.R.S.S*
31. **M.E. Müller M. Allgöwer R. Schneider H. W**  
Manuel d'ostéosynthèse- Technique A.O  
*Deuxième édition Springer- Verlay. Berlin-Heidelberg. New York 1980 ;*
32. **Oscher P. E**  
Ostéosynthèse et ostéogenèse.  
*Conférence d'enseignement de la SOFCOT 1999.*
33. **Pierre Kamina**  
Précis d'anatomie clinique- Tome 2  
*Edition Maloine, France. 2005*
34. **Rouviere H.**  
Anatomie humaine descriptive et topographique, Membres supérieurs et inférieurs  
*Tome 3 1951- 1124 p, 741 Fig.*
35. **Sedel L, Vareilles J- P.**  
Consolidation des fractures  
*Edition techniques E. M. C (Paris- France ) Appareil locomoteur, 14031 A20, 1992, 11p*
36. **Youmachev**  
Traumatologie et orthopedie  
*Edition Mir, Moscou 3ème édition 1981, p94- 107.*

37. **Giuseppe Basile<sup>1</sup>, Franco Maria Avato<sup>2</sup>, Alberto Passeri<sup>3</sup>, Riccardo Accetta**  
Atrophic pseudarthrosis of humeral diaphyseal fractures :  
medico-legal implications and methodological analysis of the evaluation.  
*Acta Biomed* 2022; Vol. 93, N. 3: e2022176  
DOI: 10.23750/abm.v93i3.12733
38. **Rosen H.**  
The treatment of nonunions and pseudarthroses of the humeral shaft.  
*Orthop Clin North Am* octobre. Oct 2021(4):725-42. PMID : 2216404.
39. **Julien Gaillard, Alain-Charles Masquelet, Pierre Boutroux, Adeline Cambon-Binder.**  
Traitement chirurgical des pseudoarthroses rebelles de l'humérus avec ou sans perte de  
substance par la technique de la membrane induite.  
*Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Elsevier Masson, 2020, 106 (5),*  
*pp.459-468.*
40. **G. Rollo Et Al**  
Grafting and fixation after aseptic non-union of the humeral shaft : A case series  
Volume 11, Supplement 1, February 2020, Pages S51-S55  
*doi.org/10.1016/j.jcot.2019.08.020*
41. **Giuseppetoro ; Federicalepore**  
Humeral shaft non-union in the elderly: Results with cortical graft plus stem cells  
Volume 50, Supplement 2, July 2019, Pages S75-S79  
*doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.050*
42. **Rd Gogoua\*, M. Traoré, A. Yépié, M. Kouamé, M. Anoumou**  
Aseptic Pseudoarthrosis of the Humeral Diaphysis.  
*Epidemiological Features—Therapeutic Assessment : January 2017 Open Journal of*  
*Orthopedics 07(06) :147-155*
43. **Harkin Fe, Large Rj.**  
Humeral shaft fractures : union outcomes in a large cohort.  
*J Shoulder Elbow Surg.* 2017 Nov ;26(11) :1881-1888.  
*doi: 10.1016/j.jse.2017.07.001. PMID : 29054684.*

44. **Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R.**  
Humeral shaft fractures : results of operative and non-operative treatment.  
*IntOrthop.* 2017 Feb ;41(2) :385-395.  
*doi: 10.1007/s00264-016-3210-7.*
45. **Sudhir Babhulkar ; Aditya Vasudev**  
Recalcitrant aseptic atrophic non-union of the shaft of the humerus after failure of surgical treatment : management by excision of non-union, bone grafting and stabilization by LCP in different modes.  
*Volume 48, Supplement 2, August 2017, Pages S33-S43.*  
*doi.org/10.1016/S0020-1383(17)30492-8.*
46. **J. Brillhault, L. Favard**  
Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques  
Chirurgie orthopédique et traumatologique 1,  
*CHRU de Tours, hôpital Trousseau, 37044 Tours cedex 1, France. EMC*
47. **Dr. Yosvani Sánchez Pérez, I Dr. Ramón Padilla De La Cruz, I Dra. Graciela De La Caridad Rodríguez De La Rosa, I Lic. Yamisel Cabrera Reyesii**  
Pseudoarthrosis of the humeral shaft treated by intramedullary impaction  
*Aprobado: 16 de marzo de 2015.*
48. **Rinne M.Peters ; Femke M.A.P.Claessen**  
Union rate after operative treatment of humeral shaft nonunion – A systematic review.  
Volume 46, Issue 12, December 2015, Pages 2314-2324.  
*doi.org/10.1016/j.injury.2015.09.041.*
49. **Kumar Mn, Ravindranath Vp, Ravishankar M.**  
Outcome of locking compression plates in humeral shaft nonunions.  
*Indian J Orthop.* 2013 Mar ;47(2) :150-5. *doi: 10.4103/0019-5413.108899.*  
*PMID : 23682176 ; PMCID : PMC3654464.*
50. **Fattah Al, Halawa Ee, Shafy Th.**  
Non-union of the humeral  
*shaft: a report of 25 cases. Injury* 1982;14:255-62.

