

UNIVERSITE MOHAMMED V - RABAT

FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT-

ANNEE: 2017

THESE N°: 86

LES BRULURES ELECTRIQUES CHEZ L'ENFANT
AU SERVICE DE CHIRURGIE PLASTIQUE PEDIATRIQUE
DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE IBN SINA-RABAT
(A PROPOS DE 29 CAS)

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :

PAR

Mlle. Ahlam AJEROUASSI

Née le 17 Août 1991

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : Brûlure électrique – Enfant – Séquelles.

JURY

Mr. T. EL MADHI

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Mr. N. FEJJAL

Professeur de Chirurgie Plastique Réparatrice
et Esthétique

Mr. S. Z. EL ALAMI EL FELLOUS

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Mr. H. ZERHOUNI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

Mr. M. RAMI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

PRESIDENT

RAPPORTEUR

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما
علمتنا إنك أنت
العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

صَلَّى
الْعَظِيمِ





UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI



ADMINISTRATION :

Doyen : Professeur Mohamed ADNAOUI
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Mohammed AHALLAT
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Taoufiq DAKKA
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Jamal TAOUFIK
Secrétaire Général : Mr. Mohamed KARRA

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS
ET
PHARMACIENS**

PROFESSEURS :

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne – **Clinique Royale**
Anesthésie -Réanimation
pathologie Chirurgicale

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENSAID Younes

Pathologie Chirurgicale

Janvier, Février et Décembre 1987

Pr. CHAHED OUZZANI Houria
Pr. LACHKAR Hassan
Pr. YAHYAOUY Mohamed

Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib
Pr. DAFIRI Rachida

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. CHAD Bouziane
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid
Pr. HACHIM Mohammed*
Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. MANSOURI Fatima
Pr. TAZI Saoud Anas

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia
Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZZAD Rachid
Pr. CHABRAOUI Layachi
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Mars 1994

Pr. BENJAFFAR Noureddine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid

Pr. EL AMRANI Sabah

Médecine Interne – **Doyen de la FMPR**
Pathologie Chirurgicale
Neurologie

Pathologie Chirurgicale
Médecine-Interne
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation – **Doyen de la FMPO**
Néphrologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie – **Dir. du Centre National PV**
Chimie thérapeutique **V.D à la pharmacie+Dir du CEDOC**

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Médecine Interne
Anatomie
Chirurgie Générale
Microbiologie



Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques **Doyen de la FMPA**
Gynécologie Obstétrique

Pr. EL BARDOUNI Ahmed
 Pr. EL HASSANI My Rachid
 Pr. ERROUGANI Abdelkader
 Pr. ESSAKALI Malika
 Pr. ETTAYEBI Fouad
 Pr. HADRI Larbi*
 Pr. HASSAM Badredine
 Pr. IFRINE Lahssan
 Pr. JELTHI Ahmed
 Pr. MAHFOUD Mustapha
 Pr. RHRAB Brahim
 Pr. SENOUCI Karima

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
 Pr. ABDELHAK M'barek
 Pr. BELAIDI Halima
 Pr. BENTAHILA Abdelali
 Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
 Pr. BERRADA Mohamed Saleh
 Pr. CHAMI Ilham
 Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
 Pr. JALIL Abdelouahed
 Pr. LAKHDAR Amina
 Pr. MOUANE Nezha

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
 Pr. AMRAOUI Mohamed
 Pr. BAIDADA Abdelaziz
 Pr. BARGACH Samir
 Pr. CHAARI Jilali*
 Pr. DIMOU M'barek*
 Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine*
 Pr. EL MESNAOUI Abbes
 Pr. ESSAKALI HOUSSEINI Leila
 Pr. HDA Abdelhamid*
 Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
 Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
 Pr. SEFIANI Abdelaziz
 Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya*
 Pr. BELKACEM Rachid
 Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
 Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
 Pr. GAOUZI Ahmed
 Pr. MAHFOUDI M'barek*
 Pr. OUADGHIRI Mohamed
 Pr. OUZEDDOUN Naima
 Pr. ZBIR EL Mehdi*

Traumato-Orthopédie
 Radiologie
 Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**
 Immunologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Médecine Interne
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Anatomie Pathologique
 Traumatologie – Orthopédie
 Gynécologie –Obstétrique
 Dermatologie

Urologie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Neurologie
 Pédiatrie
 Gynécologie – Obstétrique
 Traumatologie – Orthopédie
 Radiologie
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie

Réanimation Médicale
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Gynécologie Obstétrique
 Médecine Interne
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Cardiologie - **Directeur HMI Med V**
 Urologie
 Ophtalmologie
 Génétique
 Réanimation Médicale

Radiologie
 Chirurgie Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Radiologie
 Traumatologie-Orthopédie
 Néphrologie
 Cardiologie



Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha
Pr. ERREIMI Naima
Pr. FELLAT Nadia
Pr. HAIMEUR Charki*
Pr. KADDOURI Nouredine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. TAOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Urologie
Neurologie
Pédiatrie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA
Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. BENKIRANE Majid*
Pr. KHATOURI ALI*

Gastro-Entérologie
Neurologie – *Doyen de la FMP Abulcassis*
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Hématologie
Cardiologie

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. ISMAILI Hassane*
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Traumatologie Orthopédie- *Dir. Hop. Av. Marr.*
Anesthésie-Réanimation *Inspecteur du SSM*
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne



Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. MAHASSINI Najat
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
Pr. ROUIMI Abdelhadi*

Neurologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie *Directeur Hop. Chekikh Zaied*
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Neurologie

Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH*

ORL

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOUECHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. DAALI Mustapha*
Pr. DRISSI Sidi Mourad*
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABBAJ Saad
Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MAHASSIN Fattouma*
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*
Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBABH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Chirurgie Générale
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie-Pédiatrique
Chirurgie Générale
Pédiatrie Directeur. Hop.d'Enfants
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Médecine Interne
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique
Chirurgie Générale
Urologie Directeur Hôpital Ibn Sina
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie



Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia
Pr. BERNOUSSI Zakiya
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya*
Pr. CHOHO Abdelkrim *

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Psychiatrie
Chirurgie Générale

Pr. CHKIRATE Bouchra
 Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
 Pr. EL HAOURI Mohamed *
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai
 Pr. HAJJI Zakia
 Pr. IKEN Ali
 Pr. JAAFAR Abdeloihab*
 Pr. KRIOUILE Yamina
 Pr. LAGHMARI Mina
 Pr. MABROUK Hfid*
 Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
 Pr. OUJILAL Abdelilah
 Pr. RACHID Khalid *
 Pr. RAISS Mohamed
 Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
 Pr. RHOU Hakima
 Pr. SIAH Samir *
 Pr. THIMOU Amal
 Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
 Pr. AMRANI Mariam
 Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
 Pr. BENKIRANE Ahmed*
 Pr. BOUGHALEM Mohamed*
 Pr. BOULAADAS Malik
 Pr. BOURAZZA Ahmed*
 Pr. CHAGAR Belkacem*
 Pr. CHERRADI Nadia
 Pr. EL FENNI Jamal*
 Pr. EL HANCHI ZAKI
 Pr. EL KHORASSANI Mohamed
 Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
 Pr. HACHI Hafid
 Pr. JABOUIRIK Fatima
 Pr. KHARMAZ Mohamed
 Pr. MOUGHIL Said
 Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
 Pr. TARIB Abdelilah*
 Pr. TIJAMI Fouad
 Pr. ZARZUR Jamila

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
 Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
 Pr. ALLALI Fadoua
 Pr. AMAZOUZI Abdellah
 Pr. AZIZ Nouredine*
 Pr. BAHIRI Rachid

Pédiatrie
 Chirurgie Pédiatrique
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Ophtalmologie
 Urologie
 Traumatologie Orthopédie
 Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Traumatologie Orthopédie
 Gynécologie Obstétrique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Générale
 Pneumophtisiologie
 Néphrologie
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Anesthésie Réanimation
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Ophtalmologie
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique
 Chirurgie Générale
 Rhumatologie
 Ophtalmologie
 Radiologie
 Rhumatologie



Pr. BARKAT Amina
 Pr. BENYASS Aatif
 Pr. BERNOUSSI Abdelghani
 Pr. DOUDOUH Abderrahim*
 Pr. EL HAMZAoui Sakina*
 Pr. HAJJI Leila
 Pr. HESSISSEN Leila
 Pr. JIDAL Mohamed*
 Pr. LAAROUSSI Mohamed
 Pr. LYAGOUBI Mohammed
 Pr. NIAMANE Radouane*
 Pr. RAGALA Abdelhak
 Pr. SBIHI Souad
 Pr. ZERAIDI Najia

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
 Pr. AKJOUJ Said*
 Pr. BELMEKKI Abdelkader*
 Pr. BENCHEIKH Razika
 Pr. BIYI Abdelhamid*
 Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
 Pr. BOULAHYA Abdellatif*
 Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
 Pr. DOGHMI Nawal
 Pr. FELLAT Ibtissam
 Pr. FAROUDY Mamoun
 Pr. HARMOUCHE Hicham
 Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
 Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
 Pr. JROUNDI Laila
 Pr. KARMOUNI Tariq
 Pr. KILI Amina
 Pr. KISRA Hassan
 Pr. KISRA Mounir
 Pr. LAATIRIS Abdelkader*
 Pr. LMIMOUNI Badreddine*
 Pr. MANSOURI Hamid*
 Pr. OUANASS Abderrazzak
 Pr. SAFI Soumaya*
 Pr. SEKKAT Fatima Zahra
 Pr. SOUALHI Mouna
 Pr. TELLAL Saïda*
 Pr. ZAHRAoui Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
 Pr. ACHACHI Leila

Pédiatrie
 Cardiologie
 Ophtalmologie
 Biophysique
 Microbiologie
 Cardiologie (mise en disponibilité)
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Parasitologie
 Rhumatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Histo-Embryologie Cytogénétique
 Gynécologie Obstétrique

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie
 Radiologie
 Hématologie
 O.R.L
 Biophysique
 Chirurgie - Pédiatrique
 Chirurgie Cardio – Vasculaire
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Médecine Interne
 Anesthésie Réanimation
 Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Pharmacie Galénique
 Parasitologie
 Radiothérapie
 Psychiatrie
 Endocrinologie
 Psychiatrie
 Pneumo – Phtisiologie
 Biochimie
 Pneumo – Phtisiologie



Pr. ACHOUR Abdessamad*
 Pr. AIT HOUSSA Mahdi*
 Pr. AMHAJJI Larbi*
 Pr. AOUI Sarra
 Pr. BAITE Abdelouahed*
 Pr. BALOUCH Lhoussaine*
 Pr. BENZIANE Hamid*
 Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 Pr. CHARKAOUI Naoual*
 Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*
 Pr. ELABSI Mohamed
 Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 Pr. EL OMARI Fatima
 Pr. GHARIB Noureddine
 Pr. HADADI Khalid*
 Pr. ICHOU Mohamed*
 Pr. ISMAILI Nadia
 Pr. KEBDANI Tayeb
 Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*
 Pr. LOUZI Lhoussain*
 Pr. MADANI Naoufel
 Pr. MAHI Mohamed*
 Pr. MARC Karima
 Pr. MASRAR Azlarab
 Pr. MRABET Mustapha*
 Pr. MRANI Saad*
 Pr. OUZZIF Ez zohra*
 Pr. RABHI Monsef*
 Pr. RADOUANE Bouchaib*
 Pr. SEFFAR Myriame
 Pr. SEKHSOKH Yessine*
 Pr. SIFAT Hassan*
 Pr. TABERKANET Mustafa*
 Pr. TACHFOUTI Samira
 Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
 Pr. TANANE Mansour*
 Pr. TLIGUI Houssain
 Pr. TOUATI Zakia

Décembre 2007

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

Décembre 2008

Pr ZOUBIR Mohamed*
 Pr TAHIRI My El Hassan*

Chirurgie générale
 Chirurgie cardio vasculaire
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Anesthésie réanimation **Directeur ERSM**
 Biochimie-chimie
 Pharmacie clinique
 Ophtalmologie
 Pharmacie galénique
 Chirurgie générale
 Chirurgie générale
 Anesthésie réanimation
 Psychiatrie
 Chirurgie plastique et réparatrice
 Radiothérapie
 Oncologie médicale
 Dermatologie
 Radiothérapie
 Anesthésie réanimation
 Microbiologie
 Réanimation médicale
 Radiologie
 Pneumo phtisiologie
 Hématologique
 Médecine préventive santé publique et hygiène
 Virologie
 Biochimie-chimie
 Médecine interne
 Radiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Radiothérapie
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Ophtalmologie
 Chirurgie générale
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
Pr. AGDR Aomar*
Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia
Pr. AKHADDAR Ali*
Pr. ALLALI Nazik
Pr. AMINE Bouchra
Pr. ARKHA Yassir
Pr. BELYAMANI Lahcen*
Pr. BJIJOU Younes
Pr. BOUHSAIN Sanae*
Pr. BOUI Mohammed*
Pr. BOUNAIM Ahmed*
Pr. BOUSSOUGA Mostapha*
Pr. CHAKOUR Mohammed *
Pr. CHTATA Hassan Toufik*
Pr. DOGHMI Kamal*
Pr. EL MALKI Hadj Omar
Pr. EL OUENNASS Mostapha*
Pr. ENNIBI Khalid*
Pr. FATHI Khalid
Pr. HASSIKOU Hasna *
Pr. KABBAJ Nawal
Pr. KABIRI Meryem
Pr. KARBOUBI Lamya
Pr. L'KASSIMI Hachemi*
Pr. LAMSAOURI Jamal*
Pr. MARMADE Lahcen
Pr. MESKINI Toufik
Pr. MESSAOUDI Nezha *
Pr. MSSROURI Rahal
Pr. NASSAR Ittimade
Pr. OUKERRAJ Latifa
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *

PROFESSEURS AGREGES :

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
Pr. AMEZIANE Taoufiq*
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. BOUAITY Brahim*
Pr. CHADLI Mariama*
Pr. CHEMSI Mohamed*
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. DARBI Abdellatif*
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*

Médecine interne
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Neurologie
Neuro-chirurgie
Radiologie
Rhumatologie
Neuro-chirurgie
Anesthésie Réanimation
Anatomie
Biochimie-chimie
Dermatologie
Chirurgie Générale
Traumatologie orthopédique
Hématologie biologique
Chirurgie vasculaire périphérique
Hématologie clinique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Médecine interne
Gynécologie obstétrique
Rhumatologie
Gastro-entérologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Microbiologie *Directeur Hôpital My Ismail*
Chimie Thérapeutique
Chirurgie Cardio-vasculaire
Pédiatrie
Hématologie biologique
Chirurgie Générale
Radiologie
Cardiologie
Pneumo-phtisiologie



Anesthésie réanimation
Médecine interne
Physiologie
ORL
Microbiologie
Médecine aéronautique
Biochimie chimie
Radiologie
Chirurgie pédiatrique
Pédiatrie
Radiologie

Pr. EL MAZOUZ Samir
 Pr. EL SAYEGH Hachem
 Pr. ERRABIH Ikram
 Pr. LAMALMI Najat
 Pr. MOSADIK Ahlam
 Pr. MOUJAHID Mountassir*
 Pr. NAZIH Mouna*
 Pr. ZOUAIDIA Fouad

Chirurgie plastique et réparatrice
 Urologie
 Gastro entérologie
 Anatomie pathologique
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie générale
 Hématologie
 Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
 Pr. ABOUELALAA Khalil*
 Pr. BELAIZI Mohamed*
 Pr. BENCHEBBA Driss*
 Pr. DRISSI Mohamed*
 Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
 Pr. EL KHATTABI Abdessadek*
 Pr. EL OUAZZANI Hanane*
 Pr. ER-RAJI Mounir
 Pr. JAHID Ahmed
 Pr. MEHSSANI Jamal*
 Pr. RAISSOUNI Maha*

Chirurgie Pédiatrique
 Anesthésie Réanimation
 Psychiatrie
 Traumatologie Orthopédique
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale
 Médecine Interne
 Pneumophtisiologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Anatomie pathologique
 Psychiatrie
 Cardiologie

Février 2013

Pr. AHID Samir
 Pr. AIT EL CADI Mina
 Pr. AMRANI HANCHI Laila
 Pr. AMOUR Mourad
 Pr. AWAB Almahdi
 Pr. BELAYACHI Jihane
 Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
 Pr. BENCHEKROUN Laila
 Pr. BENKIRANE Souad
 Pr. BENNANA Ahmed*
 0.
 Pr. BENSGHIR Mustapha*
 Pr. BENYAHIA Mohammed*
 Pr. BOUATIA Mustapha
 Pr. BOUABID Ahmed Salim*
 Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba
 Pr. CHAIB Ali*
 Pr. DENDANE Tarek
 Pr. DINI Nouzha*
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa
 Pr. ELFATEMI Nizare
 Pr. EL GUERROUJ Hasnae
 Pr. EL HARTI Jaouad

Pharmacologie – Chimie
 Toxicologie
 Gastro-Entérologie
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie Réanimation
 Réanimation Médicale
 Anesthésie Réanimation
 Biochimie-Chimie
 Hématologie
 Informatique Pharmaceutique

Anesthésie Réanimation
 Néphrologie
 Chimie Analytique
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie
 Cardiologie
 Réanimation Médicale
 Pédiatrie
 Anesthésie Réanimation
 Radiologie
 Neuro-Chirurgie
 Médecine Nucléaire
 Chimie Thérapeutique



Pr. EL JOUDI Rachid*
 Pr. EL KABABRI Maria
 Pr. EL KHANNOUSSI Basma
 Pr. EL KHLOUFI Samir
 Pr. EL KORAICHI Alae
 Pr. EN-NOUALI Hassane*
 Pr. ERRGUIG Laila
 Pr. FIKRI Meryim
 Pr. GHFIR Imade
 Pr. IMANE Zineb
 Pr. IRAQI Hind
 Pr. KABBAJ Hakima
 Pr. KADIRI Mohamed*
 Pr. LATIB Rachida
 Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra
 Pr. MEDDAH Bouchra
 Pr. MELHAOUI Adyl
 Pr. MRABTI Hind
 Pr. NEJJARI Rachid
 Pr. OUBEJJA Houda
 Pr. OUKABLI Mohamed*
 Pr. RAHALI Younes
 Pr. RATBI Ilham
 Pr. RAHMANI Mounia
 Pr. REDA Karim*
 Pr. REGRAGUI Wafa
 Pr. RKAIN Hanan
 Pr. ROSTOM Samira
 Pr. ROUAS Lamiaa
 Pr. ROUIBAA Fedoua*
 Pr. SALIHOUN Mouna
 Pr. SAYAH Rochde
 Pr. SEDDIK Hassan*
 Pr. ZERHOUNI Hicham
 Pr. ZINE Ali*

Toxicologie
 Pédiatrie
 Anatomie Pathologie
 Anatomie
 Anesthésie Réanimation
 Radiologie
 Physiologie
 Radiologie
 Médecine Nucléaire
 Pédiatrie
 Endocrinologie et maladies métaboliques
 Microbiologie
 Psychiatrie
 Radiologie
 Médecine Interne
 Pharmacologie
 Neuro-chirurgie
 Oncologie Médicale
 Pharmacognosie
 Chirurgie Pédiatrique
 Anatomie Pathologique
 Pharmacie Galénique
 Génétique
 Neurologie
 Ophtalmologie
 Neurologie
 Physiologie
 Rhumatologie
 Anatomie Pathologique
 Gastro-Entérologie
 Gastro-Entérologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Gastro-Entérologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Traumatologie Orthopédie

Avril 2013

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*
 Pr. GHOUNDALE Omar*
 Pr. ZYANI Mohammad*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Urologie
 Médecine Interne

****Enseignants Militaires***



MARS 2014

ACHIR ABDELLAH
BENCHAKROUN MOHAMMED
BOUCHIKH MOHAMMED
EL KABBAJ DRISS
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA
HARDIZI HOUYAM
HASSANI AMALE
HERRAK LAILA
JANANE ABDELLA TIF
JEAIDI ANASS
KOUACH JAOUAD
LEMNOUER ABDELHAY
MAKRAM SANAA
OULAHYANE RACHID
RHISSASSI MOHAMED JMFAR
SABRY MOHAMED
SEKKACH YOUSSEF
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

***Enseignants Militaires**

Chirurgie Thoracique
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Thoracique
Néphrologie
Biochimie-Chimie
Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pédiatrie
Pneumologie
Urologie
Hématologie Biologique
Génécologie-Obstétrique
Microbiologie
Pharmacologie
Chirurgie Pédiatrique
CCV
Cardiologie
Médecine Interne
Génécologie-Obstétrique

DECEMBRE 2014

ABILKACEM RACHID'
AIT BOUGHIMA FADILA
BEKKALI HICHAM
BENAZZOU SALMA
BOUABDELLAH MOUNYA
BOUCHRIK MOURAD
DERRAJI SOUFIANE
DOBLALI TAOUFIK
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM
EL MARJANY MOHAMMED
FEJJAL NAWFAL
JAHIDI MOHAMED
LAKHAL ZOUHAIR
OUDGHIRI NEZHA
Rami Mohamed
SABIR MARIA
SBAI IDRISSE KARIM

***Enseignants Militaires**

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Microbiologie
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.



AOUT 2015

Meziane meryem
Tahri latifa

Dermatologie
Rhumatologie

JANVIER 2016

BENKABBOU AMINE
EL ASRI FOUAD
ERRAMI NOUREDDINE
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale
Ophtalmologie
O.R.L
O.R.L

2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia
Pr. ALAMI OUHABI Naima
Pr. ALAOUI KATIM
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma
Pr. ANSAR M'hammed
Pr. BOUHOUCHE Ahmed
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz
Pr. BOURJOUANE Mohamed
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia
Pr. DAKKA Taoufiq
Pr. DRAOUI Mustapha
Pr. EL GUESSABI Lahcen
Pr. ETTAIB Abdelkader
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes
Pr. HAMZAOUI Laila
Pr. HMAMOUCHE Mohamed
Pr. IBRAHIMI Azeddine
Pr. KHANFRI Jamal Eddine
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med
Pr. REDHA Ahlam
Pr. TOUATI Driss
Pr. ZAHIDI Ahmed
Pr. ZELLOU Amina

Physiologie
Biochimie – chimie
Pharmacologie
Histologie-Embryologie
Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Génétique Humaine
Applications Pharmaceutiques
Microbiologie
Biochimie – chimie
Physiologie
Chimie Analytique
Pharmacognosie
Zootechnie
Pharmacologie
Biophysique
Chimie Organique
Biologie moléculaire
Biologie
Chimie Organique
Chimie
Pharmacognosie
Pharmacologie
Chimie Organique

*Mise à jour le 14/12/2016 par le
Service des Ressources Humaines*





DEDICACES





A MA TRÈS CHÈRE MAMAN,

BAKKALI FATIMA ZOHRÀ

*Pour l'affection, la tendresse et l'amour dont tu m'as
toujours entouré, Pour le sacrifice et le dévouement
dont tu a toujours fait preuve, Pour l'encouragement
sans limites que tu ne cesses de manifester.*

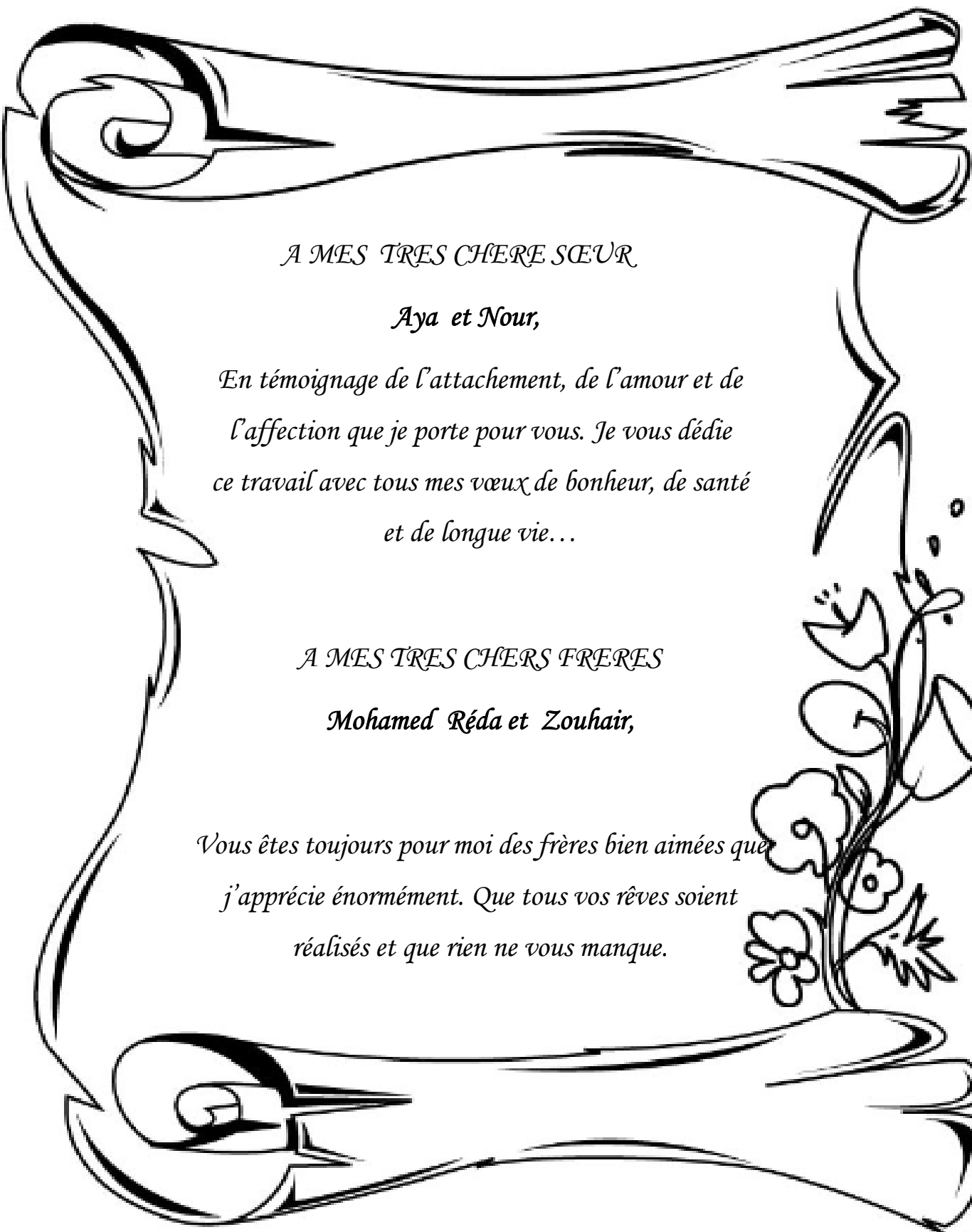
*Je ne trouverai jamais assez de mots pour exprimer
toute ma tendresse et tout mon amour. Puisse
Dieu le tout puissant t'accorder longévité
pleine de santé.*



*A MONTRÉS CHER PAPA,
AJEROUASSI MUSTAPHA*

*Tu m'as toujours incité à étudier et à aller
de l'avant. Grâce à ta bienveillance, à ton
encouragement et à ta générosité ;
je suis là aujourd'hui.*

*Toutes les encres du monde ne me suffisent pour vous
exprimer mes sentiments profonds d'amour,
de respect et de reconnaissance.*



A MES TRÈS CHÈRE SŒUR

Aya et Nour,

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de
l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie
ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé
et de longue vie...*

A MES TRÈS CHÈRES FRÈRES

Mohamed Réda et Zouhair,

*Vous êtes toujours pour moi des frères bien aimés que
j'apprécie énormément. Que tous vos rêves soient
réalisés et que rien ne vous manque.*



A MES TRÈS CHÈRES AMIES

Ait Ahmed Sahar

Akassou Zahra

Ennseraoui Imane

Mahmoudi Manal

Rahabat Ikram

Zian Lina

A MES TRÈS CHÈRES AMIS

Akannour Younes

Alaoui Ismaili Adnane

Bakkali Ouajid

Bakkali Issaoui Zakaria

Chebaatha Anas

*Merci pour votre amitié, votre soutien, votre présence dans les bons
comme dans les mauvais instants. En espérant que cette amitié qui
nous lie se pérennise.*





REMERCIEMENTS





A notre maître et président de thèse

Professeur EL MADHI TARIK

Professeur agrégé de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Au CHU Ibn sina RABAT

*Vous nous avez fait le grand honneur
de bien vouloir accepter la présidence de
notre jury de thèse.*

*Nous vous prions de bien vouloir, cher Maître,
accepter le témoignage de notre profonde reconnaissance, de notre
respect et de notre grande estime.*





A notre maître et Rapporteur de thèse

Professeur FEJJAL Nawfal

Professeur Agrégé en Chirurgie Plastique, Réparatrice et Esthétique

A l'Hôpital d'Enfants de RABAT

Vous m'avez inspiré le sujet de thèse, vous m'avez guidé tout au long de son élaboration, avec bienveillance et compréhension, flexibilité et disponibilité ont été les qualités les plus marquantes au cours de cette collaboration. Votre accueil si simple, pour l'un de vos élèves, vos qualités humaines rares, vos qualités professionnelles ont été un enseignant complémentaire pour ma vie professionnelle et privée. Veuillez accepter ici, cher maître, l'expression de ma gratitude et l'expression de ma profonde reconnaissance.