51. **R. Bernard De Domsure A, \*, R. Peter B, P.**  
Hoffmeyerb Non-consolidation aseptique de la diaphyse humérale.,  
hôpital Saint-Roch, CHU de Nice, 5, rue Pierre-Dévoluy, BP 1319, 06006 Nice cedex 1,,  
*hôpital cantonal universitaire de Genève*
52. **Dembélé B\*, Coulibaly NF, Sarr L, Gueye AB, Diouf AB, Sané AD And Diémé CB**  
Aseptic Humeral Shaft Non-union Predisposing Factor and Evaluation Treatment  
*Service d'Orthopédie Traumatologie CHU Le DANTEC, Dakar Sénégal.2017.*
53. **Boubacar Soumare1\*, Marzouki Amine, Abdoul Salam Diarra, Abdourazak Said And Fawzi Boutayeb.**  
The Pseudarthrosis Oh Fe Humerus: Surgical Treatment, Functional Results and Perspectives.  
*Service de Traumatologie et d'Orthopédie Adu CHU Hassan II, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah de Fès, Morocco*
54. **O. Dahmani \*, A. Bouziane, M. Shimi, A. Elibrahimi, A.**  
Elmrini Pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale traitée par plaque vissée et autogreffe osseuse (à propos de 20 cas)  
*Service de chirurgie ostéo-articulaire (B4), CHU Hassan II, 30000 Fès, Maroc. 2013.*
55. **Rajesh Govindasamy1\*,**  
Ramkumar Gnanasundaram2, Saravanan Kasirajan1, Fawas Thonikadavath1, Jeff W.  
*Rajadurai Locking compression plate in humeral shaft nonunion: a retrospective study of 18 cases.2016.*
56. **Mckee MD, Dipasquale DJ, Wild LM, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch.**  
The effect of smoking on clinical outcome and complication rates following Ilizarov reconstruction.  
*J Orthop Trauma 2003; 17: 663-667.*
57. **Malik A, Steinberg E.L, Keynan O, Sternheim A, Drexler M, Luger E.**  
Treatment of diaphyseal nonunion using an expandable nailing system.  
*Injury Int J Car Injured 2009;40:309-14.*

58. **Mark Murnaghan, Gang Li And David R. Marsh.**  
Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug-Induced Fracture Nonunion: An Inhibition of Angiogenesis  
*J Bone Joint Surg Am. 2006; 88: 140-147.*
59. **Segonds Jm, Alnot Jy.**  
*Pseudarthroses et retards de consolidation aseptiques de la diaphyse humérale .*
60. **Arslan H, Subaý M, Kesemenli C.**  
Occurrence and treatment of nonunion in long bone fractures in children.  
*Arch Orthop Trauma Surg 2002; 122: 494-8.*
61. **Gerardy, Ameil M, Pierson A, Charfi F.**  
Pseudarthroses de la diaphyse humérale.  
*Chirurgie 1991;117:263-9.*
62. **Lammens J, Bauduin G, Driesen R, Moens P, Stuyck J, De Smet L, Et Al.**  
Treatment of nonunion of the humerus using the Ilizarov external fixator.  
*Clin Orthop 1998;353:223-30.*
63. **Jawa A, Mccarty P, Doornberg J, Harris M, Ring D.**  
Extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. A comparison of functional bracing and plate fixation.  
*J Bone Joint Surg Am 2006;88:2343-7*
64. **Walker M, Palumbo B, Badman B, Et Al.**  
Humeral shaft fractures : A review.  
*J Shoulder Elbow Surg 2011;20:833-44*
65. **Heineman Dj, Poolman Rw, Nork Se, Ponsen Kj, Bhandari M.**  
Plate fixation or intramedullary fixation of humeral shaft fractures.  
*Acta Orthop 2010;81:216-23.*
66. **Ziran Bh, Kinney Rc, Smith Wr, Peacher G.**  
Sub-muscular plating of the humerus : An emerging technique.  
*Injury 2010;41:1047-52.*

67. **Catagny MA, Lovisetti L, Guerreschi F, Et Al.**  
The external fixation in the treatment of humeral diaphyseal fractures. Outcomes of 84 cases. *Injury* 2010; 41:1107-11.
68. **Dujardin Fh, Mazirt N, Tobenas Ac, Duparc F, Thomine Jm.**  
Échec de l'enclouage centromédullaire verrouillé des pseudoarthroses de la diaphyse humérale.  
*Rev Chir Orthop* 2000; 86:773-80.
69. **Obert L, Couesmes A, Pauchot J, Garbuio P, Tropet Y.**  
Facteurs de la consolidation osseuse.  
*Springer Paris; 2012 p. 101-17*
70. **Sakina Derbal Et Al.2013**  
*Les PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE LA DIAPHYSE HUMERALE (A propos de 22 cas).*
71. **M. S. Khan, H. Rashid, M. Umer, I. Qadir, K. Hafeez, Et A.**  
Iqbal, Salvage of infected non-union with an Ilizarov ring fixator  
*J. Orthop. Surg* 2015, vol. 23, no 1, p. 52-55
72. **P. Megas, A. Saridis, A. Kouzelis, A. Kallivokas, S. Mylonas, Et M.**  
Tyllianakis, The treatment of infected nonunion following intramedullary nailing by the Ilizarov method  
*Injury.2010; vol. 41, no 3, p. 294-299*
73. **B. Demir, S. Gursu, R. Oke, N. M. Konya, K. Ozturk, Et V.**  
Sahin, Shortening and secondary relengthening for chronically infected tibial pseudoarthroses with poor soft tissues  
*J. Orthop. Sci., 2009; vol. 14, no 5, p. 525-534*
74. **Catagny MA, Lovisetti L, Guerreschi F, Et Al.**  
The external fixation in the treatment of humeral diaphyseal fractures.  
*Outcomes of 84 cases. Injury* 2010;41:1107-11

75. **Ring D, Gulotta L, Chin K, Jupiter Jb.**  
Osteotomy for exposure of fractures and nonunions of the humerus.  
*J Orthop Trauma 2004;18(7):446-9.*
76. **R.Tubiana .C.J.Mccullough.A.C.**  
*MASQUELET Voie d abord chirurgicales du membre supérieur*
77. **Manuel Des Voies D'abord En Chirurgie Orthopédique Et Traumatologique 2ème Edition, 2014,**  
*Elsevier Masson*
78. **C. Laporte, M. Thiong'o, G.**  
Chirurgie de la diaphyse humérale : voies d'abord, techniques opératoires -  
Encyclopédie médico-chirurgicale- techniques chirurgicales, orthopédie, traumatologie  
*Kassab, A. Atallah*
79. **Bousquet G., Colas., Chambat P., Basconlergne B. :**  
La voie postéro-interne dans les fractures du tiers inférieur-tiers moyen de l'humérus.  
*Rev.Chir.Orthop, 1977, 63 suppl. II*
80. **J.-L. Charissoux, P.-S. Marcheix, C. Mabit**  
Fractures de l'extrémité distale de l'humérus :  
*techniques chirurgicales Encyclopédie médico-chirurgicale- techniques chirurgicales, orthopédie, traumatologie*
81. **Wilhelm Schulthess, August Luning,**  
Paul Villemin Atlas-manuel de chirurgie orthopédique, 2013
82. **L. El Ayoubi [1], A. Karmouta [1], X. Roussignol [1], I. Auquit-Auckbur [1], P.-Y. Milliez [1], F. Duparc ;**  
Département de Chirurgie Orthopédique Traumatologique et Plastique, CHU de Rouen, 1,  
*rue Germont, 76000 Rouen.*



- 83. Miller D.L.**  
A review of locking compression plate biomechanics and their advantages as internal fixators in fracture healing.  
*Clinical Biomechanics* 22, 2007, 1049-1062;
- 84. Gautier E.**  
Limited Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP) biomechanical research as basis to new plate design
- 85. Holinirina Veromboahangy Randriambololon**  
Bilan des trois années d'utilisation des fixateurs externes a l'hopital joseph ravoahangy andrianavalona,  
*Mémoire de Diplôme d'Etudes de Formations Spécialisées en Chirurgie Générale N° 190, Année 2010*
- 86. Judet R.**  
Décortication ostéo-périostée.  
*Actualité de Chirurgie Orthopédique de l'Hôpital Raymond Poincaré, Tome IV. Masson, Paris, 1965*
- 87. J. Brillhault, L. Favard.**  
Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques Surgical treatment for the non-union of long bone fractures.  
*EMC-Rhumatologie Orthopédie 2005; 2 : 217-247.*
- 88. Legré R, Samson P, Tomei F, Et Al.—**  
Traitement des pertes de substance du squelette osseux en traumatologie par transfert osseux libre vascularisé de crête iliaque. A propos de 13 cas.  
*Rev Chir Orthop, 1998, 84, 264- 271.*
- 89. Gangji V, Toungouz M, Hauzeur Jp.—**  
Stem cell therapy for osteonecrosis of the femoral head.  
*Expert Opin Biol Ther, 2005, 5, 437-42.*