A notre maître et juge de thèse

Professeur ZERHOUNI Hicham

Professeur agrégé de Chirurgie Pédiatrique

A l'Hôpital d'Enfants de Rabat

*Nous sommes profondément reconnaissants de l'honneur que vous nous
faites en acceptant de juger ce travail. Nous avons apprécié votre
accueil bienveillant, votre gentillesse ainsi que votre compréhension.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre grande attention
et notre profond respect*





A notre maître et juge de thèse

Professeur Z .F.EL ALAMI ELFELLOUS

Professeur agrégé de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

HER, CHU Ibn Sina-RABAT

Nous tenons à vous exprimer nos plus sincères

remerciements pour avoir

accepté de siéger auprès de ce noble jury.

Votre présence nous honore.

Veuillez trouver ici, professeur, l'expression

de notre profond respect.





A notre maître et juge de thèse

Professeur RAMI Mohamed

Professeur agrégé de chirurgie pédiatrique

HER, CHU Ibn Sina-RABAT

*C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant d'être parmi
notre jury. Nous vous exprimons notre reconnaissance pour le meilleur
accueil que vous nous avez réservé. Veuillez croire en l'expression de
notre grande considération et notre profond respect.*





.

*À tout le personnel du service de chirurgie
réparatrice et plastique de HÉR*

En témoignage de ma gratitude et de mes remerciements.

*À toute personne qui de près ou de loin a contribué
à la réalisation de ce travail*





LISTE DES ILLUSTRATIONS



LSITE DES ABREVIATIONS

CHC : Centre hospitalier Casa

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CIVD : Coagulation Intravasculaire Déssiminée

CPA: Consultation préanesthésique

ECG: Electrocardiographie

FCS : Fléchisseur commun superficiel.

FCP : Fléchisseur commun profond

FIG : Fosse iliaque gauche

J: Jour

Hz : Hertz

IPP: interphalangienne proximale

IPD: interphalangienne distale

MP: Métacarpophalangienne

MS: Membre supérieur

MI: Membre inférieur

NFS: Numération formule sanguine

OGE : organes génitaux externes

P : Poids

PEC : Prise en charge

TP: Taux de prothrombine

TPN: Thérapie par pression négative

TCA: Taux de céphaline activée

UCP: service des Urgence chirurgicales pédiatriques

V : Voltage

D2 : 2^{ème} doigt

P2 : 2^{ème} phalange

D3 : 3^{ème} doigt

P3 : 3^{ème} phalange

D4 : 4^{ème} doigt

D5 : 5^{ème} doigt

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition des malades par tranche d'âge.

Figure 2: Répartition des patients selon le sexe.

Figure 3: Répartition des patients selon le niveau socio-économique.

Figure 4: Répartition des cas selon la nature des sources du courant

Figure 5: Répartition des patients selon le motif de consultation.

Figure 6: Répartition des patients selon le délai de consultation.

Figure 7 : Répartition selon le délai de transfert au service de chirurgie.

Figure 8 : Répartition de la surface cutanée brûlée.

Figure 9 : Répartition des brûlures électriques à la phase aiguë selon la localisation.

Figure 10 : Répartition de la localisation du point d'entrée au cours des brûlures électriques vraies.

Figure 11 : Répartition de la localisation du point de sortie au cours des brûlures électriques vraies.

Figure 12 : Répartition des brûlures électriques selon les lésions associées.

Figure 13 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase aiguë.

Figure 14 : Place de la chirurgie et la cicatrisation dirigée dans le traitement des brûlures électriques à la phase initiale.

Figure 15 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase des séquelles.

Figure 17 : Structure de la peau humaine : l'épiderme, le derme et l'hypoderme.

Figure 18 : Le phénomène d'arc électrique.

Figure 19 : Les mécanismes des brûlures électriques chez l'enfant

Figure 20 : Résistance électrique des différents types de tissu

Figure 21 : influence du temps et du courant alternatif sur le corps humain en passant de la main gauche aux pieds

Figure 22 : a, b : brûlure électrique : nécrose digitale/amputation du pouce.

Figure 23-1: Lésion initiale de la brûlure électrique.

Figure 23-2: Microstomie séquellaire

Figure 24: Brûlure électrique par haut voltage avec atteinte musculaire

Figure 25: Période vulnérable des ventricules pendant le cycle cardiaque

Figure 26 : Paralysie radiomédiocubital.

Figure 27 : Cicatrice hypertrophique au niveau des jonctions greffe de peau/peau saine à cinq mois post- brûlure chez une jeune fille de dix ans.

Figure 28: Face antérieure de l'avant-bras droit d'un garçon de 17 ans : cicatrice chéloïde survenue sur une greffe de peau post-brûlure.

Figure 29: Bride cicatricielle post-brûlure électrique.

Figure 30 : Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au niveau cervical.

Figure 31: Tracé des incisions de décharge préconisées au niveau du tronc.

Figure 32: Incisions de décharge thoracique après brûlures circulaires au troisième degré du tronc.

Figure 33: Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au membre supérieur et au thorax.

Figure 34: Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au membre inférieur.

Figure 35 : Schéma des incisions de décharge.

Figure 36 : Main incisée à l'admission.

Figure 37 : Aponévrotomies de jambe.

Figure 38 Aponévrotomies d'avant-bras.

Figure 39 : Brûlure de la face latérale de la cuisse droite chez une enfant de six ans.

Figure 40 : les mécanismes d'action de la thérapie par pression négative.

Figure 41: Matériel nécessaire.

Figure 42 : Technique de thérapie par pression négative.

Figure 43 : Excision tangentielle au dermatome de Gullian d'une brûlure du dorsum de la main gauche.

Figure 44: Excision d'une brûlure de la main au Versajet®.

Figure 45 : Anatomie cutanée : greffe de peau mince versus greffe de peau totale.

Figure 46 : Machine à découper Meek.

Figure 47 : Dermatome HUMECA.

Figure 48 : Prélèvement de greffe de peau mince sur le cuir chevelu.

Figure 49: Quelques types de prothèses d'expansion.

Figure 50 : Coupe du matériel de l'expansion cutanée.

Figure 51 : Expansion tissulaire au moyen d'un ballon gonflable sous-cutané.

Figure 52 : Aspect de sepsis cutané en cours de protocole d'expansion.

Figure 53: État pré-perforatif.

Figure 54 : Constitution d'un lambeau.

Figure 55: Lambeau fascio-cutané.

Figure 56: Lambeau musculo-cutané.

Figure 57: Lambeau cutané au hasard.

Figure 58: Longueur et base des lambeaux.

Figure 59: Lambeau cutané axial.

Figure 60: Classification des muscles selon leur vascularisation.

Figure 61 : Lambeau d'avancement.

Figure 62 : Plastie en H.

Figure 63: Plastie en V-Y et en Y-V.

Figure 64 : Lambeau de rotation.

Figure 65 : Lambeau de transposition (A, B).

Figure 66: Lambeau inguinal pédiculé de McGregor.

Figure 67: lambeau d'O'Brien.

Figure 68 : Lambeau de Foucher.

Figure 69 Lambeau *cross-finger*.

Figure 70 : Lambeau sous-mammaire.

Figure 71: lambeau de Bunnell pour la face palmaire (Schéma EMC).

Figure 72: lambeau d'avancement-rotation de Hueston, dorsal (schémas EMC).

Figure 73 : lambeau d'avancement-rotation de Hueston, dorsal (schémas EMC).

Figure 74: Lambeau de Tranquilli-Leali-Atasoy (Schéma EMC).

Figure 75 : lambeau de Kutler (Schéma EMC).

Figure 76 : Lambeau interosseux postérieur et ses repères anatomiques.

Figure 77 : Lambeau fasciocutané antébrachial de l'artère radiale dit « chinois ».

Figure 78 : Prélèvement du grand dorsal.

Figure 79-1 : Perte de substance au niveau du tiers inférieur.

Figure 79-2 : Réalisation en urgence d'un lambeau libre de l'avant-bras.

Figure 80 : Exemple de reconstruction du cuir chevelu.

Figure 81: Plâtre du membre supérieur gauche pour posture du membre.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Age moyen des malades en fonction du sexe.

Tableau 2 : Répartition des cas selon la nature des sources du courant

Tableau 3: Les circonstances de survenue des brûlures électriques en fonction de l'âge et le sexe.

Tableau 4: Répartition des patients selon le motif de consultation.

Tableau 5 : Répartition des brûlures électriques selon la localisation.

Tableau 6 : Répartition de la localisation du point d'entrée au cours des brûlures électriques vraies

Tableau 7 : Répartition de la localisation du point de sortie au cours des brûlures électriques vraies.

Tableau 8 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à l'admission.

Tableau 9 : Place de la chirurgie et la cicatrisation dirigée dans le traitement des brûlures électriques à la phase initiale.

Tableau 10 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase des séquelles.

Tableau11: Effets estimés des courants alternatifs transdermiques de 60 Hz à travers le corps humain d'après les différentes données de la littérature.

Tableau12: les différents domaines de tension

Tableau 13: Facteur cœur –courant.

Tableau 14 : comparaison du sex-ratio.

Tableau 15: comparaison selon la nature de la source du courant.

Tableau 16: Comparaison selon le pourcentage de la foudre aux différents pays



PLAN



INTRODUCTION	1
MATERIELS & METHODES	4
I. ECHANTILLONNAGE	5
II. MATERIELS ET METHODES	5
RESULTATS	36
I-LES DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :	37
1. L'âge	37
2. Le sexe	38
3. Niveau socio-économique	39
4. Source du courant	40
5-Circonstance de survenue	41
II-LES DONNEES CLINIQUES :	42
1. Motif de consultation	42
2. Délai de consultation	43
3. Surface cutanée brûlée	44
4. Profondeur	45
5. Topographie:	45
5. 1 - Topographie des brûlures électriques à la phase aiguë	45
5. 2 - Topographie des séquelles des brûlures électriques	47
6. Point d'entrée	47
7. Point de sortie	48
8. Lésions associées	49

9. Etat hémodynamique	49
10. Durée d'hospitalisation	50
III-LES DONNEES PARACLINIQUES	50
IV-LES DONNEES THERAPEUTIQUES :	51
1. Aux urgences	51
2. Aux services de réanimation	51
3. Au service de Chirurgie Plastique Pédiatrique :	51
3.1- Prise en charge à l'admission	51
3.2- Prise en charge à la phase des séquelles.....	55
V- CICATRISATION	56
VI- COMPLICATIONS	56
VII- RESULTATS.....	56
VIII- GESTES PREVUS	57
DISCUSSION	58
I.HISTORIQUE	59
II.EPIDEMIOLOGIE :	60
1-Fréquence	60
2- Circonstances de survenue	61
III.RAPPEL ANATOMIQUE	62
IV.CICATRISATION CUTANEE CHEZ L'ENFANT:	65
1-Cicatrisation normale.....	65
2-Particularité de l'enfant :	68
2.1 - Particularités cliniques de la cicatrisation anténatale et post-natale :	68

2.1.1 - Spécificité de la cicatrisation fœtale	68
2.1.2 - Spécificité de la cicatrisation chez l'enfant	69
2.2 - Variations en fonction de l'âge chez l'enfant	69
V. PRINCIPES PHYSIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES CHEZ L'ENFANT:	71
1-Mécanismes des brûlures électriques :	71
1.1 - Brûlures électriques vraies	71
1.2 - Formes particulières :	73
1.2.1 - Arc électrique	73
1.2.2 - Flash électrique	74
2-Sources du courant	75
3-Types du courant	76
4-Types d'exposition	77
5- Paramètres physiques du courant électrique :	78
5.1 - Intensité	79
5.2 - Tension du courant	81
5.3 - Résistance	82
5.4 - Temps d'exposition	83
5.5 - Trajet du courant	85
VI.EFFETS BIOLOGIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES:	86
1-Phénomène électrique cellulaire	86
2-Effets excitomoteurs	86
3-Effets thermiques.....	87
4-Effets tétanisants	87

VII- ASPECTS CLINIQUES ET PHYSIOPATHOLOGIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES ET LEUR EVOLUTION :	88
1-Conséquences cutanées	88
2-Lésions musculaires	92
3-Conséquences cardiaques	94
4-Conséquences vasculaires	99
5-Manifestations neuropsychiatriques :	100
5.1- Atteinte nerveuse centrale	100
5.2- Atteinte médullaire	101
5.3-Atteinte nerveuse périphérique	101
5.4- Manifestations psychiatriques	102
6-Lésions osseuses	103
7-Atteinte rénale	104
8-Atteinte respiratoire	105
9-Atteinte digestive	105
10-Atteinte sensorielle :	106
10 .1 .Atteinte ophtalmique	106
10 .2 .Atteinte cochléo-vestibulaire	106
VIII-FORMES CLINIQUES:	107
1.Les brûlures de bas voltage :	107
1.1-Mécanismes de survenue	107
1.2-Les caractéristiques cliniques des brûlures électriques de bas voltage	107
2.Les brûlures de haut voltage :	109

2.1 Mécanismes de survenue	109
2.2- Les caractéristiques cliniques des brûlures électriques de haut voltage :	110
2.2.1- Les brûlures électrothermiques	110
2.2.2- Les conséquences immédiates	110
2.2.3 - Les conséquences retardées	111
2.3- Biologie	112
IX.LES SEQUELLES :	112
1-Séquelles cutanées :	112
1.1 -Cicatrices dystrophiques	112
1.2 - Cicatrices dysesthésiques	113
1.3 - Cicatrices dyschromiques	113
1.4 – Cicatrisation excessive	113
1.5 - Cicatrisation rétractile : les brides	116
1.6- Dégénérescence cicatricielle	117
1.7 - Invagination cicatricielle	117
1.8 - Alopécie cicatricielle	117
1.9 - Retard de cicatrisation	117
2- Séquelles des éléments sous-cutanés :	118
2.1 – Séquelles tendineuses	118
2.2 – Séquelles ostéo articulaires	118
3-Séquelles fonctionnelles	118
4-Séquelles psychologiques	119
X-PRISE EN CHARGE DES BRULURES ELECTRIQUES CHEZ L'ENFANT:	120

A - Prise en charge pré hospitalière :	120
A. 1 - Premiers secours	120
A. 2 - Intervention médicale préhospitalière	121
B- Prise en charge hospitalière :	123
B.1 - Mise en condition :	123
B.2 - Bilan lésionnel :	124
B.2.1 - Examen clinique :	124
B.2.1.1 - Sur le plan général	124
B.2.1.2- Sur le plan local	125
B.2.2 - Examens paracliniques	126
B.3 -Traitement médical :	126
B.4 – Traitement chirurgical :	133
B.4.1 – Buts du traitement chirurgical	133
B.4.2 - Moyens et indications :	134
a – Traitement initial : A l’admission.....	134
a.1 – Chirurgie d’urgence :	134
a.1.1 –Incisions cutanées de décharge	134
a.1.2 – Aponévrotomies	142
a.1.3 – Amputation	147
a.2– Sutures cutanées	148
a.3 – Cicatrisation dirigée :	148
a.3.1 – Moyens de la cicatrisation dirigée : Les pansements	149
a.3.1.1 - Pansements occlusifs	149

a.3.1.2 - Technique d'exposition à l'air	151
a.3.1.3 - Pansements sous pression négative	154
a.3.2 – Indications de la cicatrisation dirigée	162
a.4 – Excision-greffe précoce :	163
a.4.1 - Excision précoce	164
a.4.2 - Greffe cutanée :	168
a.4.2.1 – Classification	168
a.4.2.2 - Technique de prélèvement des greffes :	172
a.4.2.2.1 - Greffe de peau mince	172
a.4.2.2.2 - Greffe de peau totale	175
a.4.2.3 - Evolution du greffon sur le plan histologique :	176
a.4.2.3.1 - Evolution de la prise de greffe	176
a.4.2.3.2 – Contraction	177
a.4.2.3.3 – Pigmentation	177
a.4.2.3.4 – Innervation	177
a.4.3 -Indications des excisions-greffes précoces :	177
a.4.3.1 – Excision-greffe précoce de sauvetage	178
a.4.3.2 – Excision-greffe précoce à visée fonctionnelle	178
a.4.4 - Contre-indications des excisions-greffes précoces	179
a.5 – Derme artificiel :	180
a.5.1 – Intégra®	180
a.5.2 - INTEGRA® Single Layer	184
a.5.3 - MATRIDERM®	185

a.6– L’expansion cutanée	187
a.7 - Lambeaux :	196
a.7.1 - Anatomie descriptive du lambeau	196
a.7.2 - Classification des lambeaux :	197
a.7.2.1 - Selon la nature de la structure tissulaire transférée	198
a.7.2.2- Selon le type de vascularisation	200
a.7.2.3 - Selon le mouvement tissulaire	205
a.7.3 - Les principaux lambeaux utilisés : exemple de la brûlure électrique de la main chez l’enfant	209
a. 8 - Microchirurgie et brûlures de la main	220
b – Traitement des séquelles :	221
b.1 – Buts	221
b.2 –Moyens chirurgicaux	221
b.3 – Indications :	223
b.3.1 - Séquelles cutanées	223
b.3.2 - Séquelles tendineuses	227
b.3.3 - Séquelles fonctionnelles	227
C – Apport de la médecine physique	228
D – Soutien psychologique	232
XI- ANALYSE DES DONNEES :	233
A-Analyse des données épidémiologiques :	233
1. Age	233
2. Le sexe	234

3. Source du courant	235
4. Circonstance de survenue	236
B- Analyse des données cliniques :	237
1. Motif de consultation	237
2. Délai de consultation	238
3. Surface cutanée brûlée	238
4. Profondeur	239
5. Topographie	240
6. Points d'entrée et de sortie	241
7. Lésions associées	242
8. Durée d'hospitalisation	242
C-Analyse des données paracliniques	244
D-Analyse des données thérapeutiques :	245
1 -Prise en charge des brûlures électriques à la phase aiguë	245
2- Prise en charge des brûlures électriques à la phase des séquelles	248
E- Analyse des complications	249
F-Analyse des résultats	250
G-Analyse des gestes prévus	251
CONCLUSION	253
RESUME	257
BIBLIOGRAPHIE	261



INTRODUCTION



L'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée. C'est une évidence pour la société moderne, et qui offre aux individus de multiples possibilités et les libère partiellement de nombreuses contraintes de la vie quotidienne [1]. Chaque année, l'électricité est responsable de plus de 60 000 incendies et de 4 000 victimes dont 100 à 200 décès [2].

Le passage du courant électrique dans l'organisme déclenche un ensemble de manifestations physiopathologiques qui définissent l'électrisation. Alors que le terme plus couramment employé d'électrocution correspond à un décès par électrisation [3].

La brûlure se définit comme une destruction partielle ou totale de la peau et/ou des tissus sous-jacents par un agent qui peut être thermique, électrique, chimique ou radiologique. Les brûlures électriques correspondent à l'ensemble des manifestations dues au passage du courant électrique dans l'organisme entre un point d'entrée et un point de sortie. Elles sont relativement plus rares, mais sont beaucoup plus graves et grevées d'une mortalité et d'une incidence de complications plus élevées que lors des brûlures thermiques classiques [4].

Ces brûlures électriques se caractérisent par une évolution insidieuse et torpide. Il existe une dissociation entre la clinique initiale et l'étendue exacte des lésions, qui sont souvent sous-évaluées en raison des atteintes sous-jacentes initialement inapparentes [5].

Les accidents dus à l'électricité sont relativement fréquents en pédiatrie. Les objets électriques sont souvent assimilés à des jeux et l'enfant ne voit pas le danger et les risques liés à ces derniers [6].

Les brûlures électriques chez l'enfant restent un traumatisme responsable d'une mortalité et surtout d'une morbidité importante d'autant plus qu'elles surviennent chez un enfant jeune avec encore un fort potentiel de croissance [7]. Ceci explique le caractère multidisciplinaire de la prise en charge qui doit être immédiate pour diminuer les conséquences fonctionnelles, esthétiques et psychologiques.

La morbidité élevée liée à ces accidents impose de poursuivre et renforcer encore et toujours les mesures de prévention portant sur l'ensemble des matériels électriques destinés à la production, à la conversion, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique [8] afin d'éviter la survenue de ces accidents chez l'enfant.

Notre étude porte sur l'expérience de l'unité de chirurgie plastique pédiatrique, brûlés de l'hôpital d'enfants de rabat dans la prise en charge des brûlures électriques à travers une étude rétrospective des dossiers médicaux des patients hospitalisés entre les mois juin 2011 et décembre 2016. L'objectif de notre étude est de déterminer le profil épidémiologique, clinique, para clinique et thérapeutique des enfants victimes de brûlures électriques, ainsi que de comparer les résultats obtenus avec les données de la littérature.



MATERIELS & METHODES



I. ECHANTILLONNAGE :

Il s'agit d'une étude rétrospective, observationnelle et analytique faisant ressortir les aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques des brûlures électriques chez l'enfant à propos de 29 cas colligés au service de la Chirurgie Plastique Pédiatrique (chirurgie C) à l'Hôpital d'Enfants de Rabat (HER), sur une durée de 5 ans de juin 2011 à décembre 2016.

Il s'agit également d'une étude comparative avec les données de la littérature mondiale.

- **Critères d'inclusion :**

Ont été inclus dans cette étude tous les malades présentant des brûlures électriques, dont 27 patients victimes de l'électrisation vraie et 2 patients victime de foudroiement, ayant été pris en charge au sein du Service de Chirurgie Plastique Pédiatrique à l'Hôpital d'enfants de Rabat.

- **Critères de non inclusion**

Ont été exclus dans cette étude tous les malades présentant des brûlures par flash et arc électrique.

II. MATERIELS ET METHODES :

Notre étude a porté sur 29 cas colligés au service de la chirurgie plastique pédiatrique de l'hôpital d'Enfants de Rabat.

Les informations concernant les patients sont directement recueillies à partir d'une base de données informatisées, comprenant également des photos prises après accord parental pour le suivi de l'évolution.

Notre méthode comprend trois étapes :

- **La phase de conception de la fiche d'exploitation :**

Elle vise à la création d'une fiche d'exploitation qui va simplifier le recueil des données, et de les standardiser pour en faciliter l'exploitation et l'analyse.

- **La phase de collecte des données :**

A partir de notre base de données, nous procéderons à la collecte des données.

- **La phase d'analyse des données :**

Facilitée par la fiche d'exploitation, la rédaction des résultats et leur représentation graphique a été réalisée par l'utilisation des logiciels WORD et EXCEL version française.

Dossier N °1	
<u>Age :</u>	4 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride rétractile
<u>Délai de consultation :</u>	une année
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Rétraction de la 1 ^{ère} commissure et l'IPP de la main gauche
Point(s) d'entrée :	Main gauche
Point(s) de sortie :	Membre inférieur
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	---
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération+ greffe de peau totale + embrochage articulaire de l'IPP
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en Ambulatoire et découverte de la greffe à J7 puis soins locaux 1j/2
<u>Complications :</u>	Pas de complication
<u>Cicatrisation :</u>	Prise totale de la greffe
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °2	
<u>Age :</u>	4 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride rétractile
<u>Délai de consultation :</u>	3 mois
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Rétraction de l'IPP et de l'IPD des 2doigts :D2 D3
Point(s) d'entrée :	Face palmaire D2 et D3 de la main gauche
Point(s) de sortie :	Membre inférieur
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	Lésion tendineuse
• Etat hémodynamique :	---
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération+ embrochage articulaire : exposition sur D2 : FCS+FCP D3 : tendon perdu +exposition osseuse Couverture par empochement selon Colson
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 ^{ère} hospitalisation : 3semaines puis sevrage 2 ^{ème} temps en ambulatoire pour séparer les 2 doigts
<u>Complications :</u>	Pas de complication
<u>Cicatrisation :</u>	A J ₁₀ post opératoire : lâchage de la partie supérieure du lambeau Sevrage à 3 semaines, puis 1 mois après : séparation des 2 doigts
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Geste prévu : greffe tendineuse et Rééducation fonctionnelle

Dossier N°3	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue à bas voltage
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, elle est renvoyée à son domicile après avoir été vu aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Au niveau de 2 points d'entrée : Face palmaire de l'IPP de D5 et pulpe de D1 de la main droite
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-surveillance 24h
Traitement chirurgical initial :	Excision-exposition FCP D5-embrochage articulaire-lambeau de Cross finger –greffe de peau totale sur la face dorsale de D4 prélevée au niveau de la région hypothénarienne
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 ^{er} temps : 1 semaine 2 ^{ème} temps : séparation des doigts après 3 semaines en ambulatoire
<u>Complications :</u>	Pas de complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Relativement satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Séquelle esthétique sur la face dorsale de D4

Dossier N °4	
<u>Age :</u>	3 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, elle est renvoyée à son domicile après avoir été vue aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Le pouce de la main droite
Point(s) de sortie :	La face dorsale de l'IPP des 2 doigts D2 D3 de la main gauche
	< 1 %
Surface cutanée brûlée :	3 ^{ème} degré profond
Profondeur :	---
• Lésions associées :	Stable
• Etat hémodynamique :	
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Amputation du pouce pour la main droite Cicatrisation dirigée pour le reste des lésions
Traitement chirurgical des séquelles :	Plastie en Z pour bride au niveau MP D3 de la main gauche --
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	3 semaines 2 ^{ème} temps : plastie en Z en ambulatoire
<u>Complications :</u>	Pas de complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Insatisfaisant : pouce de la main droite amputé
<u>Remarque :</u>	A proposer : transfert d'orteil

Dossier N °5	
<u>Age :</u>	5ans
<u>Sexe :</u>	masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, il est renvoyé à son domicile après avoir été vu aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	La face dorsale du pouce de la main gauche
Point(s) d'entrée	---
Point(s) de sortie	< 1 %
Surface cutanée brûlée :	3 ^{ème} degré profond
Profondeur :	---
• Lésions associées :	Stable
• Etat hémodynamique :	
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-surveillance 24h
Traitement chirurgical initial :	Excision - embrochage articulaire – exposition de l'IPD1 Lambeau de Foucher Greffes de la peau totale prélevée au niveau de la région hypothyroïdienne. Découverte de la greffe à j7. Zone donneuse est maintenue occluse pendant 3 semaines
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	05 jours d'hospitalisation puis PEC en ambulatoire
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Relativement satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Séquelle esthétique sur la face dorsale de D2

Dossier N °6	
<u>Age :</u>	3 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, elle est renvoyée à son domicile après avoir été vue aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Au nombre de 2 : au niveau de la main gauche : face palmaire
Point(s) de sortie :	de la pulpe de pouce- face palmaire de IPD et de D5
Surface cutanée brûlée :	face palmaire d'IPD du pouce de la main droite
Profondeur :	< 1 %
• Lésions associées :	3 ^{ème} degré profond
• Etat hémodynamique :	---
	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	---
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG- surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Pansement gras jusqu'à la cicatrisation complète
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Pas de complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N ° 7	
<u>Age :</u>	7ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine
	initialement, il est renvoyé à son domicile après avoir été vu aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Au nombre de 2 au niveau de la main gauche : Face palmaire de D5 – IPD de la main droite
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	<1%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	

<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	
Traitement chirurgical initial :	ECG –surveillance 24 h
	Pansement gras jusqu'à cicatrisation complète
Traitement chirurgical des séquelles :	
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	
ambulatoire	
<u>Complications :</u>	
Sans complication	
<u>Cicatrisation :</u>	
Complète	
<u>Résultats :</u>	
Satisfaisant	
<u>Remarque :</u>	

Dossier N ° 8	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride rétractile
<u>Délai de consultation :</u>	7 mois
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Rétraction IPP et IPD au niveau de D5 de la main droite
Point(s) d'entrée	Main droite
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	<1%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération de la bride Embrochage articulaire IPP+IPD en extension Exposition tendineuse Lambeau Cross Finger à partir de la face dorsale de D4 Greffe de peau totale prélevée de la région inguinale Sevrage à 3 semaines
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	5 jours puis à 3 semaines : séparation des doigts en ambulatoire
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Prise totale de la greffe
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N ° 9	
<u>Age :</u>	13 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride rétractile
<u>Délai de consultation :</u>	2 ans
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Bride MP au niveau de D4 de la main droite
Point(s) d'entrée :	Main droite

Point(s) de sortie :	<1%
Surface cutanée <u>brûlée</u> :	3 ^{ème} degré profond
Profondeur :	---
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	---
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Plastie en Z étagée pour libérer la bride
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °10	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Au nombre de 2 au niveau de la main gauche : IPD et IPP de D4
Point(s) de sortie :	Oreille gauche
Surface cutanée <u>brûlée</u> :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	Luxation de l'IPD de D4 de la main gauche
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	
	Bilan préopératoire : NFS-TP- TCA
	CPA
	Radiographie de la main gauche : luxation au niveau de l'IPD D4 de la main gauche
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-surveillance 24h
Traitement chirurgical initial :	Excision- embrochage articulaire et greffe de peau totale prélevée au niveau inguinal.
	Prise partielle de la greffe et exposition articulaire d'où un empochement selon Colson puis sevrage à 3 semaines en 2temps le reste c'est la cicatrisation dirigée

Traitement chirurgical des séquelles :	
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications:</u>	
	Prise partielle de la greffe de peau
	Exposition articulaire IPD D4
<u>Cicatrisation :</u>	Moyenne
<u>Résultats :</u>	
	Insatisfaisant : doigt dystrophie car l'amputation n'a pas été acceptée par la maman
<u>Remarque :</u>	Nécessite l'amputation

Dossier N °11

<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride cicatricielle
<u>Délai de consultation :</u>	Initialement elle est admise à 1 semaine après l'accident mais la maman a refusé le traitement 3mois après : Bride cicatricielle
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	MP IPP IPD de D4 de la main droite
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	
	Bilan préopératoire : NFS-TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	La maman a refusé la greffe en phase aigue Développement de la bride au niveau MP IPP IPD D4 Réhospitalisation a 3 mois, pour une plastie en Z
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °12	
<u>Age :</u>	4 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, elle est renvoyée à son domicile après avoir été vue aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Nombreux points d'entrée au niveau de la face palmaire de la main gauche
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	---
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	ECG- surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Perdue de vue

Dossier N °13	
<u>Age :</u>	14 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	PEC aux UCP incision de décharge puis transfert aux CHC
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Face palmaire de la main droite
Point(s) de sortie	Membre inférieur
Surface cutanée <u>brûlée</u> :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	
	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA
	CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	ECG- surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Aponévrotomie de la face dorsale de la main
	Excision de placard de 3 ^{ème} degré
	Cicatrisation dirigée
	Amputation P2 D1 et P3 D3
	Ablation osseuse et conservation de la peau afin de l'utiliser à la couverture de MP D3
	Grefe de peau semi épaisse prélevé au niveau de la cuisse

Traitement chirurgical des séquelles :	
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Insatisfaisant: séquelle esthétique et fonctionnelle
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °14	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, il est renvoyé à son domicile après avoir été vu aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	IPD et IPP du D2 au niveau de la main gauche
Point(s) de sortie	Pulpe et MCP de D2 main droite
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	---
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	----
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Perdue de vue

Dossier N °15	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1 semaine Initialement, elle est renvoyée à son domicile après avoir été vu aux urgences sans aucune PEC spécialisée
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Face palmaire de la pulpe de D3 de la main gauche
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	---
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	ECG- surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Perdue de vue

Dossier N °16	
<u>Age :</u>	15 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride cicatricielle
<u>Délai de consultation :</u>	Brûlure électrique survenant à l'enfance (10 ans)
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Bride cicatricielle intéressant la phase palmaire de D5 de la main droite
Point(s) d'entrée :	Main droite
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	---
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP – TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération de la bride puis plastie en Z étagée
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °17	
<u>Age :</u>	5 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Accident domestique
<u>Motif de consultation :</u>	Bride cicatricielle
<u>Délai de consultation :</u>	7 mois
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Bride au niveau de la MP de D3 de la main gauche
Point(s) d'entrée :	Main gauche
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	< 1 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS – TP – TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération Greffe de peau totale prélevée au niveau inguinale
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	PEC en ambulatoire
<u>Complications:</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °18	
<u>Age :</u>	11 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haut voltage
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Membre supérieur droit
Point(s) de sortie :	Les 2 membres inférieurs
Surface cutanée brûlée :	3,5%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	Atteinte du nerf médian
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques:</u>	
Mesures de réanimation :	Séjour en réanimation
Traitement chirurgical initial :	Aponévrotomie Excision Cicatrisation dirigée Amputation de 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} orteils du pied gauche Greffes de peau semi épaisse sur MS droit prélevée au niveau de la cuisse
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications:</u>	Séquelle neurologique : paralysie du nerf médian
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Insatisfaisant : séquelle esthétique et fonctionnelle
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °19	
<u>Age :</u>	12 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haut voltage
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	1mois
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Membre supérieur
Point(s) de sortie	Les 2 membres inférieurs
Surface cutanée brûlée :	5,3%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-surveillance 24h
Traitement chirurgical initial :	Greffe de peau semi épaisse prélevé au niveau de la cuisse
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 mois
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N °20	
<u>Age :</u>	4 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Port à la bouche d'une prise électrique
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	La bouche
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	<1%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG-Surveillance 24h
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications:</u>	Microstomie
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Relativement satisfaisant : limitation d'ouverture de la bouche
<u>Remarque :</u>	Commissuroplastie faite après 6mois

Dossier N °21	
<u>Age :</u>	15 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haut voltage
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	Main droite
Point(s) de sortie :	Membre inférieur
Surface cutanée brûlée :	50%
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	instable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	Remplissage, intubation, sondage urinaire
Traitement chirurgical initial :	Incision de décharge
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	5jours puis transféré au CHU Ibn rochd à Casa
<u>Complications :</u>	---
<u>Cicatrisation :</u>	---
<u>Résultats :</u>	Insatisfaisant
<u>Remarque :</u>	Décès

Dossier N °22	
<u>Age :</u>	13 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haut voltage
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	2 points d'entrée au niveau de l'abdomen : FIG et l'hypochondre gauche
Point(s) de sortie	Membre inférieur
Surface cutanée brûlée :	3%
Profondeur :	3 ^{ème} degré
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Excision de la plaque nécrosée Cicatrisation dirigée Greffes de peau semi épaisse prélevée au niveau de la cuisse
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications :</u>	Sans complications
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N °23	
<u>Age :</u>	11 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution basse tension
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Membre supérieur droit
Point(s) d'entrée :	Au nombre de 2 : face interne de la cuisse au niveau des 2
Point(s) de sortie :	membres inférieurs
Surface cutanée brûlée :	3,5 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	Atteinte des nerfs : radial, médian et cubital
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Aponévrotomie Excision de la plaque nécrosée Exposition du pédicule fémorale superficielle Couverture par muscle couturier Greffe de peau semi épaisse prélevée au niveau de la cuisse
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 mois
<u>Complications :</u>	Paralysie radiomédiocubitale
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Insatisfaisant : séquelle esthétique et fonctionnelle
<u>Remarque :</u>	Perdu de vue

Dossier N °24	
<u>Age :</u>	13 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution basse tension
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Face palmaire de D2 et pulpe de D1 de la main gauche
Point(s) de sortie	Nombreuses points de sortie au niveau de la face postérieure de la jambe droite
Surface cutanée brûlée :	1,5 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Excision Greffe peau totale prélevée au niveau inguinal
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 mois
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Prise totale de la greffe
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Rééducation fonctionnelle

Dossier N °25	
<u>Age :</u>	13 ans
<u>Sexe :</u>	masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	haut voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haute tension
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Membre supérieur droit
Point(s) d'entrée	Membre inférieur gauche
Point(s) de sortie	2 %
Surface cutanée brûlée :	3 ^{ème} degré profond
Profondeur :	---
• Lésions associées :	stable
• Etat hémodynamique :	
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	Excision Grefe de peau semi épaisse prélevée au niveau de la cuisse Amputation du gros orteil
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	2 mois
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N °26	
<u>Age :</u>	15 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Contact avec une source de distribution haute tension
<u>Motif de consultation :</u>	Bride axillaire
<u>Délai de consultation :</u>	Plusieurs mois après accident
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	Bride cicatricielle au niveau axillaire droite
Point(s) d'entrée :	---
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	9,5 %
Profondeur :	3ème degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	---
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP- TCA
	CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	---
Traitement chirurgical initial :	---
Traitement chirurgical des séquelles :	Libération puis greffe de peau totale prélevée au niveau inguinal Plastie en Z
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	7j
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Relativement satisfaisant
<u>Remarque :</u>	Expansion cutanée faite le 10 janvier 2017

Dossier N °27	
<u>Age :</u>	2 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Moyen
<u>Source du courant :</u>	Bas voltage
<u>Circonstances de survenue :</u>	Brûlure par plaque de Bistouri électrique admis au bloc opératoire pour une amygdalectomie
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique aigue
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	Au nombre de 2 : l'une au niveau de la partie supérieure de la fesse gauche et l'autre au niveau de la partie latérale de la même fesse
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	2,5 %
Profondeur :	3 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	
Bilan préopératoire : NFS- TP- TCA CPA	
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Parage
	Grefe de peau semi épaisse prélevée au niveau de la cuisse
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 mois
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N °28	
<u>Age :</u>	14 ans
<u>Sexe :</u>	Masculin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Foudre
<u>Circonstances de survenue :</u>	Foudre
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique due à la foudre
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée :	---
Point(s) de sortie :	---
Surface cutanée brûlée :	9,5 %
Profondeur :	2 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	Bilans préopératoires : NFS- TP- TCA CPA
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	1 mois
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---

Dossier N °29	
<u>Age :</u>	13 ans
<u>Sexe :</u>	Féminin
<u>Niveau socioéconomique :</u>	Bas
<u>Source du courant :</u>	Foudre
<u>Circonstances de survenue :</u>	Foudre
<u>Motif de consultation :</u>	Brûlure électrique due à la foudre
<u>Délai de consultation :</u>	Immédiate
<u>Clinique :</u>	
Examen clinique à l'admission :	
• Atteinte cutanée :	
Point(s) d'entrée	---
Point(s) de sortie	---
Surface cutanée brûlée :	1 %
Profondeur :	2 ^{ème} degré profond
• Lésions associées :	---
• Etat hémodynamique :	Stable
<u>Bilans paracliniques :</u>	---
<u>Prise en charge thérapeutiques :</u>	
Mesures de réanimation :	ECG – surveillance 24 h
Traitement chirurgical initial :	Cicatrisation dirigée
Traitement chirurgical des séquelles :	---
<u>Durée d'hospitalisation :</u>	15 jours
<u>Complications :</u>	Sans complication
<u>Cicatrisation :</u>	Complète
<u>Résultats :</u>	Satisfaisant
<u>Remarque :</u>	---



RESULTATS



I-LES DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

L'élaboration de ce travail se base sur une étude rétrospective portant sur 29 patients victimes de brûlures électriques vraies ou des brûlures liées au foudroiement. Tous ces patients ont bénéficiés d'une prise en charge au Service de Chirurgie Plastique Pédiatrique (chirurgie C) de l'Hôpital d'Enfants de Rabat, sur une période de 5 ans allant de juin 2011 à décembre 2016.

1. L'âge :

L'âge moyen des patients est de **8,5ans** (2-15ans). Nos patients de sexe masculin avaient entre 2 et 15 ans (Moyenne : 8, 5ans). Nos patients de sexe féminin avaient entre 3 et 15 ans (Moyenne : 9 ans) (tableau1, figure1).

Tableau 1 : Age moyen des malades en fonction du sexe.

Sexe	Age moyen
Filles	9 ans
Garçons	8,5 ans

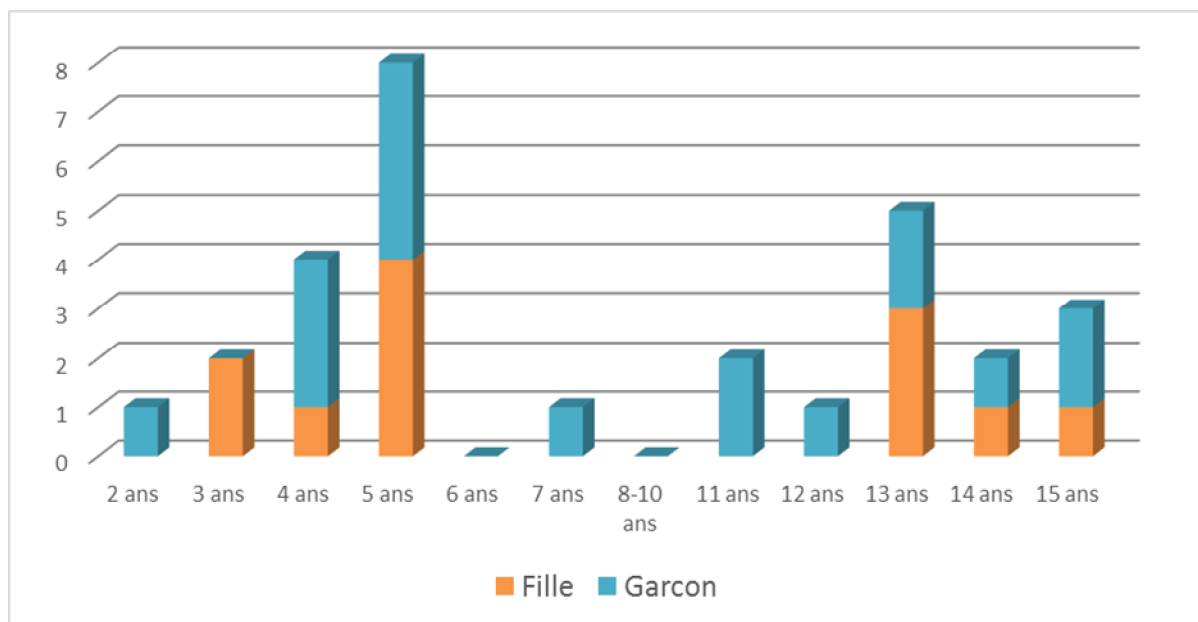


Figure 1: Répartition des malades par tranche d'âge.

Le diagramme, ci-dessus, démontre que les brûlures électriques chez l'enfant peuvent survenir à tout âge, mais il existe surtout 2 pics de fréquence : le premier pic est observé chez les enfants de 5 ans, alors que le second est observé chez l'adolescent de 13 ans.

2. Le sexe :

Notre étude couvre 29 patients dont :

- 17 garçons, soit 59 %
- 12 filles, soit 41%

On note, donc, une légère prédominance masculine avec une sex-ratio égale à 0,7 (figure2).

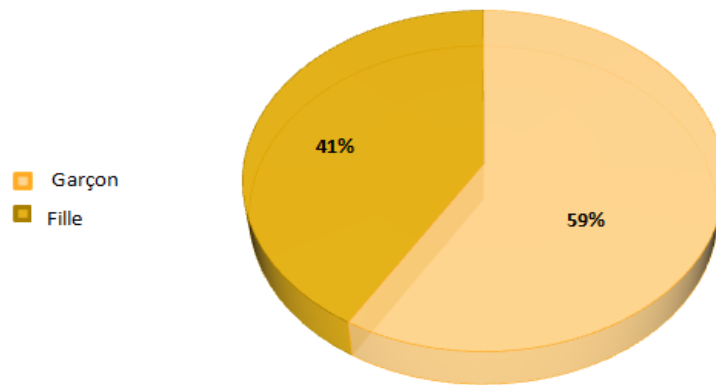


Figure 2: Répartition des patients selon le sexe.

3. Niveau socio-économique :

Dans notre étude, 52% des cas sont de bas niveau socio-économique.

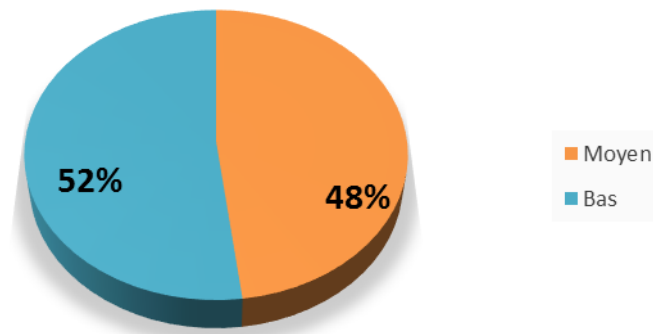


Figure 3: Répartition des patients selon le niveau socio-économique.

4. Source du courant :

Tableau 2 : Répartition des cas selon la nature des sources du courant

Source du courant	Nombre de patients	Pourcentage
Bas voltage	20	69%
Haut voltage	7	24%
Foudre	2	7%

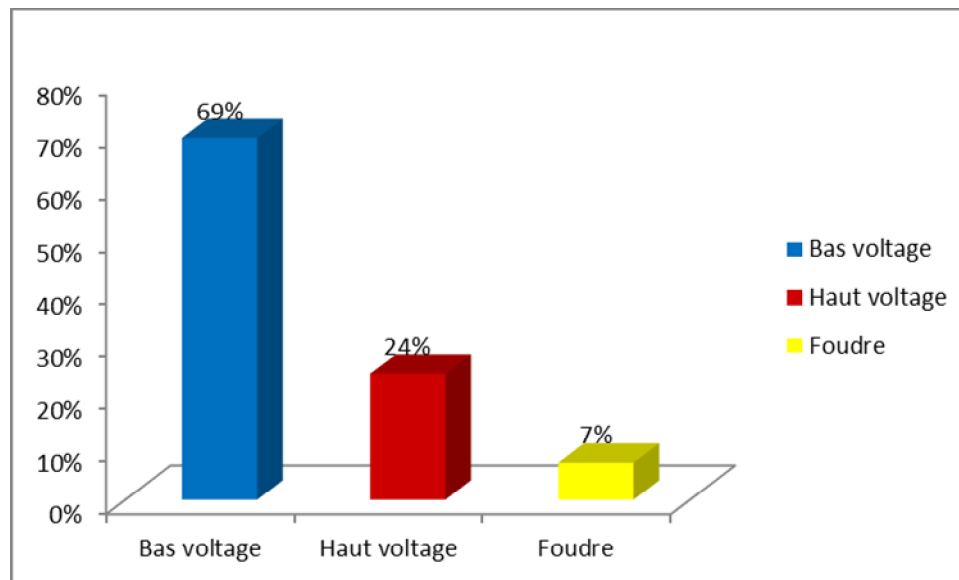


Figure 4: Répartition des cas selon la nature des sources du courant

Notre étude révèle que 69 % des brûlures électriques subies par nos patients se produisent par courant de bas voltage, alors que 24% des brûlures surviennent par courant de haut voltage. La foudre, au demeurant, est responsable d'un taux non négligeable des brûlures électriques qui est de 7 %.

5-Circonstance de survenue :

Les circonstances de survenue	Total	Sexe		Groupe d'âge				
		Garçon	Fille	2 – 4 ans	5 -7 ans	8-10 ans	11- 12 ans	13 – 15 ans
Bas voltage	20	9	11	7	9	-	-	4
Manipulation des prises électriques	18	7	11	5	9	-	-	4
Port à la bouche d'une prise électrique	1	1	-	1				
Brûlure par plaque de bistouri électrique	1	1	-	1	-	-	-	-
Haut voltage	7	7	0	0	0	0	3	4
Contact avec une source de distribution haute tension	7	7	0	-	-	-	3	4
Foudre	2	1	1	-	-	-	-	2

Tableau 3: Les circonstances de survenue des brûlures électriques en fonction de l'âge et le sexe.

On remarque que la grande majorité des patients atteints de brûlures électriques par bas voltage appartiennent aux groupes d'âge de 2 à 7 ans. Ces brûlures surviennent majoritairement à domicile dans 95% des cas (19 patients), alors que 5% des cas (1 patient) sont victimes de brûlure par plaque de Bistouri survenant accidentellement au service de chirurgie A à l'Hôpital d'Enfants de Rabat (HER).

Quant aux brûlures électriques par haut voltage, elles surviennent, majoritairement, chez les garçons entre 11 et 15 ans lors d'un contact avec une source de distribution électrique d'haute tension. On note également que la foudre est la cause des brûlures électriques chez 2 patients survenant surtout lors d'activités extérieures.