90. **Assor M.**  
Platelet Rich Plasma, Plasma Riche en Plaquettes, ou PRP.  
*Institut du Genou et Pathologies Articulaires Arthrospport. En ligne (cité le :18/04/19)*  
*Disponible : <http://www.cellulesouches.org/plus-dinfos-1-prp.html>*
91. **Osman W, Maitigue MB, Maitigue MB, Mtaoumi M, Hamida RB, Boughammoura H, Et Al.**  
Fracture bipédiculaire de C 2. propos de 20cas et revue de la littérature.  
*Rev Chir Orthopédique Traumatol. nov 2013;99(7):S274-5.*
92. **Hakimi M, Jungbluth P, Thelen S, Betsch M, Linhart W, Floh S, Et Al.**  
Platelet-rich-Plasma in Kombination mit autologer Spongiosa:  
*Eine Alternative beitherapiere fraktären Pseudarthrosen Der Unfallchirurg. Nov 2011;114(11):998-1006.*
93. **Hertel L, Gerber A, Schlegel U, Cordey J, Rügsegger P, Rahn Ba.**  
Cancellous bone graft for skeletal reconstruction muscular versus periosteal bed.  
*Preliminary results. Injury 1994;25*
94. **“Treatment Of Posttraumatic Diaphyseal Bone Defects” 8**  
*5th Annual SoFCOT Meeting, Paris, November 2010.*
95. **Karger, C., Kishi, T., Schneider, L., Fitoussi, F., & Masquelet, A.-C. (2012).**  
Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique.  
*Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 98(1), 97-102. doi:10.1016/j.otsr.2011.11.001*
96. **Ac Masquelet**  
The reconstruction of wide diaphysed bone defect by foreign body induced membrane and bone graft *Hôpital Avicenne, AP-HP, Paris XIII*
97. **Stafford Pl, Norris Bl.**  
Reamer-irrigator-aspirator bone graft and biMasquelet technique for segmental bone defect nonunions:  
*a reviewof 25 cases. Injury. 2010;41:S2,S72-S77*

98. **Masquelet Ac, Benko Pe, Mathevon H, Hannouche D, Obert L.**  
Harvest of corticocancellous femoral bone graft using the reamer–irrigator–aspirator (RIA).  
*Orthopaedics&Traumatology: Surgery & Resaearch. 2012; doi: 10.1016/j.otsr.2012.01.003.*
99. **Masquelet Ac, Bégué T:**  
The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects.  
*Orthop Clin N Am. 2010 ;41:27–37.*
100. **Alain C Masquelet**  
La technique de la membrane induite dans les reconstructions osseuses segmentaires  
Hôpital Saint Antoine, AP–HP, Université Paris VI Tirés à part :  
*Professeur Alain C. MASQUELET Article reçu le 18 septembre 2016, accepté le 7 novembre 2016*
101. **Lebbar .Z**  
Le traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse humérale au service de  
*traumatologie orthopédie B4 au CHU HASSAN II de FES*
102. **Müller ME, Thomas RJ.**  
Treatment of non–union in fractures of long bones.  
*Clin Orthop Relat Res 1979;138:141–53.*
103. **Martinez A A, Herrera A, Perez José M, Cuença Jorge, Martinez J.**  
Treatment of humeral shaft non union by fixation :  
*valuable option. Journ orthop sc. 2001; 6 : 238–241.*
104. **Healy WI, White Gm, Mick Ca, Brooker Af, Weiland Aj.**  
Nonunion of the humeral shaft.  
*Clin Orthop Relat Res 1987;219:206–13.*
105. **Rosen H.**  
The treatment of nonunions and pseudarthroses of the humeralshaft.  
*Orthop Clin North Am 1990;21:725–42.*