II-LES DONNEES CLINIQUES :

1. Motif de consultation :

Les motifs de consultation sont représentés par des brûlures électriques aiguës de bas voltage dans 45% des cas (13 patients) ; des brûlures électriques aiguës de haut voltage dans 20,5 % des cas (6 patients) ; et les séquelles des brûlures électriques (brides cicatricielles) dans 27,5 % des cas (8 patients). Enfin, les lésions dues à la foudre sont illustrées dans 7 % des cas (2patients).

Motif de consultation	Nombre de patients	Pourcentage
Brûlures électriques aiguës Bas voltage	13	45%
Brûlures électriques aiguës Haut voltage	6	20,5%
Bride cicatricielle	8	27,5%
Foudre	2	7%
Total	29	100%

Tableau 4: Répartition des patients selon le motif de consultation.

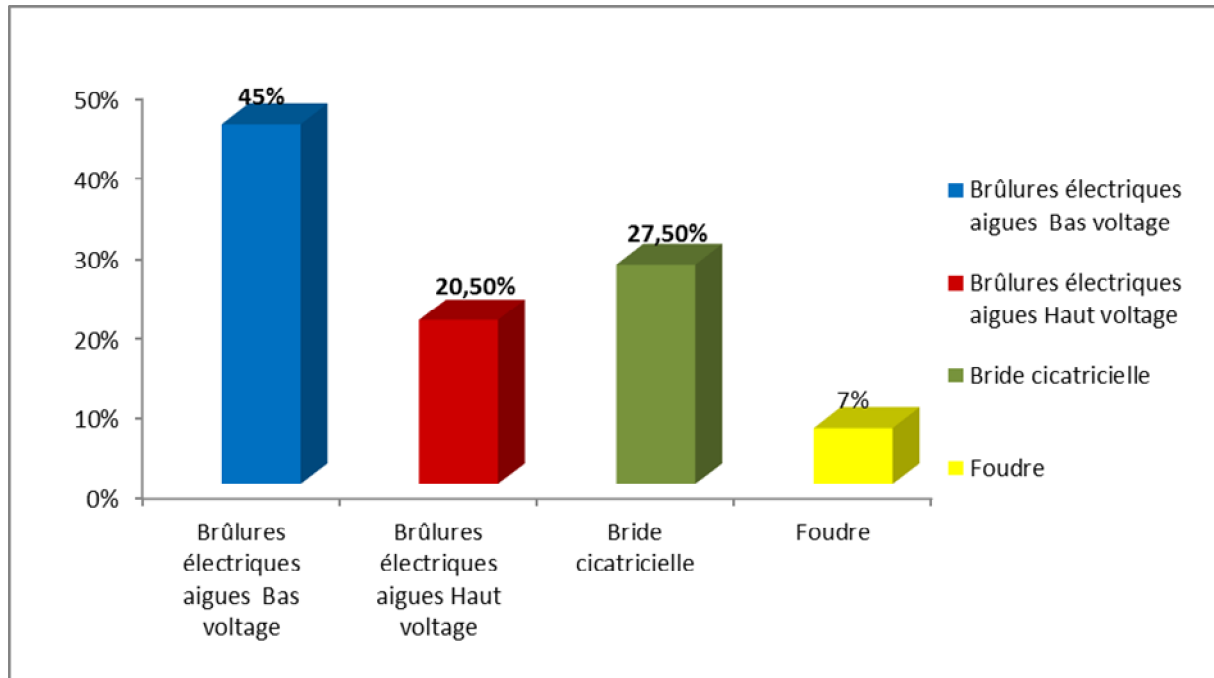


Figure 5: Répartition des patients selon le motif de consultation.

2. Délais de consultation :

Durant notre étude, la majorité des patients (21 cas) ont été consultés à la phase aiguë soit 72,5 % des cas, alors que 8 patients ont été consultés à la phase des séquelles soit 27,5 % des cas (Figure 6)

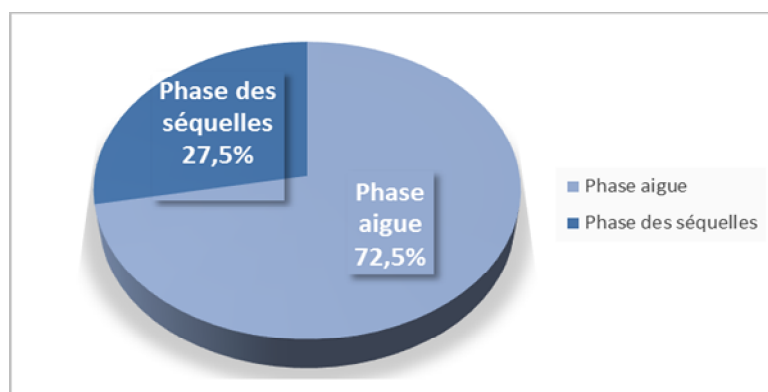


Figure 6: Répartition des patients selon le délai de consultation.

On constate, également, que le délai entre les brûlures électriques et la prise en charge diffère selon qu'il s'agit d'un courant de bas ou de haut voltage. Le diagramme, ci-dessous, montre que 71,5 % des cas de brûlures électriques de haut voltage (5 cas) consultent immédiatement, alors que 75 % (15 cas) des cas brûlures électriques de bas voltage consultent dans un délai datant de plus d'un jour.

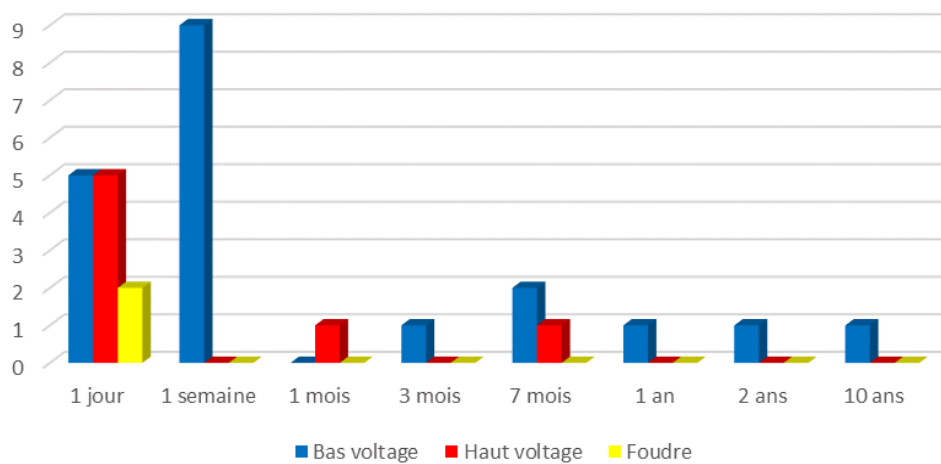


Figure 7 : Répartition selon le délai de transfert au service de chirurgie

3. Surface cutanée brûlée :

Parmi les 29 patients, la surface cutanée brûlée est $< 1\%$ chez 18 malades (62%), 1-5% chez 7 malades (24%), 5-10% chez 3 malades 9,5% et $>10\%$ chez un seul malade (3,5%). On révèle également que la majorité des brûlures électriques à bas voltage ont une surface cutanée brûlée $< 1\%$, alors que les brûlures électriques à haut voltage ont une surface cutanée brûlée supérieure à 1,5%

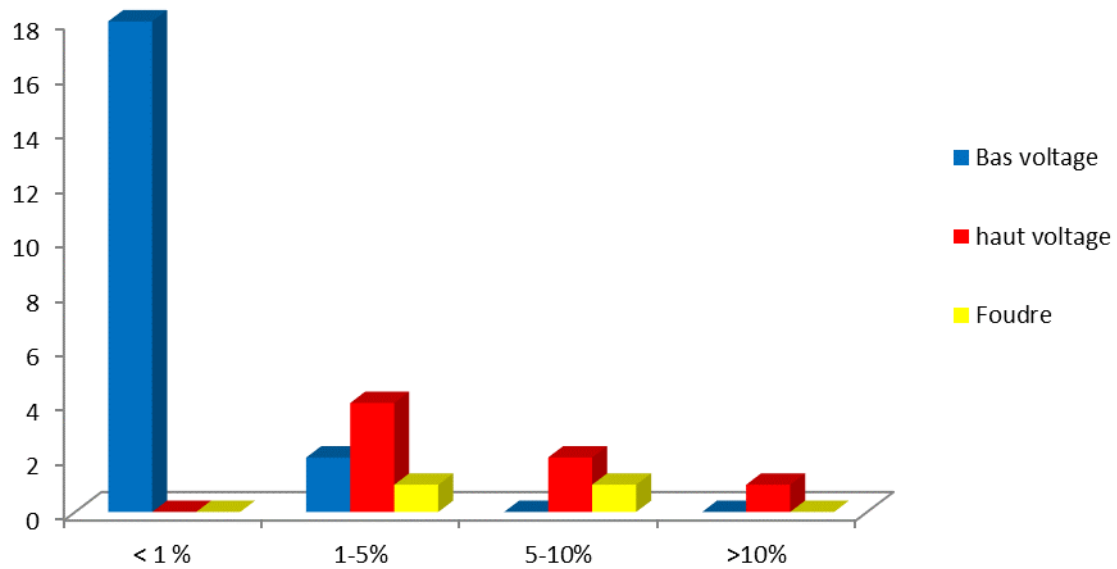


Figure 8 : Répartition de la surface cutanée brûlée

4. Profondeur :

Parmi les 29cas, on remarque que la profondeur des brûlures électriques se répartit de la façon suivante :

-27cas ont des brûlures de 3ème degré, soit un taux de (93%).

-2 cas présentent des brûlures de 2ème degré (7%).

5. Topographie:

5. 1 - Topographie des brûlures électriques à la phase aiguë:

Parmi les 21 patients présentés à la phase aiguë, la localisation des brûlures électriques est au niveau des membres supérieurs dans 16 cas (43,3%), au niveau des membres inférieurs dans 8 cas (21,6%), et au niveau du tronc dans 5 cas (13,5 %). On remarque que le pourcentage des brûlures électriques observé dans l'abdomen, les fesses et les OGE est identique (5,4 %). Enfin, on note que les lésions sont également situées au niveau des lèvres et des oreilles dont chacun représente 2,7 % des cas.

Tableau 5 : répartition des brûlures électriques selon la localisation

Localisation des brûlures électriques	Nombre	Pourcentage
Les lèvres	1	2,7 %
L'oreille	1	2,7 %
Cou	-	-
Tronc	5	13,5 %
Abdomen	2	5,4 %
MS	16	43,3%
MI	8	21,6 %
Fesse	2	5,4 %
OGE	2	5,4 %

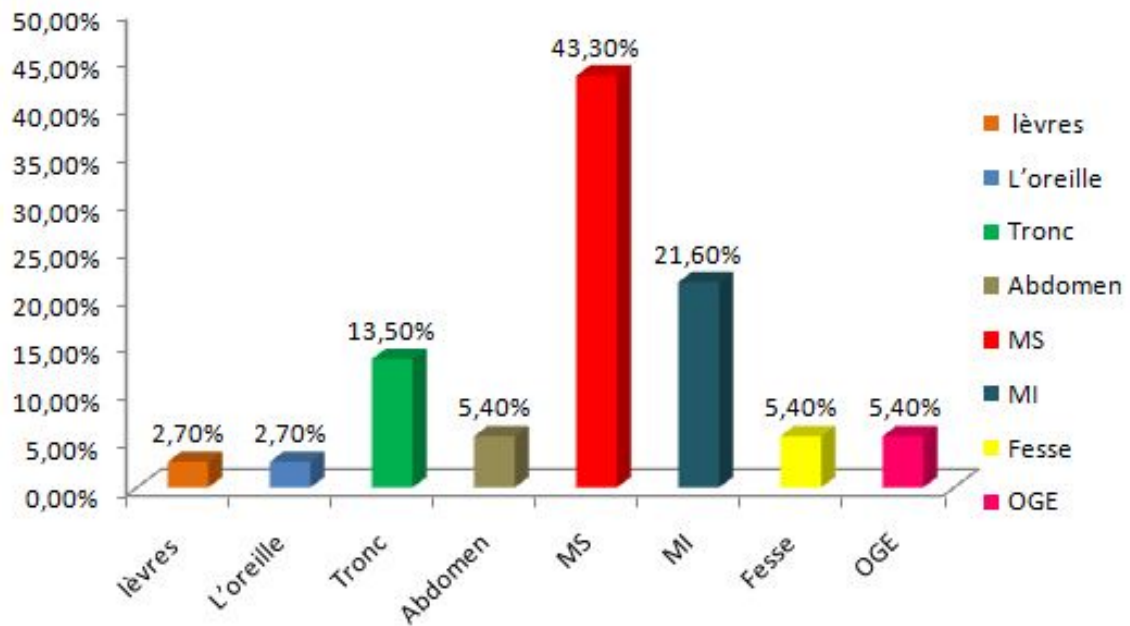


Figure 9 : Répartition des brûlures électriques à la phase aigüe selon la localisation

5. 2 - Topographie des séquelles des brûlures électriques:

Au cours de l'étude de la répartition topographique des séquelles, on a remarqué la prépondérance des brûlures des mains dans 87,5%, suivie par celles du tronc dans 12,5%

6. Points d'entrée:

Notre étude montre que le point d'entrée chez 27 malades atteints de brûlures électriques vraies, se situe au niveau des membres supérieurs siégeant préférentiellement au niveau des mains dans 88%, ce taux se répartit entre la main droite (48%) et la main gauche (40%). Quant aux points d'entrée des : lèvres, de la fesse et de l'abdomen, ils représentent chacun 4 % des cas.

Point d'entrée	Nombre	Pourcentage
Main droite	13	48 %
Main gauche	11	40 %
Les lèvres	1	4 %
Fesse	1	4 %
Abdomen	1	4 %

Tableau 6 : Répartition de la localisation du point d'entrée au cours des brûlures électriques vraies

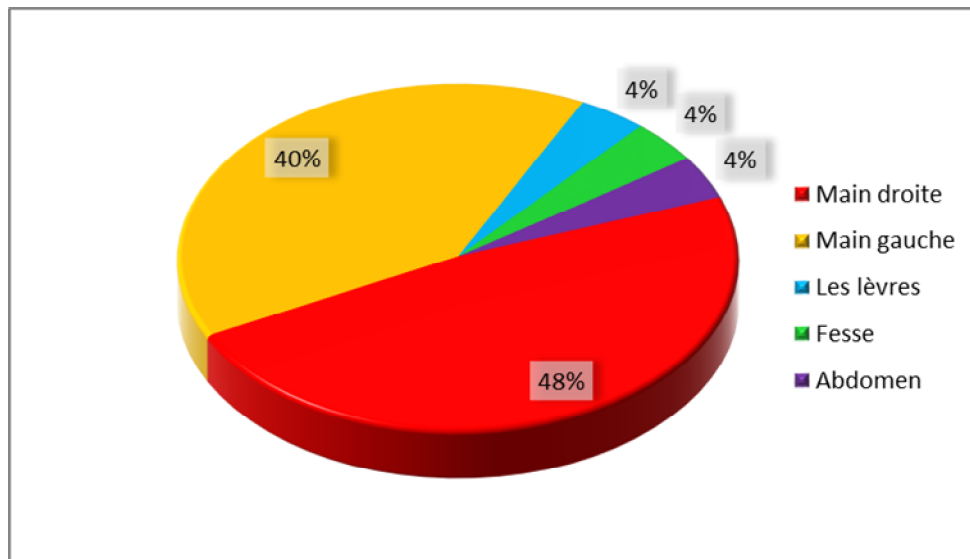


Figure 10 : Répartition de la localisation du point d'entrée au cours des brûlures électriques vraies

7. Points de sortie :

On constate, en outre, que le point de sortie se situe dans 37 % des cas dans les membres inférieurs, ainsi qu'au niveau des mains dans 11%, alors que le point de sortie est inexistant dans 52% des cas.

Tableau 7 : Répartition de la localisation du point de sortie au cours des brûlures électriques vraies

Point de sortie	Nombre	Pourcentage
Main droite	2	7 %
Main gauche	1	4%
MI	10	37 %
Pas de point de sortie	14	52%

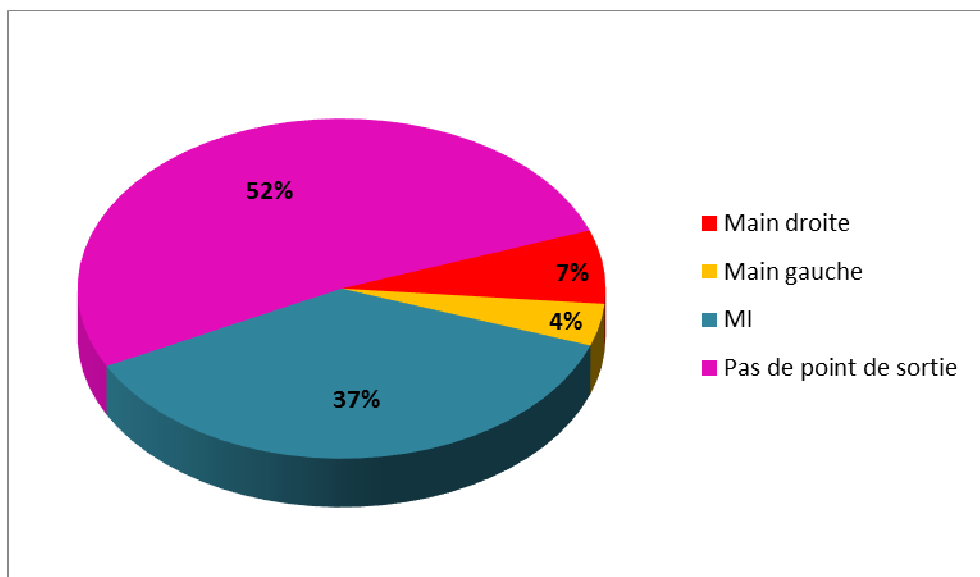


Figure 11 : Répartition de la localisation du point de sortie au cours des brûlures électriques vraies

8. Lésions associées:

Parmi les 29 patients victimes des brûlures électriques, on signale que les lésions associées sont remarquées dans 17,24 % des cas. Elles sont représentées par : 2 cas d'atteintes nerveuses (paralysie du nerf médian et paralysie des nerfs radio médio cubital), 1 cas de lésion tendineuse, 1 cas de luxation de l'articulation interphalangienne distale, et 1 cas de défaillance multiviscérale. Par contre, aucun patient n'a présenté de trouble cardiaque ni d'anomalie à l'ECG.

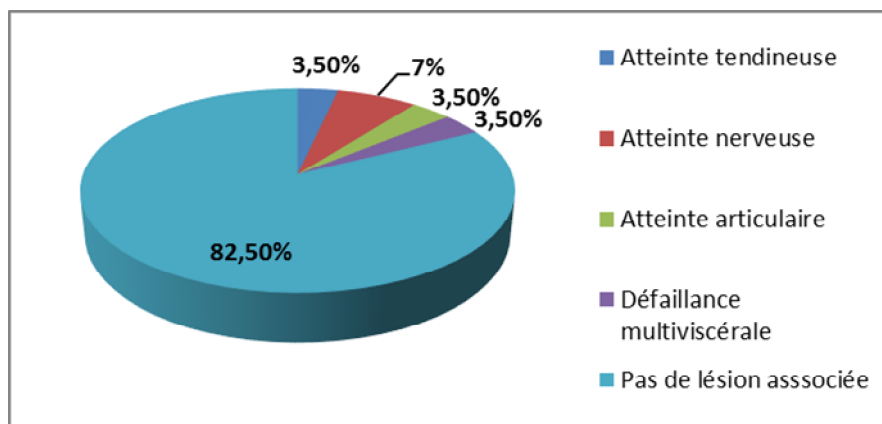


Figure 12 : Répartition des brûlures électriques selon les lésions associées.

9. Etat hémodynamique :

Dans notre étude : 28 malades présentent un état hémodynamique stable; par contre, un seul cas a été admis dans un état de choc hypovolémique avec défaillance multiviscérale conduisant à son décès après séjour en réanimation.

10. Durée d'hospitalisation :

Durant notre étude, 69 % des enfants sont hospitalisé dans le service de Chirurgie Plastique Pédiatrique, la durée moyenne d'hospitalisation est de 30 jours avec des extrêmes de 5 jours à 60 jours. Un patient a effectué 2 séjours dans notre service pour le même motif car la maman a refusé le traitement initial, puis il a été réadmis dans un tableau de séquelle. On signale encore que 31% patients sont pris en charge d'emblée en ambulatoire.

III-LES DONNEES PARACLINIQUES :

Dans notre étude, une radiographie standard des mains est réalisée chez 1 patient. Elle a montré une luxation au niveau de l'articulation interphalangienne distale du 4^{ème} doigt.

Par ailleurs, D'autres malades (79 %) ont bénéficié d'une consultation préanesthésique et d'un bilan biologique comprenant :

- Un bilan d'hémostase.
- Une numération formule sanguine.
- Ionogramme complet : avec fonction rénale et protidémie
- Dosage des enzymes cardiaques
- ECG

IV-LES DONNEES THERAPEUTIQUES :

1. Aux urgences :

Les 21 patients de notre étude, victimes des brûlures électriques à la phase aigüe, sont pris en charge initialement au niveau des UCP. Ils ont, ensuite, bénéficié d'une surveillance électrocardiographique de 24h.

Les patients victimes de brûlures électriques vraies de bas voltage, ont reçu du sérum anti tétanique, des soins locaux faisant appel au nettoyage par du sérum physiologique et un pansement gras. Ils n'ont pas été transférés au service de chirurgie plastique pour une éventuelle prise en charge spécialisée. Par contre, les patients victimes de brûlures électriques à haut voltage ont été directement adressés et hospitalisés au service de chirurgie infantile ou de réanimation selon leur gravité.

2. Au service de réanimation :

Dans notre étude, 2 cas, seulement, sont hospitalisés dans le service de réanimation. Toutefois, un seul cas de décès est enregistré, dont la cause est une brûlure électrique étendue et compliquée par une défaillance multiviscérale.

3. Au service de Chirurgie Plastique Pédiatrique :

3.1- Prise en charge à l'admission :

Parmi nos malades, 21 patients victimes de brûlures électriques ont bénéficié de la prise en charge urgente à l'admission. Les interventions effectuées se répartissent de la manière suivante :

- Incisions de décharge chez 1 patient;
- Aponévrectomies chez 3 patients ;
- Amputations chez 3 patients;
- Et cicatrisation dirigée type pansement gars chez 13 patients (pour les brûlures électriques où la lésion cutanée est minime).

Tableau 8 : La répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à l'admission.

Les moyens de traitement	Nombre	Pourcentage
Incision de décharge	1	5%
Aponévrotomie	3	15%
Amputation	3	15%
Cicatrisation dirigée	13	65%
Total	20	100%

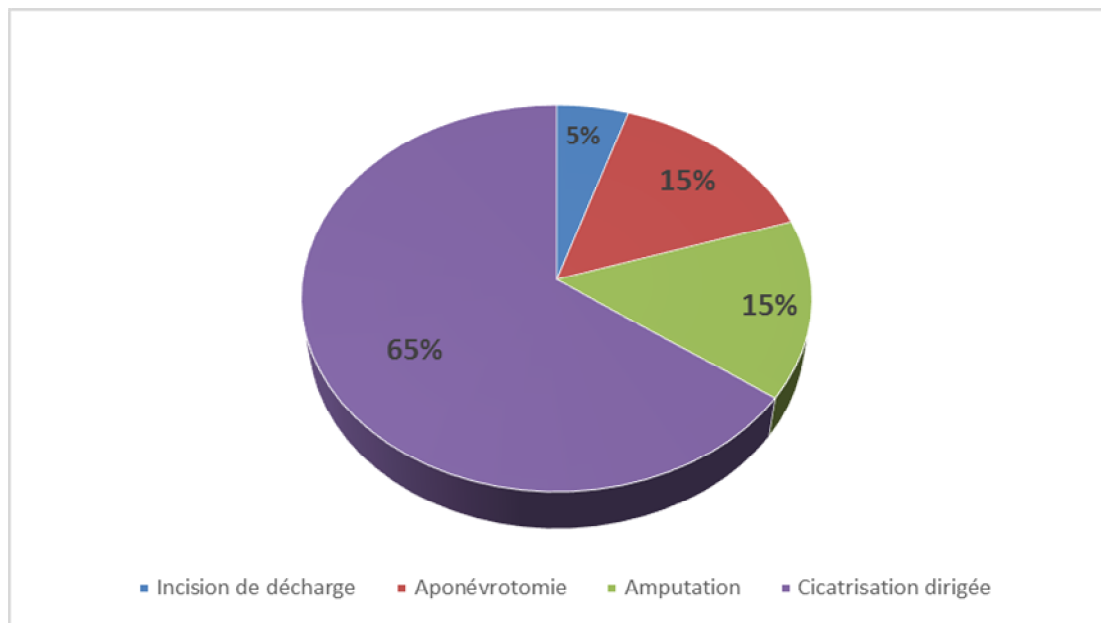


Figure 13 : La répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase aiguë

Lors de la phase intermédiaire, les gestes chirurgicaux ont consisté en l'utilisation des greffes de peau et des lambeaux de couverture.

■ **Traitement par greffe de peau :**

Sur 21 victimes de brûlures électriques à la phase aiguë, seulement 9 patients ont bénéficié d'une greffe cutanée soit 42,8 % des cas. On note que :

- 2 patients ont bénéficié de greffe de peau totale soit 22%, dont le site de prélèvement était la région inguinale.
- 7 patients ont bénéficié de greffe de peau demi épaisse soit 78%, dont le site de prélèvement était la cuisse.
- Et aucun patient n'a bénéficié de greffe de peau fine.