106. **Hierholzer C, Sama D, Toro Jb, Peterson M, Helfet DI.**  
Plate fixation of ununited humeral shaft fractures: effect of type of bone graft on healing.  
*J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1442-7.
107. **Mast Jw, Spiegel Pg, Harvey Jp, Harrison C.**  
Fractures of the humeral shaft: a retrospective study of 240 adult fractures.  
*Clin Orthop Relat Res* 1975;112:254-62.
108. **Kanakaris Nk, Xypnitos Fn, Giannoudis Pv.**  
Nonunions of the humeral shaft: open reduction plate fixation and autologous bone graft augmentation.  
*In: Giannoudis PV, editor. Practical procedures in elective orthopedic surgery. London: Springer London; 2012. p. 63-9.*
109. **Pietu G, Letenneur J, Bourgade M.**  
Le clou huméral de Seidel dans les indications limites : fractures pathologiques, retards de consolidation, pseudoarthroses et reconstructions.  
*Acta Orthop Belg* 1994;60: 187-93
110. **Pietu G, Letenneur J, Bourgade M.**  
The Seidel humeral nail in limited indications: pathological fractures, delayed union, pseudoarthrosis and reconstruction.  
*Acta Orthop Belg.* 1994;60(2): 187- 93.
111. **Riemer BI, Butterfield SI, D'ambrosia R, Kellam J:**  
Seidel intramedullary nailing of humeral diaphyseal fractures:  
*a preliminary report: Orthop, 1991, 14,239*
112. **Pietu G, Raynaud G, Letenneur J.**  
Treatment of delayed and non-unions of the humeral shaft using the Seidel locking nail: a preliminary report of five cases.  
*J Orthop Trauma* 1994;8:240-4
113. **Jensen C.H., Hansen D., Jorgensen U.**  
Humeral shaft fractures treated by interlocking nailing : a preliminary report on 16 patients.  
*Injury, 1992,23,234-236.*

114. **White Gm, Mick Ca, Brooker Af Jr, Weiland Aj.**  
Nonunion of the humeral shaft.  
*Clin Orthop* 1987; 219:206-13.
115. **Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, Mcqueen MM.**  
Locked nailing of humeral shaft fractures.  
*J Bone Joint Surg Br* 1992;74:558-62.
116. **Chantelot C, Ferry S, Lahoude-Chantelot S, Prodhomme G, Guinand C, Fontaine R.**  
Étude rétrospective des résultats du traitement chirurgical de 21 pseudoarthroses de l'humérus.  
*Chir Main* 2005;24:84-91.
117. **Amadou BA**  
Prise en charge des pseudoarthroses humérales au service de chirurgie orthopédique et traumatologique de l'orthopédie et traumatologique du centre hospitalier universitaire Gabriel Touré de Bamako  
*Thèse Doctorat Medecine, Mali 2010.*
118. **Sami Sallemi<sup>1</sup>, Nizar Sahnoun<sup>1</sup>**  
Continuous external compression for the treatment of humeral pseudoarthrosis: a single center experience  
Department of Orthopedic Surgery and Traumatology, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia, 2Department of Anesthesia, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia  
*Pan African Medical Journal.* 2020 ;35 :105. Doi :10.11604/pamj.2020.35.105.21533
119. **Laurent Obert \*, Sébastien El Rifai**  
Pseudoarthroses de l'humérus résistantes ou à risque traitées par RhBMP7 - évaluation monocentrique avec un recul minimum de 2 ans  
*Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Volume 101, Issue 7, Supplement, November 2015, Page S152*  
[doi.org/10.1016/j.rcot.2015.09.036](https://doi.org/10.1016/j.rcot.2015.09.036)

120. **Z. Raissouni, H. Kasmaoui, S. Bouabid, B. Chagar, A. Jaafar, N. Bouselmam, Kh. Lazrak**  
Place de l'osteosynthese par plaque vissee dans le traitement de la pseudarthrose aseptique de la diaphyse humerale «15 cas »  
*Service de Traumatologie-Orthopédie de l'Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V, Rabat, Maroc*  
*Rev Maroc Chir Orthop Traumato 2007 ; 30 : 27-31*
121. **C. Chantelot A,B,\* , S. Ferry**  
Étude rétrospective des résultats du traitement chirurgical de 21 pseudarthroses de l'humérus  
*Chirurgie de la main 24 (2005) 84-91*



# قسم الطب

## أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

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

للسالِح والطالِح، والصديق والعدو.

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

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنِي، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

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

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد





# العلاج الجراحي للتمفصات الكاذبة الطاهرة لعظم العضد

## الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2023/02/08

من طرف

**السيد سعيد مستعد**

المزداد في 18 أكتوبر 1994 بايت ميلك

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

## الكلمات الأساسية :

تمفصات كاذبة - عظم العضد - طاهرة - صفائح معدنية - زرع العظام

## اللجنة

الرئيس

**ر. شفيق**

**السيد**

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

المشرف

**م. مظهر**

**السيد**

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

الحكم

**س. علج**

**السيدة**

أستاذة في الفحص بالأشعة