■ **Traitement par lambeaux de couverture:**

La couverture par un lambeau cutané s'avère le traitement de choix chez 5 patients victimes de brûlures électriques à la phase aiguë :

- 1 patient a bénéficié d'un lambeau de couverture type Cross-Finger
- 1 patient a bénéficié d'un lambeau de couverture type Foucher
- 1 patient a bénéficié d'un empochement selon Colson

Au terme de cette évaluation initiale, on a constaté d'abord que le traitement chirurgical (englobant l' incision de décharge, l'aponévrotomie, l'amputation, la greffe de peau et le lambeau de couverture) a été réalisé chez 8 patients (38%), puis, la cicatrisation dirigée a été mise en place chez 8 patients (33,5 % des cas), enfin l'association de la chirurgie et la cicatrisation dirigée (greffe et lambeaux de couverture) est retrouvée chez 5 patients soit 28,5%.

Les moyens de traitement	Nombre	Pourcentage
Chirurgie	8	38%
Cicatrisation dirigée	7	33,5%
Chirurgie et la cicatrisation dirigée	6	28,5%
Total	21	100%

Tableau 9 : Place de la chirurgie et la cicatrisation dirigée dans le traitement des brûlures électriques à la phase initiale.

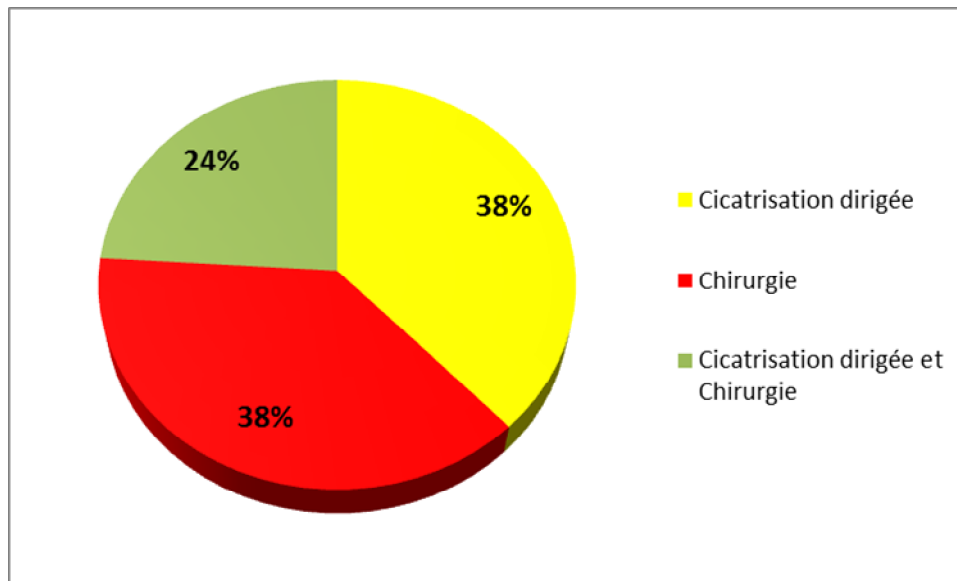


Figure 14 : Place de la chirurgie et la cicatrisation dirigée dans le traitement des brûlures électriques à la phase initiale

3.2- Prise en charge à la phase des séquelles:

Au cours de la phase des séquelles, les gestes chirurgicaux ont consisté en : plastie en Z 36, 5%, greffe de peau 27,5%, lambeaux 18%(lambeau de Cross Finger 9% et Empochement selon Colson 9%) , commissuroplastie 9% et expansion cutanée 9%

Les moyens de traitement	Nombre de gestes	Pourcentage
Plastie en Z	4	36,5%
Grefe de peau totale	3	27,5%
Lambeau de Cross Finger	1	9%
Empochement selon Colson	1	9%
Commisuroplastie	1	9%
Expansion cutanée	1	9%
Total	13	100%

Tableau 10 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase des séquelles.

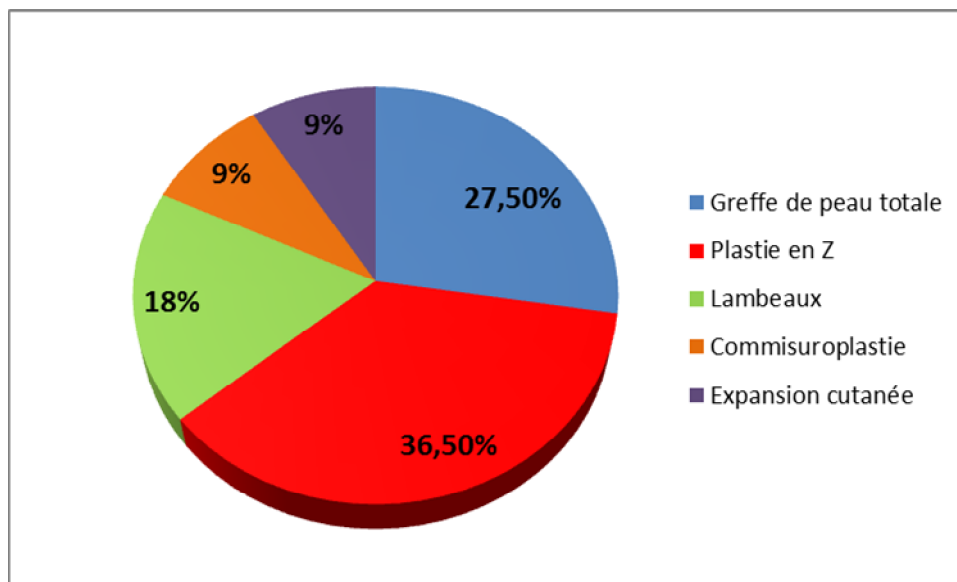


Figure 15 : Répartition des différents moyens de traitement des brûlures électriques à la phase des séquelles.

V- CICATRISATION:

La cicatrisation était complète chez 26 patients soit 89,85 % des cas, elle était moyennement complète chez 2 patients : un patient avait un lâchage de la partie supérieure du lambeau, et un patient avait une cicatrisation de mauvaise qualité, en raison de l'absence de l'amputation.

VI- COMPLICATIONS :

Parmi les 29 patients pris en charge pour les brûlures électriques au service de chirurgie plastique pédiatrique, 17,4 % avaient présentés des complications :

- un patient avait une prise partielle de la greffe de peau et exposition articulaire IPD D4
- un patient avait présenté une paralysie du nerf médian
- un patient avait présenté paralysie radiomédiocubitale
- un patient avait présenté une microstomie

Le nombre de décès est de 1 cas, soit un taux de mortalité de 3,45%, alors que 4 de nos patients sont perdus de vue

VII- RESULTATS:

Dans le service de Chirurgie Plastique Pédiatrique (chirurgie C), les résultats de la prise en charge ont été, dans la quasi-totalité des cas (soit 65,5 % des cas), jugés comme satisfaisants, aussi bien sur le plan esthétique qu'au niveau fonctionnel. Par ailleurs, 13,8 % des cas sont évalués comme relativement satisfaisants, et 20,7% sont évalués comme insatisfaisants.

VIII- GESTES PREVUS :

Les 17 % patients pris en charge, initialement, dont les résultats semblent insatisfaisant, doivent bénéficier d'éventuelles interventions chirurgicales secondaires :

- un patient doit bénéficier d'une greffe tendineuse.
- un patient doit bénéficier d'un transfert d'orteil.
- un patient doit bénéficier d'amputation.
- un patient a bénéficié d'une commissuroplastie après 6 mois d'intervalle.
- un patient a bénéficié d'expansion cutanée

La rééducation fonctionnelle était recommandée chez 11 patients, soit 38 %.



DISCUSSION



I. HISTORIQUE :

Depuis l'aube de l'humanité, l'homme a été terrorisé par la foudre et le tonnerre. Il a longtemps rattaché ces phénomènes à une cause surnaturelle, jusqu'au XVIIIème siècle où la découverte de la nature électrique de la foudre a libérée l'homme de ses superstitions [9].

Au milieu du XVIIIème siècle, *Benjamin Franklin* (1707-1790) fut certainement le premier scientifique à observer ce phénomène électrique issu d'un nuage orageux chargé d'électricité. Il put ainsi démontrer la nature électrique de la foudre et inventa le premier paratonnerre à tige [10].

Certaines espèces de poissons, telles que les raies électriques, les anguilles électriques et les poissons-chats électriques, possèdent des organes émetteurs d'électricité, leurs décharges électriques servent à paralyser leur proie, à se défendre ou à se diriger. L'anguille électrique, ou gymnote, qui vit dans les rivières d'Amérique du Sud, produit suffisamment d'électricité pour allumer 12 ampoules de 40 watts [11].

En France, le premier accident de travail mortel par électrisation, a été rapporté en 1879, c'est le cas d'un menuisier qui a été électrocuté suite à un contact accidentel avec un courant alternatif de 250 volts [12].

En 1881 aux États-Unis, *Samuel W. Smith* a été le premier américain qui a subi une électrocution, il était ivre et il a placé ses mains sur un générateur à courant continu, suite à sa mort qui est apparue rapide, indolore, et simple, l'état de New-York a décidé d'utiliser l'électrocution comme méthode d'exécution des condamnés [13].

Le 6 août 1890, *William Kemmler* fut le premier condamné à la peine de mort exécuté sur une chaise électrique [13].

A la fin de 1889 au laboratoire de physiologie de l'Université de Pennsylvanie. Tatum étudia successivement les altérations produites par le passage de courants plus ou moins intenses à travers divers tissus, l'action électrolytique sur le sang, les intensités de courant nécessaires pour entraîner l'arrêt du cœur et de la respiration chez un animal [14].

Comme tout développement technique, l'utilisation de l'électricité renferme un danger potentiel certain. Cela expose toute personne amenée à intervenir sur ou à proximité de l'électricité à un accident d'origine électrique.

II. EPIDEMIOLOGIE :

La brûlure électrique chez l'enfant est une pathologie le plus souvent d'origine accidentelle, dont la cause est souvent liée au stade de développement de l'enfant.

1-Fréquence :

Les enfants sont les premières cibles des dangers de l'électricité et les chiffres le prouvent :

Dans notre contexte, l'ampleur de ce phénomène reste méconnue, en raison de l'absence de données et de statistiques nationales. Selon une étude réalisée au Maroc au Centre National des Brûlés du CHU Ibn Rochd de Casablanca sur une période de trois 3 ans, 3,2% des brûlures chez l'enfant sont d'origine électrique [15].

En France, L'analyse des différentes études de ces dernières années montre que les brûlures ont une incidence assez stable de 14/ 100 000 habitants avec un taux beaucoup plus élevé chez les enfants de moins de 4 ans de 60/100 000 qui représentent un tiers de l'ensemble des brûlés [16,17]. Les électrisations représentent environ 3200 cas par an [18] et les enfants représentent 36% des électrisés en France [19].

Aux USA, les brûlures électriques représentent 2 à 3 % des brûlures nécessitant une admission aux urgences, soit plus de 2 000 cas par an [20], les enfants sont impliqués dans 20% des cas [21].

Les lésions provoquées sont souvent peu étendues mais graves par leur évolution imprévisible avec un taux de mortalité allant de 0 à 20% en fonction des séries [15].

2- Circonstances de survenue :

L'enfant n'a pas conscience des risques que l'électricité représente et la nature de l'accident varie en fonction de l'âge. Elle est en effet liée aux changements des lieux et d'activités de l'enfant : la fréquence des accidents domestiques diminue avec l'âge alors que celle des accidents scolaires, de sport et de loisirs augmente avec l'âge [22].

Actuellement, 61% des accidents électriques de la vie courante sont des accidents domestiques. 63% des enfants de moins de 5 ans sont les premiers touchés [23], ces accidents se produisent par introduction directe du doigt de l'enfant (souvent mouillé !) dans une prise électrique ou bien par introduction d'un objet conducteur dans une prise électrique. Les brûlures électriques surviennent également lors du port à la bouche d'une prise électrique femelle défectueuse, d'une rallonge électrique ou lorsque l'enfant mastique un fil électrique [24, 25, 26, 27], et il est plus rare que l'électrisation survienne en manipulant un appareil électrique défectueux (jouet, ustensile ménager, sèche-cheveux, etc.) ou par contact avec une clôture électrique destinée à réaliser un enclos pour le bétail (courant de bas voltage : de 12 à 24 volts) [28, 29].

À l'âge scolaire, l'électrisation survient plus souvent par contact avec une source de distribution haute tension lors des accidents ludiques par ignorance du risque ou lors des vacances (jeu dans une gare, poste de distribution, pylône ou poteau électrique escaladé). Des traumatismes électriques par haute tension ont été décrits chez des adolescents qui avaient, par exemple, grimpé sur un train [30]. Les grands enfants peuvent être électrisés également dans le cadre d'accidents de travail (les apprentis électriciens inexpérimentés) [15].

III. RAPPEL ANATOMIQUE:

La peau est définie comme étant l'organe de revêtement extérieur du corps de l'homme. C'est le plus gros organe de l'être humain, représentant 1/3 du poids de l'organisme et une surface de l'ordre de 2 m² chez un adulte. Les phanères (poils et ongles) et de nombreuses glandes exocrines lui sont annexés.

Les fonctions de la peau sont cruciales à la vie, c'est un organe complexe qui joue un rôle fondamental dans la protection du corps contre les agressions mécaniques, chimiques, bactériologiques et les radiations lumineuses. A côté de cette fonction classique, la peau participe aussi pour une grande part : au maintien de l'homéothermie, à la régulation du métabolisme général, au système immunitaire, à la perception sensorielle, et à la synthèse de la vitamine D.

■ Rappel histologique :

Sur le plan histologique, la peau se subdivise en 3 couches tissulaires principales superposées et communicantes qui sont de la superficie vers la profondeur : **l'épiderme**, **le derme** et **l'hypoderme** (Figure 17).

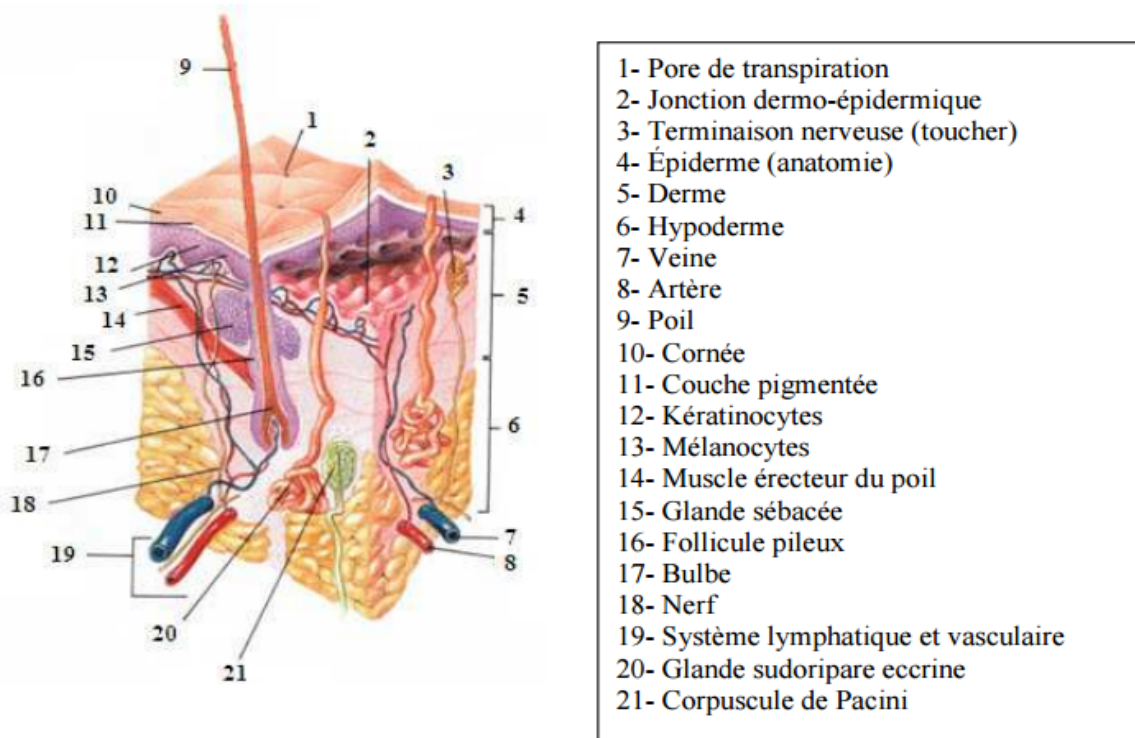


Figure 17 : Structure de la peau humaine : l'épiderme, le derme et l'hypoderme

-**L'épiderme** est un épithélium de revêtement pavimenteux, stratifié, et kératinisé. Il s'agit d'une structure totalement épithéliale, *dépourvue de toute vascularisation* sanguine ou lymphatique et dont l'épaisseur varie en fonction de sa localisation, épais sur la paume des mains et la plante des pieds, mince au niveau des paupières.

Il est constitué essentiellement (à plus de 90 %) de *kératinocytes*, cellules produisant la kératine, qui lui donne sa résistance. Ces derniers sont répartis en quatre couches (basale, épineuse, granuleuse et cornée) qui, de la profondeur vers la surface, assurent un *turn over* de cellules, allant de 20 à 45 jours. Ils sont accompagnés de *mélanocytes* produisant la mélanine, et de *cellules de Langherhans*, jouant un rôle dans l'immunité, ainsi que, de petites *cellules de Merckel* qui jouent un rôle dans la sensibilité tactile.

-**Le derme** est constitué essentiellement de tissu conjonctif contenant des fibres musculaires lisses, du collagène et des fibres élastiques. Il renferme les glandes annexes (glande sudoripares, glandes sébacées et des follicules pileux) et reçoit ainsi des petits vaisseaux et des terminaisons nerveuses provenant de la graisse hypodermique. Il comprend également d'autres types cellulaires : des cellules endothéliales organisées en vaisseaux, des macrophages, des lymphocytes, des cellules dendritiques ou d'autres cellules immunitaires. Cette couche a un rôle de soutien, de nutrition et conditionne la qualité de la cicatrisation.

Le derme est séparé de l'épiderme par **la jonction dermo-épidermique**, il s'agit d'une membrane basale, élaborée à la fois par les kératinocytes basaux et les fibroblastes dermiques (Duplan-Perrat *et al*, 2000) et délimitant ainsi les papilles dermiques par ses ondulations. Elle joue un rôle fondamental comme support mécanique de l'épiderme, contrôle les échanges de produits métaboliques entre les deux compartiments et laisse passer divers types cellulaires (*cellules de Langerhans, lymphocytes*) lors des processus immunologique et inflammatoire. Son intégrité est notamment indispensable à la cicatrisation cutanée.

-**L'hypoderme** est un tissu graisseux vascularisé composé de lobules adipeux contenant des adipocytes. Il joue le rôle d'isolant thermique, de réserve énergétique et de protection contre les chocs.

IV. CICATRISATION CUTANEE CHEZ L'ENFANT:

Quelle que soit l'origine de la nécrose cutanée (traumatique, ischémique, thermique, électrique, chimique, etc) [31], les mécanismes de la cicatrisation sont différents et aboutissent à une cicatrice [32, 33]. La cicatrisation cutanée fait donc intervenir une séquence d'événements cellulaires et hormonaux, parfaitement coordonnés en trois phases évolutives : la détersion, le bourgeonnement et l'épidermisation [34].

L'enfant est un être en croissance avec une physiologie spécifique. Les phénomènes de cicatrisation ne sont donc pas identiques à ceux de l'adulte [35]. Les faibles comorbidités et les mécanismes physiologiques liés à la croissance sont une aide indéniable à la bonne évolution des plaies de l'enfant [35].

Tout dysfonctionnement de ce processus pourra être à l'origine soit d'une plaie chronique, soit d'une cicatrisation pathologique [32, 33].

1- Cicatrisation normale :

La cicatrisation est un phénomène complexe, qui fait intervenir toute une série de cellules sous la dépendance de nombreuses cytokines, facteurs de croissance et protéines matricielles. La plaie entraîne une mise à nu du sous-endothélium vasculaire, à l'origine de l'activation des mécanismes de la coagulation, de l'agrégation plaquettaire et la formation d'un caillot [32,3 3].

En principe, les brûlures électriques, qui entraînent des brûlures profondes avec destructions tissulaires térébrantes au niveau des points d'entrée et de sortie, évoluent en suivant les trois phases classiques de la cicatrisation : détersion, bourgeonnement, épidermisation.

- **Détersion :**

Ambroise Paré a décrit la détersion comme la séparation « du mort et du vif » [34]; c'est l'élimination de la nécrose, plus ou moins superficielle par rapport au plan sous-jacent encore vascularisé [36].

Elle précède la réparation tissulaire proprement dite, qui reste bloquée par la présence des protéines dénaturées des tissus brûlés [34]. Elle fait intervenir des enzymes protéolytiques (protéases, hydrolases, lysozyme, lactoferrine) produites par les cellules inflammatoires (polynucléaires et macrophages) [34].

Celles-ci sont soumises à l'action des substances chimiotactiques et mitogènes libérées par la dégranulation des plaquettes (kallikréine, thrombine, kinine). La protéolyse aboutit à la liquéfaction et à l'élimination des débris nécrotiques [34].

La durée de cette détersion est variable selon l'étiologie, le siège, l'importance de la nécrose, et surtout selon la nature des tissus à éliminer [37]. Très rapide dans la graisse, la détersion est longue dans le derme, et interminable sur les structures plus dures (aponévroses, tendons, cartilage, os) [37]. Elle est toujours longue dans les brûlures profondes [34]. Les topiques détersifs et le parage chirurgical permettent de réduire considérablement sa durée [34].

La détersion est le préalable indispensable à la cicatrisation. Elle élimine tous les tissus nécrosés et tout ce qui pourrait gêner le bourgeonnement ultérieur [31].

- **Bourgeonnement** [34, 36] :

Il suit la première phase, mais peut aussi se faire de manière concomitante. C'est l'apparition progressive d'un tissu de granulation rouge, hémorragique car bien vascularisé et inflammatoire.

La phase de bourgeonnement implique des phénomènes vasculaires et cellulaires qui débutent dès la fin de la détersion. Les cellules inflammatoires diminuent tandis que les fibroblastes et les cellules endothéliales repeuplent la plaie. La prolifération des cellules endothéliales permet de reconstituer la trame vasculaire au sein des tissus hypoxiques. Les fibroblastes synthétisent activement dans le même temps les fibres de collagène et les protéines de la structure conjonctive. La progression des bourgeons charnus est sous la dépendance des cytokines et des très nombreux facteurs de croissance libérés par les macrophages (*fibroblast growth factor* [FGF], *platelet-derived growth factor* [PDGF],

transforming growth factor [TGF]a et TGFb, *insulin-like growth factor* [IGF] I, interleukine). Le tissu de granulation est un conjonctif jeune, qui n'existe pas à l'état normal dans l'organisme. Ses nombreuses propriétés expliquent son rôle fondamental dans la cicatrisation: élimination des tissus endommagés, comblement de la perte de substance, réduction de la surface de la plaie par contraction des myofibroblastes, et enfin support nutritionnel de l'épiderme.

Sa progression est ralentie ou stoppée par la dénutrition, l'infection et la dessiccation de la plaie. Quand la cicatrisation est achevée, il met ensuite plusieurs années à se réorganiser en un tissu mature proche du derme.

- **Épidermisation** [31, 34, 36]:

L'épidermisation survient lorsqu'un tissu de granulation sain comble la perte de substance et se trouve au niveau de l'épiderme. Elle est "marginale" car elle se fait de façon centripète à partir de l'épiderme des berges, qui pousse à la surface du bourgeon charnu. L'épidermisation marginale est parfaitement visible cliniquement, sous la forme du "liseré épithélial" mince et bleuté. Une fois la dernière cellule épidermique mise en place, la vie de la cicatrice commence.

La cicatrisation de l'épiderme intervient à partir des berges de la plaie, ainsi que de la portion des annexes épidermiques épargnées par la brûlure dans le derme profond. Elle évolue en quatre stades :

- mobilisation des kératinocytes-souches qui se libèrent de la membrane basale ;
- migration des kératinocytes le long des fibres de fibrine déposées par les cellules inflammatoires, selon le phénomène « de la main courante » ;
- multiplication cellulaire qui s'interrompt dès que les kératinocytes ont recouvert le lit de la plaie et arrivent au contact les uns des autres ;
- différenciation des quatre assises cellulaires caractéristiques de l'épiderme.

Le facteur de croissance épidermique (EGF) stimule la division et la migration des kératinocytes. Les autres facteurs qui interviennent à cette phase sont encore mal connus. La progression de l'épiderme est favorisée par l'atmosphère humide qui existe sous la croûte des brûlures superficielles.

Sur les brûlures plus étendues, cette épidermisation ne pourra être faite que par apport chirurgical de tissu épidermique, c'est-à-dire par une greffe de peau mince ou de culture de kératinocytes.

2- Particularité de l'enfant : [35]

L'enfant présente des critères d'évolution cicatricielle spécifiques. La cicatrisation chez l'enfant est plus rapide, mais plus « explosive », plus inflammatoire, plus rétractile, avec une phase de modelage plus longue. L'absence de facteurs défavorisant la cicatrisation (tabac, surpoids, athérome, traitements. . .) et la présence d'éléments favorisant la croissance tissulaire procurent aux enfants une capacité de régénération tissulaire plus importante que celle de l'adulte.

2.1 - Particularités cliniques de la cicatrisation anténatale et post-natale :

2.1.1 - Spécificité de la cicatrisation fœtale :

Contrairement à l'adulte, une particularité de la réparation tissulaire chez le fœtus est qu'elle se fait généralement sans formation de cicatrice [38]. Cette différence repose sur plusieurs paramètres : l'absence de phase inflammatoire (macrophage), l'absence de tissu de granulation, la forte concentration en acide hyaluronique (liquide amniotique, dans la cicatrice), l'agencement et la concentration des collagènes, et à la présence de la ténascine.

2.1.2 - Spécificité de la cicatrisation chez l'enfant :

- **Sécheresse cutanée :**

À la naissance, la peau d'un nouveau-né comprend tous les éléments d'une peau adulte. L'épiderme s'épaissit dès l'exposition à l'air au moment de l'accouchement. Les glandes sébacées sont hyperproductives le premier mois de vie, puis reviennent à une production minimale jusqu'à la puberté où leur activité devient maximale. Ce phénomène rend la peau des enfants plus sèche et plus sensible aux agressions extérieures [39].

- **Épaisseur :**

L'épaisseur cutanée est un facteur péjoratif dans la réparation tissulaire chez l'enfant. La peau a tendance à s'épaissir de la naissance jusqu'à l'âge adulte avec toutefois des variations anatomiques [40]. C'est ce qui explique la profondeur des brûlures chez l'enfant par rapport à l'adulte, mais aussi la finesse de réglage des dermatomes en cas de prélèvement de greffe de peau mince chez l'enfant.

- **Capacités cicatricielles :**

L'excellente vascularisation cutanée, les capacités de régénération, l'absence de facteurs défavorisant la cicatrisation (tabagisme actif, surpoids, athérome, traitements. . .) procurent aux enfants une capacité de cicatrisation plus importante que celle de l'adulte. Ces phénomènes expliquent l'évolution extrêmement favorable des plaies en cicatrisation dirigée.

2.2 - Variations en fonction de l'âge chez l'enfant :

De la naissance à six mois de vie, tout se passe comme si la réaction inflammatoire était diminuée comme chez le fœtus. Après deux ans, les phénomènes inflammatoires jusque-là limités marquent une poussée. Plus l'enfant grandit plus les périodes inflammatoires sont prolongées.

Sur un plan mécanique l'inflammation est aussi liée et entretenue par la croissance elle-même. La tension cutanée est connue pour jouer un rôle sur la prolifération fibroblastique et collagénique [41—45]. L'augmentation des forces mécaniques cutanées durant l'adolescence

est un facteur des cicatrices pathologiques [46,47]. Ces éléments mécaniques soulignent l'importance de la réalisation de suture sans tension (exérèses minimalistes) chez les enfants. Avec le vieillissement on constate que la réaction inflammatoire diminue, que l'épiderme se régénère moins vite et s'appauvrit en cellules, que le derme s'atrophie, que le ratio collagène I/III diminue, et que le collagène I se désorganise [48, 49, 50].

La cicatrisation pédiatrique [35] présente des particularités liées au terrain et aux capacités de croissance et donc de régénération de l'enfant. Il cicatrise vite, mais l'hypertrophie est fréquente et intense. La croissance peut décompenser une évolution initialement favorable (invagination, alopécie, brides). Le suivi doit être assuré jusqu'à l'âge adulte. Les répercussions psychologiques propres à l'enfant en cas de cicatrices pathologiques, et/ou disgracieuses, doivent être prévenues et recherchées par le chirurgien.

V. PRINCIPES PHYSIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES CHEZ L'ENFANT:

Le courant électrique est défini comme un flux d'électrons à travers un conducteur déterminé par une différence de potentiel. C'est un fluide énergétique inodore, invisible et inaudible [29].

La connaissance des rôles respectifs des différentes caractéristiques physiques et physiopathologiques de l'électricité, l'électrothermie et des mécanismes à l'échelon cellulaire a permis de mieux appréhender son extrême gravité [51].

1-Mécanismes des brûlures électriques :

Lorsqu'un individu subit un choc électrique, il y a passage d'un courant à travers son corps [52]. Ce courant peut donc endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage provoquant des lésions pouvant engager le pronostic vital dans l'immédiat ou être responsables de séquelles fonctionnelles et esthétiques souvent majeures.

Ce sont des brûlures électriques vraies qu'il faut différencier des autres phénomènes provoquant également des lésions sans qu'il y ait eu de passage du courant dans le corps et il convient donc de les dissocier de l'électrisation.

1.1 - Brûlures électriques vraies :

Le corps humain, qui contient en suspension dans le sang et dans les tissus musculaires des sels divers, par exemple les chlorures de potassium, de sodium, de magnésium ; qui sont tous des conducteurs de l'électricité, peut être assimilé, du fait des propriétés de ses composants chimiques, à un conducteur électrique [53].

De même, la terre qui renferme des métaux, soit à l'état pur, soit sous forme de minerais, ainsi que des chlorures et divers produits chimiques conducteurs, doit être considérée à la fois: comme un conducteur électrique et comme un immense réservoir d'électrons libres en raison du nombre considérable de corps conducteurs qu'elle contient [53].

Le courant électrique a ceci de particulier qu'il cherche toujours le chemin le plus court pour revenir à la terre lors d'une mauvaise manœuvre, le corps humain peut devenir exactement comme du fil électrique sur un segment du parcours de l'électricité. En d'autres mots, au moment du choc électrique, le corps humain constitue lui-même un circuit électrique [54].

Le courant électrique est un flux d'électrons se déplaçant dans un conducteur entre un point à haut potentiel et un point à potentiel inférieur, sous l'effet de la force électromagnétique [55]. Ceci explique que pour produire une électrisation, il faut nécessairement que deux parties du corps soient exposées à des tensions différentes pour qu'il y ait passage de courant dans le corps. IL y a typiquement une électrisation lorsqu'une partie du corps entre en contact avec une composante sous tension alors qu'une partie du corps est << à la terre >>. C'est-à-dire à 0 volt [51].

Les brûlures électriques vraies entraînent une brûlure au point de contact dit point d'entrée mais aussi tout le long du trajet que la décharge électrique va suivre dans le corps et au niveau du point de sortie [56]. L'atteinte cutanée peut paraître mineure et ne préjuge pas des lésions organiques sous-jacentes où la destruction cellulaire existe sur tout le trajet parcouru par le courant (réseau vasculo-nerveux, muscles,...).Ceci explique la gravité des brûlures électriques vraies qui se caractérisent par l'absence de parallélisme entre un revêtement cutané peu lésé et une atteinte étendue des tissus profonds.

1.2 - Formes particulières :

1.2.1 - Arc électrique :

Un arc électrique est un accident d'électrification qui se produit avec les courants de haute tension en l'absence de contact direct avec le conducteur électrique. Il s'agit d'une décharge électrique se produisant entre deux conducteurs avec une distance d'amorçage qui, lorsqu'elle est franchie, place la victime dans la même situation que si elle touchait le conducteur. L'énergie dégagée par un arc électrique peut être extrêmement intense [52] et elle peut être, pour l'homme, à l'origine de véritables brûlures cutanées plus ou moins graves et pour les installations d'incendies ou d'explosion.

En effet, sous l'influence de la tension électrique créée entre les extrémités des conducteurs que l'on sépare ou que l'on approche, les électrons libres sortent du métal et heurtent violemment les molécules d'air de l'espace interstitiel [57]. Cela a pour conséquence d'arracher des électrons aux atomes de l'air et de le rendre subitement conducteur. Ce phénomène s'accompagne d'une projection de particules métalliques en fusion (plus de 3 000°C). C'est l'arc électrique [57]. (Figure 18)

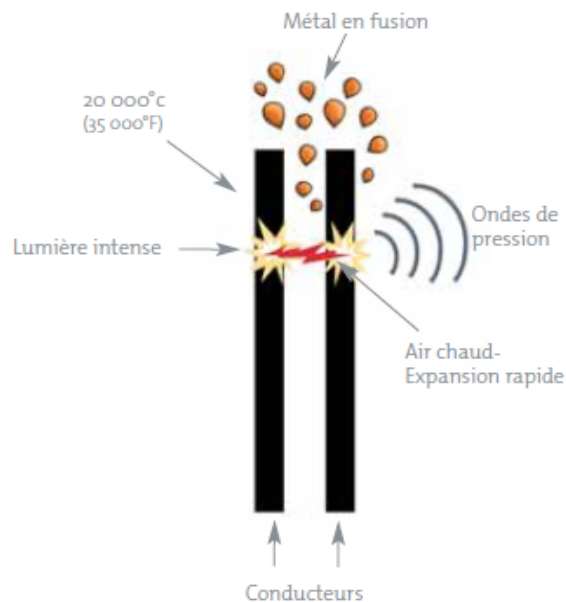


Figure 18 ^[52] : le phénomène d'arc électrique

Au cours d'une électrisation par un arc électrique, il n'y a pas de contact direct avec le courant et il n'y a donc ni point d'entrée ni de sortie ni de passage de courant dans le corps. Le passage du courant est souvent limité au seul plan cutané [58] (comme si le courant électrique «glissait» sur la victime) [5]. On parle alors de brûlure par arc électrique qui est une brûlure thermique et non électrique.

D'une manière générale, l'électrisation est rare mais toujours possible, et les blessures suites à un arc électriques sont typiquement des brûlures aux yeux, au visage, et aux avant-bras. Dans certains cas, les vêtements peuvent prendre en feu. Les projections de métal en fusion et la lumière intense générée durant l'arc peuvent blesser gravement les yeux. L'arc électrique est associé à la formation de fortes ondes de pression qui peuvent cause des dommages au tympan de l'oreille [57]. La victime peut être exposée aux risques liés à l'inhalation des gaz : intoxication voire brûlure des voies aériennes ou même être projetée violemment sous l'effet de la déflagration.

1.2.2 - Flash électrique :

Un flash électrique est un amorçage entre deux conducteurs sous tension, à l'origine d'un éclair qui dégage de la chaleur [59]. Il est l'effet d'une libération d'énergie par un arc électrique avec le dégagement d'un éclair lumineux concomitant [60,5].

Par ailleurs, les brûlures par flash électriques ne comportent pas de contact direct avec la source électrique et pas de passage de courant au sein de l'organisme [61]. Ces brûlures sont donc des lésions thermiques dues à l'effet joule créé par un arc électrique [5, 62].

Le flash électrique réalise un tableau identique aux brûlures thermiques classiques par le risque d'atteinte des vêtements qui peuvent s'enflammer [63] et la forte intensité lumineuse produite par l'éclair provoque également des lésions oculaires à l'origine d'une kératoconjonctivite immédiate voire une cataracte secondaire [64].

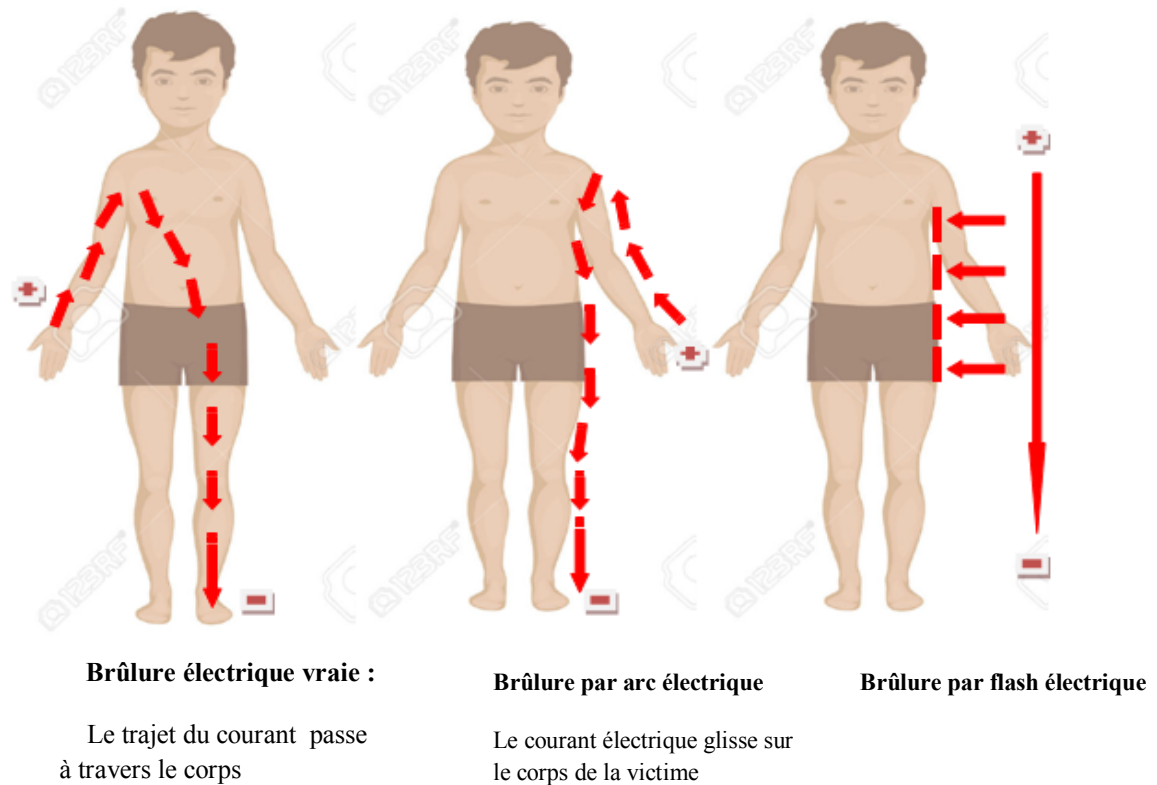


Figure 19 : Les mécanismes des brûlures électriques chez l'enfant

2-Sources du courant :

On individualise trois grands types d'accidents électriques en fonction de la nature de la source de courant

- **Les sources à basse tension :**

Le courant électrique de basse tension en dessous de 1000 V, sous sa forme monophasée à 220 volts (V), ou triphasée à 380 V, est omniprésent dans les locaux d'habitation et les établissements collectifs [64].

Les accidents survenus avec du courant à basse tension sont en majorité des accidents domestiques dont les 2/3 des victimes sont des enfants [59]. Ces accidents provoquent des brûlures tissulaires modérées mais comportent un risque cardiovasculaire immédiat important.

- **Les sources à haute tension :**

Le courant de haute tension supérieur à 1000 V est rencontré sur ses lieux de production, dans les équipements de transport et d'alimentation électriques, et dans l'environnement industriel et les transports [64].

Les accidents dus aux courants à haute tension surviennent lors de jeux d'enfants ou d'adolescents escaladant les poteaux électriques. Ils sont responsables de brûlures tissulaires profondes et graves avec risque d'apparition d'un syndrome des loges puis d'une rhabdomyolyse responsables d'une insuffisance rénale aiguë.

- **Les sources électriques naturelles**

L'électricité naturelle sous sa forme majeure la foudre libère en un temps très court, de l'ordre de quelques millisecondes, un courant d'intensité de 10000 à 25000 ampères avec une tension de 10 à 100 millions de volts [64].

3-Types du courant :

Il existe deux types de courant: le courant continu et le courant alternatif.

- **Le courant continu :**

Courant électrique dont la valeur est constante dans le temps, il s'agit d'un courant électrique unidirectionnel : le courant circule continuellement dans le même sens, le déplacement des électrons se fait toujours dans le même sens. Ce courant électrique est exprimé en ampère et il est produit par des générateurs délivrant des tensions également continues.

- **Le courant alternatif :**

C'est un courant électrique où les électrons circulent alternativement dans une direction puis dans l'autre à intervalles réguliers appelés cycles. Un courant alternatif est caractérisé par sa fréquence, mesurée en hertz (Hz) ; c'est le nombre d'« allers-retours » qu'effectue le courant électrique en une seconde. Au Maroc, Le courant distribué est un courant alternatif sinusoïdal de 50 hertz.

Le courant alternatif est plus dangereux que le courant continu car il provoque une contraction tétanique des muscles susceptible de prolonger le contact avec la source de courant [65]. En effet, Avec le courant domestique à 50 Hz, les seuils de dangerosité sont obtenus avec des intensités quatre fois plus faibles qu'avec le courant continu [66].il provoque une contraction tétanique des muscles susceptible de prolonger le contact avec la source de courant.

4-Types d'exposition:

Deux types de contact peuvent être à l'origine d'un accident d'origine électrique :

- Le contact direct :

C'est le contact physique entre une personne et une partie active d'un circuit électrique normalement sous tension : c'est la personne qui fait une erreur.

Il résulte soit d'un contact entre 2 parties actives sous tension soit d'un contact entre 1 partie active sous tension et 1 élément conducteur relié à la terre [67].

- Le contact indirect :

On appelle contact indirect, le contact physique d'une personne avec une pièce conductrice mise accidentellement sous tension. Deux cas de figures sont possibles [67]:

- Le contact entre 1 masse mise accidentellement sous tension et 1 élément conducteur relié à la terre (cas assez fréquent).
- Le contact entre 2 masses mises accidentellement sous tension, assez rare puisque nécessitant deux défauts d'isollements voisins

5- Paramètres physiques du courant électrique:

L'importance des lésions induites par l'électricité est en rapport direct avec les caractéristiques physiques du courant en cause [64]. D'un point d'entrée à un point de sortie et lors du passage du courant électrique dans un organisme, il se produit un dégagement de chaleur qui obéit aux lois physiques de Joule ($W = I^2.R.t$) et d'Ohm ($U = R.I$).

La quantité d'énergie libérée (W) responsable du traumatisme électrothermique est quantifiée par les lois physiques de Joule et d'Ohm:

$$\left. \begin{array}{l} W = I^2.R.t \quad (\text{Loi de Joule}) \\ U = R.I \quad (\text{loi d'Ohm}) \end{array} \right\} \text{D'où : } W = U.I.t$$

W = énergie en joules

R = résistances en ohms

I = intensité en ampères

t = temps en secondes

U = tension en volts

A partir de ces différents paramètres les lésions susceptibles d'être engendrées seront de deux types: lésions électriques vraies et lésions électrothermiques [51]. Le paramètre fondamental qui détermine l'action pathogène du courant est l'énergie (W) qui dépend de la tension (U), de l'intensité (I) du temps d'exposition (t) mais aussi de la résistance du corps (R) [68].

5.1. Intensité :

L'intensité du courant électrique est le nombre de charges ou la quantité d'électricité débitée chaque seconde par le générateur électrique. L'unité est l'Ampère (A) [57].

Au moment du choc électrique, le corps humain constitue un circuit dans lequel circule un courant. L'intensité du courant qui traverse le corps au moment du choc dépend de sa résistance électrique et de la tension avec laquelle le corps entre en contact. Il a été possible de constater précédemment qu'il existe une étroite relation entre la tension électrique, la résistance et l'intensité du courant. La loi d'Ohm permet de quantifier cette relation par le biais d'une formule mathématique simple. Elle s'exprime comme suit [52] :

$$\Delta V = R \times I$$

Ou encore $I = \Delta V / R$

ΔV : Différence de tension entre deux points d'un circuit électrique exprimée en Volts (V)

R : Résistance exprimée en Ohm (Ω)

I : Intensité du courant exprimée en ampère (A)

Selon la loi d'Ohm, l'intensité du courant traversant le corps est proportionnelle à la tension de la source de courant, et inversement proportionnelle à la résistance totale du corps [70]. Plus la résistance est faible, plus l'intensité du courant est élevée. Plus la tension est élevée, plus l'intensité du courant est élevée [52].

Pour un courant alternatif distribué à 50 Hz selon les standards européens, l'importance des lésions organiques et de dysfonctionnement cellulaire est proportionnelle à l'intensité du courant en cause [64].

Le tableau 1 définit des seuils successifs à partir desquels apparaissent les différentes réactions au courant électrique

Tableau11: Effets estimés des courants alternatifs transdermiques de 60 Hz à travers le corps humain d'après les différentes données de la littérature. [70]

	DHHS (1998)	Leibovi ci et al. (1995)	Bridges et al. (1985)	Camps et al. (1976)	DiMaio and DiMaio (2001)	Wright and Davis (1980)	Webster (1998)	Reilly (1998)
Barely perceptible	1		0.5-2		1	1	0.7-2	
Painful Sensation		5						
Tetanic muscle contraction / 'let- go' current	22	15	8-28	8-13	15-17	22	8-31	8-25
Paralysis of respiratory muscles	28		20-40 (debated)		50	28	25-31	25-31
Ventricular fibrillation (exposure time)	100	30-50	>70 (0.1s) 40-100 (∞)	70 (5 s)	75-100 (>5s)	120 (0.1 s)	75-400	33 (5 s) 807 (8.3ms)
Cardiac standstill / internal organ damage	2000				1000	>2000	1000 - 6000	

'Let- go' current : est un concept important en rapport avec l'intensité du courant; il s'agit du courant le plus fort qui passe dans les muscles de la main et provoque leur contraction, qui permet encore à la personne d'enlever sa main de la source de courant [71].

5.2. Tension du courant :

Pour qu'un courant puisse circuler, il faut qu'une force soit exercée sur le système. Il s'agit de la tension électrique dont l'unité de mesure est le Volt V. La tension électrique ou le voltage intervient principalement par effet Joule sur le dégagement de chaleur [68]. En pratique, Plus la tension en cause est haute ($> 1000 \text{ V}$), plus le dégagement de chaleur le long du parcours interne du courant sera important. C'est le principe des « volts qui brûlent » [64].

Il existe trois domaines de tension : la Très Basse Tension (TBT), la Basse Tension (BT) et la Haute Tension (HT). Les limites de ces domaines sont différentes suivant que l'on considère le courant alternatif ou le courant continu.

Lors d'un accident d'électrisation, la tension du courant responsable est généralement connue. Le décret n°2010-2016 du 30 août 2010- art.1 (art. R4544-6 du code du travail) définit les différents domaines de tension ci-dessous [72] :

Tableau12: Les différents domaines de tension

		Valeur de la tension Un exprimée en volts	
DOMAINES DE TENSION		COURANT ALTERNATIF	COURANT CONTINU
Très Basse Tension	TBT	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$
Basse Tension	BT	$50 < U \leq 1000 \text{ V}$	$120 < U \leq 1500 \text{ V}$
Haute Tension A	HTA	$1000 < U \leq 50 \text{ kV}$	$1500 < U \leq 75 \text{ kV}$
Haute Tension B	HTB	$U > 50 \text{ kV}$	$U > 75 \text{ kV}$

5.3. Résistance :

La résistance représente la capacité d'un corps à s'opposer au passage d'un courant dont l'unité de mesure est l'ohm (symbole : Ω). Le corps humain se laisse parcourir par le courant électrique avec plus ou moins de facilité suivant sa propre résistance électrique [53]. De plus il est certain que la résistance du corps lui-même varie avec beaucoup de circonstances expliquant en grande partie la diversité des effets d'accidents électrique apparemment similaires.

Plus la résistance électrique d'une personne est élevée, plus le courant qui traverse son corps au moment du choc est faible [52] et les dégâts seront moins importants. C'est principalement la résistance du revêtement épithélial qui entre en ligne de compte [73]. Celle-ci varie notablement en fonction de paramètres tels que :

- *Humidité au point de contact* : l'eau et l'humidité en général constituent un facteur aggravant, la peau sèche peut avoir une résistance de 100 000 ohms, tandis que pour la peau mouillée ou trempée de sueur, la résistance tombe souvent à 1000 ohms [74].
- *Surface de contact* : Au niveau des zones de petite section telles les extrémités, la résistance est élevée et les dommages thermoélectriques sont plus importants qu'au niveau des zones de grande section telles que le tronc [75].
- *Isolation électrique* : la nature des vêtements ou de l'objet intermédiaire entre le corps et le conducteur ou entre le corps et la terre peut jouer un rôle aggravant ou au contraire offrir une certaine protection selon leur propre résistance au courant [67].
- D'autres facteurs interviennent également, comme *la tension de contact, le trajet du courant dans le corps humain, l'âge, le poids et la quantité de la masse graisseuse*.

D'après la loi de Joule, la quantité de chaleur libérée dépendra de la résistance des tissus traversés [76]. Plus la résistance est élevée plus la chaleur émise est importante. Et puisque la résistance est variable d'un tissu à l'autre, les dommages tissulaires peuvent donc différer sensiblement :

- Le sang, le tissu nerveux et les milieux liquides sont des tissus de basse résistance: ils transmettent le courant sans résistance ou presque, et la chaleur émise est donc minime [58].
- Par contre, la peau et l'os sont des organes de haute résistance dont les cellules seront lésées par la chaleur et qui auront eux-mêmes une action thermique sur les tissus avoisinants comme le muscle [58].

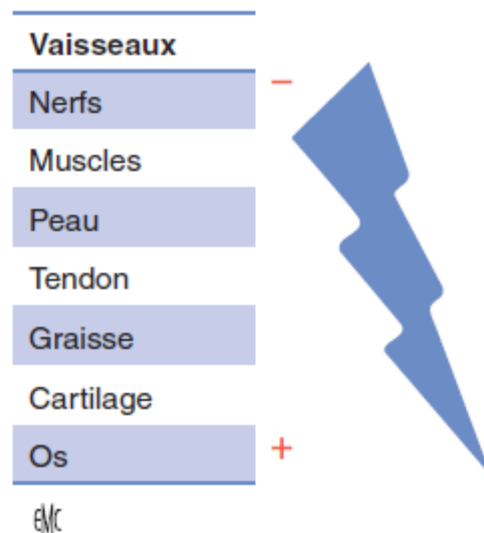


Figure 20 ^[77] : Résistance électrique des différents types de tissu

5.4. Temps d'exposition :

Le facteur temps est l'un des facteurs déterminants de la quantité de chaleur dégagée lors d'un accident électrique [78]. Plus la durée d'exposition sera élevée, plus l'énergie produite sera grande et les dommages tissulaires seront importants [79].

Les courbes ci-dessous (Figure 21), issues de la publication CEI 60479-1, mise à jour en 2005, fixent les zones dangereuses et non dangereuses en fonction de l'intensité du courant qui traverse le corps et de son temps de passage dans le cas d'une tension alternative [80].

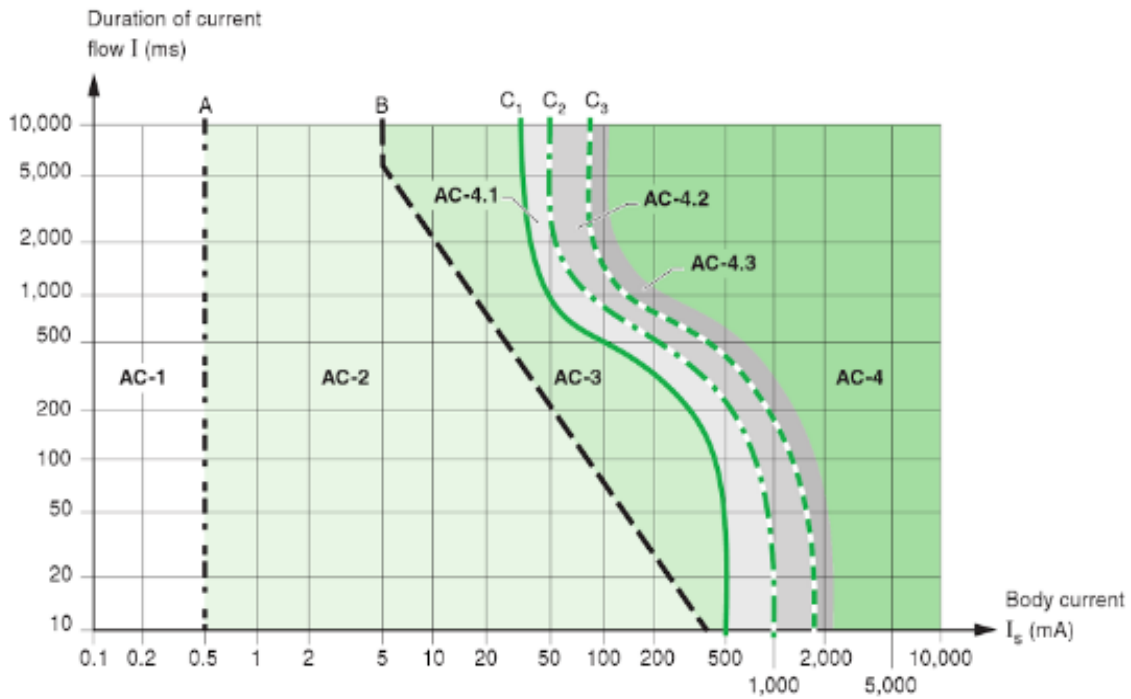


Figure 21 : influence du temps et du courant alternatif sur le corps humain en passant de la main gauche aux pieds

- **Zone 1** : habituellement aucune réaction
- **Zone 2** : habituellement, aucun effet physiologique dangereux
- **Zone 3** (de la ligne b jusqu'à la courbe c1) : Habituellement aucun dommages organiques. Probabilités de contractions musculaires et de difficultés de respiration pour des durées de passage du courant supérieures à 2 secondes.
- **Zone 4 (au-delà de la courbe c1)** : risques d'arrêt du cœur, arrêt de la respiration, brûlures graves
- **Entre les courbes c1 et c2** : la probabilité de fibrillation ventriculaire augmente jusqu'à 5%

- **Entre les courbes c2 et c3** : probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 50%

- **Au-delà de la courbe c3** : probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à 50%

5.5. Trajet du courant :

La notion de trajet du courant est déterminante dans les conséquences d'électrisation puisque ce courant, en circulant à l'intérieur du corps humain, peut affecter ou non des organes vitaux.

Le risque de mortalité est maximum lorsque le courant passe à travers la cage thoracique et la région du cœur [70]. Il est donc capital de préciser les points d'entrée et de sortie du courant afin de déterminer si le cœur est situé sur le trajet du courant électrique [79]. Par conséquent, les trajets dangereux du courant sont : [71]

- De la main à la main
- De la main à la tête
- De la main aux pieds
- De la tête aux pieds

Par conséquent, Les trajets longs exposent plus particulièrement les victimes au risque d'arrêt cardio-respiratoire et de brûlures électrothermiques profondes et étendues alors que les trajets courts exposent au risque de brûlures localisées, mais souvent profondes et invalidantes [5].

VI. EFFETS BIOLOGIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES:

1- Phénomène électrique cellulaire :

Le champ électrique dans les différents types de cellules provoque des altérations de la membrane plasmique avec augmentation de la perméabilité membranaire [77]. Il se crée ainsi des lésions par un mécanisme de variations brutales de l'osmolarité [77].

L'atteinte de la membrane est appelée électroporation [77]. Elle réalise la formation d'électropores dans la double couche phospholipidiques membranaire [77]. Ces pores, de durée de vie limitée, laissent passer par simple diffusion les ions et certaines molécules intracellulaires [51].

L'obturation des électropores et la récupération des fonctions cellulaires ne sont pas encore définitive [77]. En effet, le nombre de pores créées sur la membrane est fonction des caractéristiques et de la durée d'application du courant électrique [77]. Si le nombre de pores est trop important, ou si le courant électrique est appliqué pendant un grand moment [77], la membrane est détruite irréversiblement et la cellule évolue vers la nécrose [81].

Ce phénomène intervient, entre autre, dans la genèse des lésions musculaires profondes et des perturbations neurologiques périphériques [81]. Les cellules sont d'autant plus vulnérables qu'elles sont de grande taille (neurones, myocytes), que leur forme est allongée et que leur grand axe est parallèle aux lignes du champ [81].

2- Effets excitomoteurs ^[82] :

La durée d'application, l'ampérage, la fréquence et le trajet du courant sont les éléments de risque déterminants. Les effets excitomoteurs concernent toutes les structures cellulaires et tissulaires capables de dépolarisation. Ce sont donc les cardiomyocytes, les cellules musculaires et les cellules nerveuses qui sont concernées.

3- Effets thermiques :

Les lésions des structures anatomiques sont la conséquence du dégagement de chaleur quand la résistance d'un tissu permet la conversion de l'énergie électrique en énergie thermique. Plus le tissu est résistant, plus importante sera la conversion [83].

Par ordre croissant de résistance s'ordonnent les nerfs, les vaisseaux, les muscles, la peau, les tendons, le tissu adipeux et les os. Si le courant passe à travers un os, sa résistance étant élevée, l'énergie dégagée (loi de Joule) sera élevée et les dégâts sur les tissus avoisinants importants [79].

4- Effets téтанisants :

L'électrisation provoque une dépolarisation instantanée de la fibre musculaire induisant une contraction isolée ou une téтанisation [64]. Lorsque la tension est alternative, les muscles intéressés par le passage du courant se contractent [53]. Cette contraction des muscles squelettiques peut avoir des effets très opposés suivant les muscles affectés :

- Lorsque l'intensité est faible, la contraction au niveau du membre supérieur touchera les muscles extenseurs entraînant une projection de la victime avec un risque de traumatisme associé [51].

- Pour une intensité plus élevée, ce seront les muscles fléchisseurs qui seront concernés [51], la contraction des fléchisseurs rend le sujet incapable de lâcher le conducteur : ce « collage » ou non lâcher augmente grandement le temps de passage du courant, facteur de gravité [84].

VII- ASPECTS CLINIQUES ET PHYSIOPATHOLOGIQUES DES BRULURES ELECTRIQUES ET LEUR EVOLUTION :

L'électrisation correspond à toutes les manifestations physiologiques et physiopathologiques dues au passage du courant électrique au travers du corps humain [85, 5] entre un point d'entrée et un point de sortie.

Il s'agit d'un évènement accidentel qui diffère des autres pathologies occasionnant des brûlures graves, à cause de ses spécificités qui traduisent d'une part la destruction du revêtement cutané [51], mais également des lésions tissulaires sous jacentes existant sur tout le trajet parcouru par le courant. Ces lésions tissulaires, intéressant pratiquement tous les systèmes de l'organisme (l'appareil cardio-respiratoire, le système neurosensoriel, les organes intra-abdominaux, mais aussi les téguments, les muscles et le squelette), peuvent aggraver le pronostic vital dans l'immédiat ou être responsables de séquelles fonctionnelles et esthétiques souvent majeures.

Les brûlures électriques vraies chez l'enfant sont souvent « l'arbre qui cache la forêt » [86] et l'examen d'un enfant électrisé doit donc apprécier non seulement les dégâts cutanés faussement rassurants mais aussi les lésions organiques sous jacentes fréquemment associées, plus étendues et sources de complications graves.

1-Conséquences cutanées :

Les brûlures cutanées sont les complications les plus fréquentes des électrisations. Elles seraient présentes dans 80 à 90 % des cas [87]. Les brûlures cutanées apparentes dès le traumatisme ne sont que la partie émergée de l'iceberg [59]. L'atteinte cutanée peut paraître mineure et ne préjuge pas des lésions organiques sous-jacentes où la destruction cellulaire existe sur tout le trajet parcouru par le courant (réseau vasculo-nerveux, muscles,...). Ceci explique la gravité des brûlures électriques qui se caractérisent par l'absence de parallélisme entre un revêtement cutané peu lésé et une atteinte étendue des tissus profonds.

➤ **Physiopathologie :**

Au cours d'un accident d'électrisation, la peau est le premier élément en contact et donc le premier obstacle au déplacement des électrons dans le corps. Sa résistance dépend de l'épaisseur de la couche cornée ainsi que de son humidité au moment du contact [67]. Le revêtement cutané ne joue son rôle d'écorce isolante que si elle est sèche, l'humidité ou la transpiration diminuent considérablement la résistance cutanée [59]. La protection cutanée ne s'effectue que pour les courants de basse tension, l'effet protecteur de la peau disparaît avec les courants de voltage supérieur à 1000 V [66].

Par ailleurs, des brûlures superficielles peuvent apparaître à partir de courants relativement faibles (de l'ordre de 10 mA) si le contact est maintenu pendant plusieurs minutes.

Le passage du courant à travers le corps nécessite son entrée et sa sortie, généralement à travers la peau, au niveau de points de contact [88]. Les brûlures électriques liées à l'effet thermique du courant sont suspectées lors de la découverte de points d'entrée et de sortie du courant [81]. Ces marques cutanées pathognomoniques laissées par le courant électrique portent le nom de "Marques de Jellineck".

➤ **Clinique :**

Au contact du courant électrique, le point d'entrée se situe souvent au niveau des membres supérieurs siégeant le plus souvent sur la pulpe des doigts ou au niveau de la face et plus particulièrement au niveau des lèvres.

Cliniquement, il s'agit d'une zone de nécrose centrale marbrée ou blanchâtre, légèrement déprimée, cartonnée, insensible et ne saignant pas à la scarification [51] avec une zone périphérique de brûlure de deuxième degré profond. Toutes les caractéristiques cliniques de ce point d'entrée expliquent le caractère profond des brûlures électriques qui sont assimilable à une brûlure de 3^{ème} degré.

Le point de sortie se présente comme une petite zone de nécrose cutanée se situant la plupart du temps au niveau des membres inférieurs, le plus souvent à la plante des pieds [76]. Il s'agit d'une petite zone bien limitée de nécrose blanchâtre ou grise, formant une ulcération qui peut être plus étendue lors des électrisations par courant de la haute tension [81].

Devant toute électrisation, Il est donc capital de préciser les points d'entrée et de sortie du courant afin de déterminer le trajet du courant qui reste un facteur déterminant pour les lésions qui accompagnent cette électrisation.

➤ **Evolution :**

Les brûlures électriques sont responsables d'ischémies importantes et de phénomènes de nécrose cutanée massive, nécessitant souvent des gestes d'amputations [89]. (Figure 22)

Les brûlures électriques restent donc une pathologie grave chez l'enfant, ils peuvent être responsables de séquelles fonctionnelles ou esthétiques. Il s'agit de patients à suivre pendant toute la croissance, car il y a possibilité d'apparition de brides rétractiles limitant la croissance et la fonction surtout des doigts [89].



Figure 22 : a, b : brûlure électrique : nécrose digitale/amputation du pouce.

➤ Cas particulier : Brûlures labiales chez l'enfant

Au cours d'électrisation, les brûlures de la bouche et/ou de la commissure labiale chez l'enfant représentent 40 à 68 % des expositions au courant domestique [79]. Ces atteintes bucco labiales particulières au jeune enfant (moyenne d'âge 3 ans), survient lors du port à la bouche d'une prise électrique femelle défectueuse, d'une rallonge électrique ou lorsque l'enfant mastique un fil électrique [24, 25, 26, 27].

Sur le plan clinique, La lésion initiale de la brûlure est grise, blanchâtre et indolore siégeant le plus souvent dans les culs de sac salivaires, en particulier au niveau labial inférieur [27-6].

Elle est caractérisée par un centre noir, coagulé et déprimé entourée d'une collerette inflammatoire (**Figure 23**) C'est une lésion profonde pluritissulaire qui s'individualisera spontanément lors de la chute d'escarre [67].

L'atteinte sera spécifiquement locale, sans retentissement général, mais malgré tout nécessitera une hospitalisation, car ces brûlures exposent, en l'absence de prise en charge spécialisée aux risques immédiats de détresse respiratoire par œdème linguale, à des séquelles esthétiques (**Figure 8** : microstomie) et au risque d'hémorragie sévère par chute d'escarre dans les 15 premiers jours après l'accident (5 à 10 % des cas). [79]



Figure 23-1: Lésion initiale de la brûlure électrique.



Figure 23-2: Microstomie séquellaire

2-Lésions musculaires :

La rhabdomyolyse se définit comme des lésions musculaires (avec nécrose des fibres musculaires), avec pour effet un relargage de nombreux produits toxiques intracellulaires dans la circulation sanguine (élévation de la créatine phosphokinase CPK, myoglobulinémie, hyperkaliémie) pouvant conduire à une insuffisance rénale aiguë [90].

➤ Physiopathologie :

Deux mécanismes *physiopathologiques* sont impliqués dans la rhabdomyolyse lors d'électrisation :

- *Electrique* : par l'action directe du courant sur les membranes cellulaires des myocytes, et des cellules endothéliales [77].

- *Electrothermique*: par le dégagement de chaleur lié à la production d'énergie électrothermique. Ce sont des lésions électrothermiques par effet joule [77]. L'os, mauvais conducteur, peut chauffer de manière importante entraînant des lésions de voisinage provoquant ainsi des nécroses musculaires avoisinantes [76].

➤ Clinique :

L'atteinte musculaire est souvent plus sévère que ne laisse supposer l'état cutané initial, faussement rassurant [77]. Le passage du courant électrique provoque un œdème lésionnel rapidement responsable d'un syndrome de loge, avec augmentation de la pression musculaire et compression vasculaire, puis d'une nécrose cellulaire [91].

Parallèlement, on peut observer aussi une dévascularisation progressive du muscle par thromboses itératives provoquant des ischémies localisées, survenant jusqu'au 3^{ème} jour après le traumatisme [59].

Cliniquement, l'aspect en superficie est un œdème cutané légèrement violacé et parfois marbré de thromboses superficielles. En profondeur, le muscle est de couleur « chair de poisson », ne saigne pas et ne réagit pas à la stimulation électrique [76].

Les signes cliniques sont marqués par la douleur résistante aux antalgiques. La palpation des masses musculaires est dure. Les signes neurologiques sont au stade précoce une paresthésie pouvant évoluer vers une anesthésie totale. Il existe aussi un déficit moteur avec rétraction des muscles fléchisseurs [77].

Cette rhabdomyolyse libère de la myoglobine dont la précipitation au niveau du tubule rénal est à l'origine d'une néphropathie tubulo-interstitielle.

Sur le plan biologique, Il y'a une corrélation entre la souffrance musculaire induite par la brûlure électrique et l'augmentation de la CPK [91]. Cette corrélation entre l'importance des lésions et la cinétique enzymatique est d'autant plus utile que le risque rénal est proportionnel à la masse musculaire détruite [92].

➤ **Evolution :**

L'évolution se fait spontanément vers une fibrose séquellaire. A l'extrême, on retrouve à distance pour le membre supérieur un syndrome de Volkman correspondant à une nécrose musculaire dont le tableau final est une rétraction ischémique des fléchisseurs avec une attitude de griffe irréductible caractéristique avec une flexion du poignet, une hyperextension des articulations métacarpophalangiennes et une flexion des articulations interphalangiennes [77].



Figure 24: brûlure électrique par haut voltage avec atteinte musculaire

3-Conséquences cardiaques :

L'électrisation est à l'origine de la perturbation de mécanismes électriques physiologiques, en particulier de l'activité électrique du cœur [88]. Quand le thorax est entre les points d'entrée et de sortie, le cœur est très fréquemment atteint, car le courant électrique suit le plus souvent les axes vasculaires [5, 93].

Un enfant sera ainsi plus sensible au courant électrique qu'un adulte, en raison notamment d'un volume cardiaque proportionnellement plus grand par rapport au volume corporel total [94].

➤ Physiopathologie :

La fibrillation ventriculaire est la conséquence médicale la plus sérieuse à redouter, constituant toute la gravité de l'atteinte cardiaque. Elle est caractérisée par une activité contractile anarchique des cellules musculaires ventriculaires. Lors d'électrisation, des foyers potentiels, en particulier ventriculaires, sont prêts à décharger des ondes circulaires par phénomènes de réentrées sans déclencher de contraction correcte du fait de leur fonctionnement anarchique [84].

Une fibrillation ventriculaire peut survenir si l'électrisation survient dans la période dite vulnérable du cycle électrique. Cette période d'une durée d'environ 130ms correspond au dernier tiers de la systole et, sur l'ECG, à la partie de l'onde T qui précède le sommet de cette onde (**Figure 25**) [88]. Un allongement de la durée d'électrisation augmente le nombre de cycles cardiaques et le nombre de périodes vulnérables, donc le risque fibrillation ventriculaire [88].

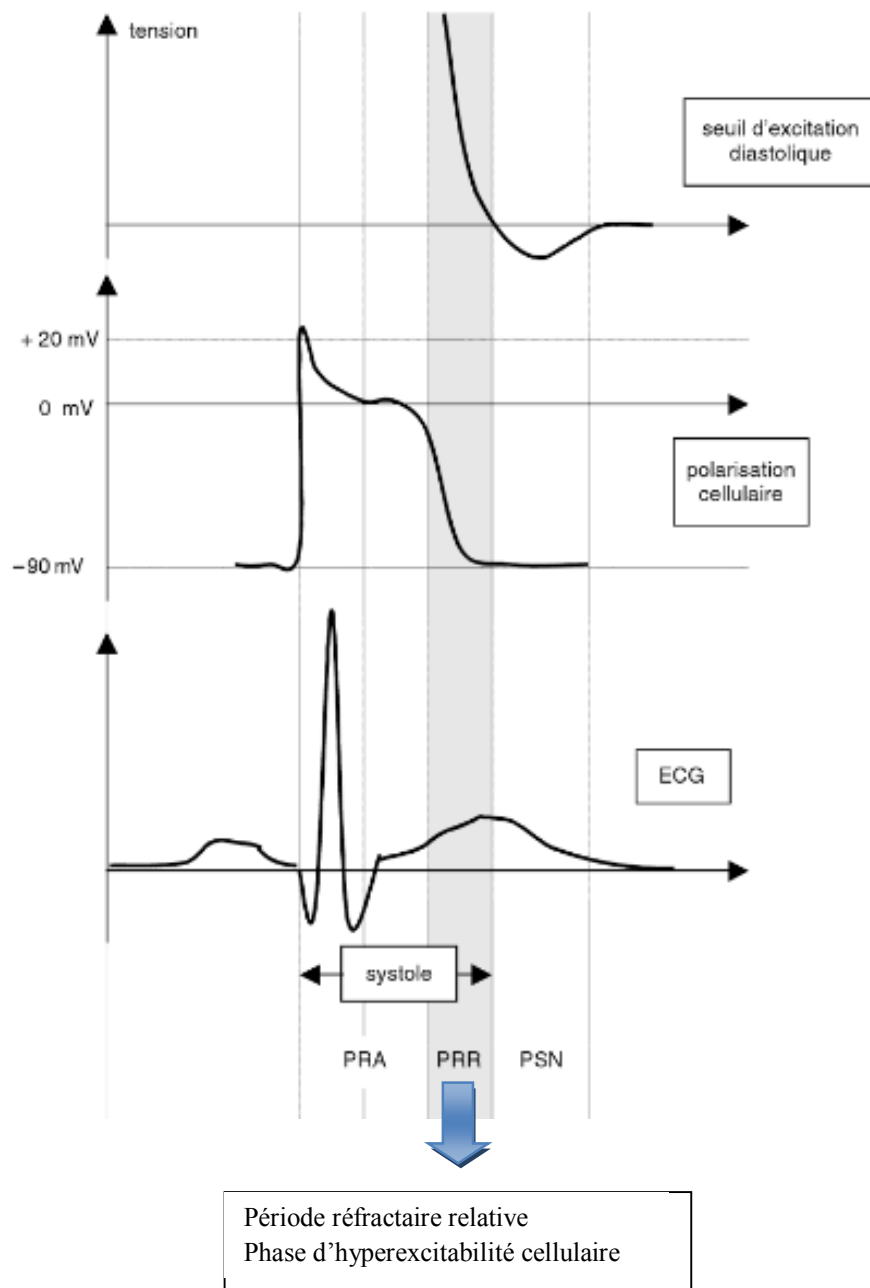


Figure 25^[88] : Période vulnérable des ventricules pendant le cycle cardiaque : PRA ; période réfractaire absolue ; aucune stimulation n'a d'effet sur la cellule myocardique. PRR : période réfractaire relative ; la cellule est hyperexcitable : cette phase est vulnérable car des cellules sont dépolarisées, d'autres non, et un stimulus sur cet état désynchronisé fait naître de nouvelles contractions prématurées non synchrones. Si "une masse critique" de cellule est touchée, la fibrillation ventriculaire est déclenchée, ensemble d'ondes circulaires auto-entretenues anarchiques et sans efficacité circulatoire. PSN : période d'hypoexcitabilité dite supranormale (PSN)

Lors d'un accident électrique, l'effet d'un courant dont le trajet intéresse la région cardiaque est différent suivant sa durée et son moment de survenue [84]:

- Pendant la phase vulnérable un courant de 500 mA d'une durée de seulement 10 millisecondes, suffit à déclencher une fibrillation ventriculaire.
- En dehors de cette phase, un courant de plus faible intensité et inférieur à 5 secondes (50 mA), entraîne de simples extrasystoles.

Le trajet suivi du courant à travers le corps conditionne ce risque de fibrillation ventriculaire. Si l'on prend comme référence un trajet main gauche-deux pieds, un facteur multiplicatif F (appelé facteur de courant de cœur) doit être utilisé pour évaluer le danger du passage d'un courant donné à travers le corps selon d'autres trajets [88]. (Tableau 13)

Tableau 13^[88] : Facteur cœur –courant

Trajet du courant		F
Main gauche	Pied droit, gauche ou les deux	1
	Poitrine	1,5
	Dos	0,7
Main droit	Pied droit, gauche ou les deux	0,8
	Poitrine	1,3
	Dos	0,3
Deux mains	Pied droit, gauche ou les deux	1
Main	Main controlatéral	0,4

La cause exacte des arythmies graves précoces est mal connue. La présence de foyers arythmogènes pourrait être due à une nécrose focale, une altération des concentrations en adénosine triphosphate, une modification de la perméabilité membranaire des myocytes [95,96]. En cas d'arythmie secondaire ou retardée, un foyer arythmogène par nécrose localisée (notamment du nœud sino-auriculaire) en serait l'origine [95, 96].

- **A l'échelon cellulaire [51] :**

Au niveau des cardiomyocytes, l'électroporation est responsable de transfert électrolytique par simple diffusion en fonction de gradients de concentration, et de la libération d'enzymes et de métabolites intracellulaires. Au passage intracellulaire du calcium succède une surcharge calcique susceptible d'engendrer des complications graves: contractions anormales, troubles du rythme et nécrose, cette dernière étant l'aboutissement de perturbations se traduisant successivement par la formation de granules mitochondriaux, la perte des fonctions mitochondriales, l'apparition de bandes de contraction myocardique, l'activation des phospholipases membranaires, un œdème intracellulaire, une ballonnisation des organes intracellulaires puis une nécrose. Ces bandes de nécrose peuvent être à l'origine de troubles conductifs. D'autre part un nombre suffisant de pores peut faire baisser le potentiel transmembranaire jusqu'à l'annuler et provoquer une période sans contraction des myocytes.

- **Clinique :**

L'atteinte cardiaque peut être immédiate ou retardée, à l'origine de nombreuses manifestations allant d'une simple accélération de la fréquence cardiaque liée au stress à un arrêt cardiaque voire des troubles de rythme et de la conduction, ou une atteinte myocardique ischémique ou nécrotique.

- **Arrêt cardiaque :**

Les arrêts cardiorespiratoires (ACR) initiaux sont rares en pédiatrie [79]. Ils peuvent survenir :

- D'emblée par fibrillation ventriculaire avec le courant domestique ou par asystolie initiale lors d'une électrisation massive (foudroiement) [97].
- Ou secondairement lors d'une anoxie par téτανisation des muscles respiratoires, lors d'une sidération des centres respiratoires ou à la suite des lésions délabrantes qui peuvent entraîner des troubles hydro électrolytiques à l'origine d'un arrêt cardiocirculatoire [97].

- **Les troubles de rythme :**

Après une électrisation par courant domestique de BV, les troubles du rythme initiaux sont peu fréquents (5 % en moyenne sur l'ensemble des séries pédiatriques), souvent asymptomatiques, découverts sur l'ECG, aspécifiques, transitoires et résolutifs dans les 24 h [28].

En plus de l'asystolie et de la FV, d'autres troubles du rythme peuvent être rencontrés : extrasystoles ventriculaires ou auriculaires, arythmie complète par fibrillation auriculaire, flutter. Ils sont le plus souvent transitoires, ne durent que quelques heures [73].

- **Les troubles de conduction :**

Ils sont à type de blocs de branches, de changement de l'axe cardiaque, d'allongement du segment QT. Ce dernier est le plus dangereux, susceptible de favoriser l'apparition de dysrythmies malignes, en particulier des torsades de pointe [5].

- **Atteinte myocardique :**

Le courant peut induire un spasme coronarien responsable d'une ischémie myocardique transitoire voire d'un infarctus myocardique constitué [55].

Les troubles de la repolarisation non spécifiques à type de modification du segment ST et de l'onde T peuvent exister et sont réversibles en quelques jours [29, 5].

L'infarctus du myocarde est rapporté mais il reste relativement rare [98, 99]. Il est à redouter chez l'électrisé, même asymptomatique [100]. Les signes ECG apparaissent jusqu'à quelques jours après l'accident ce qui justifie la répétition de l'examen à la phase initiale puis dans le temps [100] et l'échocardiographie peut confirmer cette souffrance myocardique aiguë ou différée [101].

Sur le plan biologique, Les modifications enzymatiques de l'isoenzyme membranaire MB des créatines phosphokinases (CPK MB) et de myoglobine sont d'interprétation délicate en raison de lésions cutanées et musculaires associées. Des études ultérieures et la cinétique de ces enzymes ont montré l'insuffisance de cette définition et l'absence de corrélation entre leur taux et l'existence de lésions myocardiques. La destruction de 2 ml (2 g) de tissu musculaire peut en effet être à l'origine d'une élévation sérique des CPK jusqu'à 10 fois la normale [102].

Le dosage de protéines plus spécifiques comme la troponine n'a pas été étudié spécifiquement chez l'enfant comme élément prédictif d'une atteinte myocardique lors d'électrisation [28].

➤ **Evolution :**

L'atteinte myocardique peut être prolongée, comme le confirme une étude scintigraphique montrant encore des anomalies 4 à 48 mois après électrisation HT. Ainsi un suivi spécialisé cardiologique, plus au moins prolongé selon le type d'atteinte, doit être instauré chez tout patient électrisé ayant présenté une complication cardiaque [81].

4-Conséquences vasculaires :

➤ **Physiopathologie :**

La paroi vasculaire est vulnérable en raison de sa finesse et de sa sensibilité à l'agression électrothermique [103] de même que les vaisseaux offrent la moindre résistance, d'où il est reconnu que le trajet de l'électrisation est préférentiellement vasculaire.

Le courant électrique créant notamment des lésions intimes responsables de thromboses vasculaires extensives [104]. Ces thromboses sont liées à l'activation des cascades de l'inflammation (cytokines et prostaglandines) et de la coagulation à partir des lésions de l'endothélium vasculaire [82].

➤ **Clinique :**

L'atteinte vasculaire est fréquente et multiforme et doit être recherchée de principe. Elle peut réaliser des cas de thrombose, de spasmes vasculaires, des anévrismes et de rupture partielle ou totale de la paroi artérielle responsable d'hémorragies secondaires.

L'atteinte vasculaire aggrave les lésions et explique leur évolutivité avec apparition de nécrose progressive [104]. Elle peut au maximum créer une véritable ischémie du membre atteint et aboutir à une amputation [105]. Tout électrisé doit donc faire l'objet d'une surveillance vasculaire complète et répétée à la phase aiguë [81].

➤ **Evolution :**

Les complications artérielles hémorragiques peuvent survenir jusqu'à six semaines après l'accident initial, alors que les anévrismes peuvent se développer des mois plus tard [51, 106].

5-Manifestations neuropsychiatriques :

Au niveau du système nerveux, les effets de l'électricité entraînent des manifestations neurologiques nombreuses qui peuvent être centrales ou périphériques, d'apparition immédiate ou retardée et transitoires ou définitives [107]. Elles surviennent plus volontiers dans les accidents à forte intensité et haut voltage, donc rarement chez l'enfant [108].

Il est parfois difficile à trancher entre accident d'électrisation vraie ou conséquence d'un traumatisme crânien souvent associé [51] d'où la nécessité de rechercher les complications neurologiques liées à la chute avant de les attribuer au passage du courant [81].

Les atteintes neurologiques sont extrêmement variées; leur évolution n'est pas toujours favorable et peuvent laisser des séquelles invalidantes [77].

5.1- Atteinte nerveuse centrale :

L'atteinte nerveuse centrale est très polymorphes allant de la perte de connaissance initiale transitoire avec ou sans crises convulsives, au coma profond compliqué de signes neurovégétatifs [59].

La perte de connaissance initiale est observée dans plus de la moitié des cas d'électrisation mais rapidement régressive en général [108]. Rare chez l'enfant, son incidence variait selon les études, en moyenne égale à 2 % [109, 110, 30, 111, 112, 113].

Le coma profond peut être l'expression d'un passage du courant électrique, par l'extrémité céphalique, d'une encéphalopathie post anoxique après récupération de l'activité cardiaque ou d'un traumatisme secondaire à une projection.

En fait toutes les fonctions cérébrales peuvent être touchées [51]. D'autres complications transitoires peuvent se voir : convulsions, hémiplégie, hémorragie intracérébrale.

L'IRM et la tomodensitométrie sont les examens de choix pour l'exploration des lésions cérébrales consécutives aux électrisations [81].

5.2- Atteinte médullaire :

L'atteinte médullaire peut être occasionnée soit directement par le passage du courant électrique ou indirectement par des fractures ou luxations au niveau du rachis en particulier cervical. Ces fractures ou luxations sont liées, soit à une chute, soit directement à la contraction musculaire contemporaine de l'électrisation [82].

L'atteinte médullaire pouvant être responsable d'une paralysie, atteinte nerveuse périphérique motrice ou atteinte du système nerveux autonome expliquant la pluralité des syndromes rencontrés [114].

5.3- Atteinte nerveuse périphérique :

Au niveau des nerfs et des plexus, des lésions de section ou d'arrachement peuvent exister, donnant lieu à des séquelles définitives avec des atteintes plus ou moins complètes dans le territoire correspondant [82]. Il peut également y avoir des lésions indirectes par dévascularisation [76].

Les atteintes périphériques les plus courantes sont les lésions du nerf médian, suivies par celles des nerfs cubitiaux, radiaux et fibulaires [115]. Les troubles initiaux peuvent être des paresthésies, des hypoesthésies, des parésies ou des paralysies [77]. Les atteintes des nerfs périphériques sont régressives dans deux tiers des cas [81].



Figure 26 : paralysie radiomédiocubital

5 .4- Manifestations psychiatriques:

En cas d'atteinte du système nerveux central sont notés des troubles du comportement (angoisse, dépression, irritabilité, troubles de la mémoire ou de l'attention, etc.) [66]. Ces symptômes peuvent être retardés par rapport à l'épisode aigu et ont une évolution souvent lente [116, 117].

➤ Evolution :

Fréquentes, polymorphes, les séquelles neurologiques ont une évolution imprévisible [64]. Tous les types d'atteinte sensitivomotrice sont décrits : syndromes pyramidaux ou extrapyramidaux, hémiplégie, quadriplégie, rares convulsions, atrophie corticale, comas prolongés et parésies. Elles peuvent être spontanément réversibles, parfois plusieurs mois après l'accident [91]. Les douleurs neurogènes séquellaires sont fréquentes [118, 115, 119].

6-Lésions osseuses :

Le passage du courant électrique dans le corps humain peut entraîner diverses lésions d'organes, dont des fractures osseuses.

➤ Physiopathologie :

L'os est en revanche l'un des tissus les plus résistants [18], c'est pourquoi les fractures osseuses sont, le plus souvent, consécutives à des expositions à des courants haute-tension et/ou à des traumatismes secondaires directs [69]. Dans ce contexte, l'importante production de chaleur générée par le passage du courant haute tension (effet Joule) entraîne des fractures longitudinales en « zigzag » et peut être à l'origine de l'individualisation de petits fragments osseux sous forme de perles [114]. L'os peut également être dévascularisé par ischémie liée à une thrombose vasculaire d'échauffement [76].

Les fractures par électrisation à bas voltage sont quant à elles rares et résultent de la contraction tétanique des muscles traversés par l'influx électrique [69].

➤ Clinique :

Leur symptomatologie est la même que celle des fractures post traumatiques : douleur spontanée avec impotence fonctionnelle douloureuse, exacerbation à la mobilisation du foyer fracturaire [18]. L'intensité est variable selon les patients : parfois importante d'emblée, parfois progressivement croissante et n'attirant que peu l'attention lors de la prise en charge initiale.

Les fractures osseuses les plus fréquentes sont l'épaule, les poignets, les fémurs et le rachis [82]. Chez les enfants, la très nette prédominance des fractures du poignet après électrisation amène à penser qu'il existe une vulnérabilité infantile pour ce type de fracture, probablement en raison d'une certaine fragilité osseuse à proximité du cartilage de conjugaison épiphysaire du radius [29].

Les indications d'imagerie doivent rester larges devant tout point d'appel clinique ostéo-articulaire après une électrisation, même en l'absence de traumatisme secondaire direct.

➤ **Evolution :**

Chez l'enfant, les atteintes des cartilages de conjugaison peuvent entraîner des troubles de la croissance osseuse avec des attitudes vicieuses [87].

La réparation des lésions osseuses est en général très longue, et le cal osseux est souvent de mauvaise qualité.

7-Atteinte rénale :

Après électrisation avec passage intense du courant, l'atteinte directe du parenchyme rénal reste exceptionnelle [64].

Plus souvent, il s'agit d'une insuffisance rénale aiguë organique par nécrose tubulaire aiguë, conséquence de la présence en grande quantité dans le plasma de myoglobine, d'hémoglobine libre et d'autres protéines tissulaires traduisant la rhabdomyolyse [77].

Le tableau peut être aggravé par une insuffisance rénale fonctionnelle induite par l'hypovolémie conséquence de la brûlure [120, 121], de même que la libération accrue d'hormones de stress (catécholamines, angiotensine, aldostérone, vasopressine) semblent impliqués dans la genèse de cette forme d'insuffisance rénale aiguë [81].

La gravité de la défaillance rénale aiguë est corrélée avec l'intensité du syndrome des loges, l'étendue des brûlures cutanées du 3^{ème} degré ainsi que le voltage élevé du courant causal [64].

Sa prévention par une réanimation adaptée sera l'un des objectifs prioritaires lors de la prise en charge des brûlures électriques. Cette défaillance rénale évolue sur 3 à 4 semaines en moyenne et guérit en général sans séquelles [122].

8-Atteinte respiratoire :

La défaillance respiratoire au cours d'électrisation peut *résulter* de lésions à plusieurs niveaux :

- Une téτανisation des muscles respiratoires entraînant une asphyxie par blocage de la cage thoracique est la cause la plus fréquente de la détresse ventilatoire ; Si l'intensité du courant qui traverse le corps humain atteint 20 milliampères, 60 secondes suffisent pour bloquer la respiration par contraction du diaphragme et des muscles respiratoires [53]. La téτανisation est relativement fréquente dans les électrisations pédiatriques, survenant dans 11 à 36,5 % des cas [111, 112 ,113].
- Une détresse ventilatoire d'origine centrale par sidération des centres respiratoires peut s'observer en cas de passage du courant au niveau encéphalique mais aussi en cas de traumatisme crânien grave [59].
- Une obstruction des voies aériennes supérieures par brûlures électriques de la bouche [59].
- Une fracture du rachis cervical avec un tableau de section médullaire peut entraîner une paralysie des muscles respiratoires [59].
- Un contact électrique direct avec la paroi thoracique peut provoquer des lésions pleurales, avec hydrothorax, lésions parenchymateuses à type d'atélectasies ou d'infarctissement pulmonaire [77]. Des ruptures bronchiques peuvent provoquer un pneumothorax suffocant [77]. Les lésions respiratoires peuvent aussi être secondaires à un traumatisme associé [120, 121].

9-Atteinte digestive :

Du fait de la grande surface cutanée et de la faible résistance abdominale, la densité de courant à ce niveau est relativement peu élevée, expliquant la rareté des lésions abdominales d'origine électrique [87,123]. La possibilité d'atteinte des viscères abdominaux doit toujours être évoquée dans les électrisations graves, même en absence de point d'entrée ou de sortie abdominal [5].

Tous les organes peuvent être atteints soit directement soit par l'intermédiaire de leur vascularisation [59]. Ils sont soumis au risque de perforation, en particulier par nécrose dans le cadre d'une atteinte de leur vascularisation [82].

Au niveau intestinal, on assiste à des lésions directes de type destruction avec nécrose pariétale entraînant très vite un syndrome péritonéal grave [124]. Un iléus paralytique, une atrophie gastrique sont fréquentes à la phase aiguë [77]. Dans la littérature, ont aussi été rapportées des ulcérations gastro-intestinales, des fistulisations, une nécrose ou une perforation de la vésicale biliaire, une pancréatite aiguë, voire une nécrose hépatique [77].

10-Atteinte sensorielle :

10 .1 .Atteinte ophtalmique :

L'atteinte directe du globe oculaire par le passage du courant est rare [5]. Elles se produisent lors de passage du courant à haute tension par l'extrémité céphalique [5]. Beaucoup de lésions ont été décrites comme des kératites ou des conjonctivites, des ulcères de la cornée, des atteintes du nerf optique, des rétinopathies et des maculopathies [124].

Par ailleurs, Le risque de cataracte, rare chez l'enfant, a surtout été décrit lors d'électrisation de haut voltage ou par fulguration. La cataracte peut se révéler plusieurs années après l'accident [20] d'où la nécessité d'une surveillance ophtalmologique régulière et prolongée chez tout enfant électrisé.

10 .2 .Atteinte cochléo-vestibulaire :

L'appareil auditif et vestibulaire peut être touché dans tous ses éléments aussi bien par le passage direct du courant que par l'effet blast [81].

L'examen peut mettre en évidence une hémorragie de la membrane tympanique ou de l'oreille moyenne, une atteinte de la cochlée et des canaux de l'appareil vestibulaire [82]. Ces atteintes peuvent ouvrir la porte à des complications locorégionales à type de mastoïdite, de thrombose des sinus, de méningite et d'abcès cérébraux [82]. La perte d'audition peut être

immédiate ou différée [82]. Une évaluation doit être réalisée à distance, car les séquelles cochléovestibulaires sont fréquentes [81].

VIII- FORMES CLINIQUES:

Il est communément admis de diviser les brûlures électriques en général en deux grands groupes: d'une part, les brûlures de bas voltage, dont le courant est inférieur à 1000 volts et d'autre part, les brûlures de haut voltage, supérieur à 1000 volts et appelées aussi grandes électrisations.

Chez les enfants, ce sont les brûlures de bas voltage qui sont le plus fréquemment rencontrées

1. Les brûlures de bas voltage :

1.1- Mécanismes de survenue :

Les accidents survenus avec du courant à basse tension (inférieurs à 1000 volts) sont essentiellement des accidents domestiques dont les 2/3 des victimes sont des enfants [59]. Ces accidents sont secondaires à l'introduction, par un enfant souvent d'âge préscolaire, d'un objet conducteur dans une prise de courant ou en y introduisant les doigts ou en touchant ou portant à la bouche un fil dénudé ou une rallonge raccordée au courant ou encore par contact avec un appareil défectueux [109, 110].

Ces circonstances exposent essentiellement à 2 risques : un risque rare de trouble du rythme cardiaque et le risque fréquent de brûlures des extrémités ou de la bouche [28].

1.2- Les caractéristiques cliniques des brûlures électriques de bas voltage :

Dans les atteintes par des décharges de basse tension, le tableau clinique est dominé par les effets excitomoteurs [84], dont les conséquences sont variables allant d'une simple secousse électrique jusqu'à un arrêt cardiaque. Voici les aspects schématiques de gravité croissante :

■ **Simple secousse électrique :**

C'est heureusement le cas le plus fréquent et le plus souvent bénin [125]. Cette secousse est ressentie par suite d'un passage bref de courant dont le sujet peut se libérer [84]. Dans ce cas, les victimes sont capables de se mettre en sécurité d'elles même, de rester conscientes et de continuer à ventiler normalement [126]. Les effets cardiaques se limitent à une simple tachycardie sinusale avec ou sans altérations électro cardiographiques mineurs [126]. Malgré les conséquences, relativement minimales de ce genre d'accidents, l'électrocardiogramme reste une précaution médicale et médico-légale appropriée [126].

■ **Perte de connaissance immédiate :**

Les victimes de chocs faisant suite à un contact électrique un peu plus fort et de longue durée peuvent souffrir de troubles ou de pertes de conscience [126]. L'enfant présente des troubles de conscience avec une récupération incomplète, voire une amnésie rétrograde, et l'interrogatoire de l'entourage retrouve la notion d'une perte de connaissance initiale [84, 125].

A l'examen, l'enfant est confus présentant une hypertonie neuro-musculaire, une polypnée, avec anoxie passagère [84, 125]. L'ECG peut enregistrer des troubles du rythme et de la conduction mineurs transitoires dans l'immédiat ou retardés de 12 à 24 heures [84]. L'hospitalisation est systématique pour une éventuelle surveillance et prise en charge.

■ **Mort apparente d'emblée** ^[84] :

L'enfant ne ventile plus, le pouls carotidien n'est plus perceptible. Que l'enfant soit cyanosé (asphyxie ventilatoire par téτανisation du diaphragme) ou blanc (inefficacité cardiaque par fibrillation ventriculaire) il importe que sur place, une fois la victime soustraite du risque par coupure du courant sans se mettre en danger soi-même, soit réalisé un massage cardiaque externe et une ventilation dans l'attente du défibrillateur. La vie est en jeu et ces gestes de survie immédiats suivis d'une réanimation prolongée peuvent permettre une guérison sans séquelles.

Les brûlures électriques à basse tension engendrent des brûlures de contact, bien délimitées aux points d'entrée et de sortie du courant [55]. Ces lésions peuvent être punctiformes ou plus étendues, mais toujours profondes [127]. Elles sont évolutives sur tout le trajet du courant électrique, nécessitant souvent une prise en charge chirurgicale de couverture avec greffe cutanée ou par lambeau local [127].

Les autres lésions chirurgicales sont rares en basse tension : on peut trouver des fractures/luxations secondaires aux chutes et contractions musculaires tétaniques [128] et un seul cas de perforation intestinale avec courant de basse tension est rapporté chez une enfant de 18 mois [81].

2. Les brûlures de haut voltage :

2.1 - Mécanismes de survenue :

Selon les données de l'Office Nationale d'Electricité (ONE), les principales causes d'accidents électriques de haut voltage recensées, au Maroc, sont dues à des comportements dangereux ou irresponsables, par manque d'information et/ou de prise de conscience des dangers, tels que :

- L'escalade des supports pour vandalisme.
- Le jet de pierres sur les isolateurs à l'aide de frondes
- Le contact avec des conducteurs tombés à terre
- Les travaux de voisinage et chantiers
- L'étendage de linge à proximité de câbles électriques
- Les branchements clandestins et leur « bricolage »
- L'élagage des arbres avec câbles électriques à proximité touchés par l'outil.

2.2- Les caractéristiques cliniques des brûlures électriques de haut voltage :

Les brûlures électriques par haut voltage (supérieur à 1000 V) sont responsables de gros dégâts tissulaires en immédiat et dans les jours suivant l'accident du fait de la chaleur importante dégagée par effet joule et de la thrombose microvasculaire évolutive [12].

Souvent la victime est projetée à distance ce qui rend bref le temps de passage du courant : dans ce cas de 10 ms à 500 ms. Mais sous cette tension et une valeur moyenne habituelle de résistance du corps humain « l'énergie dégagée est suffisante pour cuire un pot au feu en 1 seconde ! ». Ces patients sont souvent polytraumatisés avec des lésions multiorganiques nécessitant une prise en charge pluridisciplinaire [84].

2.2.1- Les brûlures électrothermiques :

Le tableau clinique est dominé par les brûlures, l'énergie électrique étant convertie en énergie thermique [84]. Les courants de haute tension provoquent de graves brûlures aussi bien internes qu'externes [129]; ces brûlures sont visibles aux points de contact sous forme des lésions indolores, claires (jaune-gris), ressemblant à des cratères centrés par de la nécrose, mais ils ont ainsi la particularité d'être profondes et extensives sur tout le trajet du courant [55].

2.2.2- Les conséquences immédiates :

Les conséquences cardio-respiratoires décrites pour la basse tension peuvent se voir en haute tension [84]. Une surveillance cardiaque sur 24 heures est recommandée après des accidents électriques en haute tension. L'ECG peut montrer une tachycardie et de petites anomalies du segment ST qui peuvent persister [125].

Les muscles sont particulièrement vulnérables à une électrisation qui peut provoquer des lésions par la chaleur, l'énergie électrique et l'ischémie [125]. Les lésions vasculaires sont fréquentes dans les muscles, aboutissant à des nécroses pouvant nécessiter une fasciotomie [130]. Elles peuvent au maximum créer une véritable ischémie du membre atteint et aboutir à une amputation.

Les fractures ne sont pas rares, dues aux contractions musculaires violentes ou à la chute [125]. Une luxation d'épaule peut se voir après spasme tétanique de la coiffe des rotateurs [125].

Les lésions médullaires relèvent de plusieurs mécanismes : fracture ou luxation par chute ou contraction violente, lésion directe de la moelle par le courant électrique [125]. Ces lésions se traduisent par des déficits moteurs et sensitifs précoces, durant quelques heures ou jours, atteignant essentiellement les membres inférieurs et régressant le plus souvent sans séquelles [130]. Les neuropathies périphériques transitoires ou permanentes sont fréquentes surtout aux membres traversés par le courant et en particulier le nerf cubital et le nerf médian [125].

Sur le plan digestif et lors des électrisations par courant haut tension, ont été rapportées les lésions suivantes : perforation de l'estomac découverte au stade de fistule, atteinte du grêle, fistule colique se manifestant 17 j après l'électrisation, perforations intestinales traitées chirurgicalement sans complication ultérieure, fistule vésico-intestinale, perforation vésicale, perforation du caecum, survenue de cholécystite, nécrose pancréatique et hépatique sur un trajet rétropéritonéal du courant [81].

Les courants à haute tension provoquent également un choc hypovolémique par exsudation plasmatique [125]. Des lésions rénales peuvent survenir, dues au courant électrique et à la libération massive d'hémoglobine et de myoglobine, avec nécrose tubulaire aiguë [131].

2.2.3 - Les conséquences retardées ^[125] :

Le gonflement des tissus atteints peut entraîner des lésions ischémiques et une acidose métabolique sévère. Des tachyarythmies ventriculaires graves peuvent apparaître plusieurs heures après les brûlures, ainsi que des hémorragies digestives, un oedème pulmonaire neurogénique, une CIVD et des infections des masses musculaires nécrosées

Les brûlures par courant à haut voltage sont plus fréquentes chez les adolescents et sont catastrophiques, avec la destruction de tous les tissus touchés par le courant, aboutissant souvent à des amputations [129].

2.3- Biologie ^[125]:

Après un choc électrique violent, il se produit une séquestration de liquide au niveau de la blessure avec un risque de diminution du volume plasmatique et de l'hématocrite. On retrouve souvent une myoglobulinurie et une acidose métabolique importante.

IX- LES SEQUELLES :

Les séquelles des brûlures électriques sont fonctionnelles et esthétiques en rapport avec l'étendue et la profondeur des lésions initiales. Elles sont d'autant plus graves chez l'enfant et doivent être prévenues par une rigueur dans les techniques et indications chirurgicales lors du traitement des brûlures électriques à la période aiguë : topographie des incisions de décharge, profondeur de l'excision, respect des zones taboues, expansion des greffes cutanées, derme artificiel, choix des zones donneuses [132].

L'ennemi majeur du chirurgien plastique vis-à-vis de la brûlure, c'est le tissu cicatriciel. C'est un problème difficile et souvent insoluble. En revanche, les brûlures profondes intéressent le derme ou les éléments plus profonds laissent des cicatrices importantes souvent inesthétiques et à l'origine d'un handicap fonctionnel et esthétique [133].

1- Séquelles cutanées :

1.1 - Cicatrices dystrophiques ^[134] :

On retrouve fréquemment une fragilité cutanée au niveau des cicatrices de brûlure, que ce soit après cicatrisation dirigée ou après greffe de peau. La peau cicatricielle après brûlure perd sa souplesse et son élasticité, elle est souvent sèche. En cas de greffe, la fragilité dépend de l'épaisseur de la greffe et de la conservation du derme et du tissu sous-cutané. Ce sont les zones articulaires des membres et les régions dont les structures osseuses sont superficielles où se rencontrent les problèmes de fragilité cicatricielle. On trouve des lésions à type d'ulcération unique ou multiple, le plus souvent de petite taille. Leur évolution est marquée par une tendance à la récurrence. Elles sont fréquemment liées à un traumatisme mineur.

1.2 - Cicatrices dysesthésiques ^[134] :

La peau, véritable organe des sens, présente une multitude de récepteurs et de terminaisons nerveuses. Il est fréquent de retrouver au niveau d'une région brûlée des troubles de la sensibilité cutanée. Généralement transitoires, ils dépendent de la profondeur initiale de la brûlure et du traitement réalisé. Les brûlures profondes et greffées sont souvent le siège d'une hyposensibilité qui s'améliore progressivement.

Les lésions des terminaisons nerveuses expliquent ces troubles de la sensibilité. Parfois, une repousse nerveuse anarchique et désorganisée est responsable de phénomènes d'hypersensibilité.

1.3 - Cicatrices dyschromiques :

Il existe presque toujours des différences de coloration et de texture entre une cicatrice de brûlure et la peau saine [134]. Il s'agit d'une complication très fréquente, elle consiste en une hyperpigmentation, surtout chez les sujets à peau claire, ou une hypopigmentation chez les sujets à peau foncée [132].

L'évolution de la couleur d'une séquelle de brûlure ne peut être prévue initialement [134]. Il existe cependant des moyens à mettre en œuvre dès la phase aiguë du traitement de la brûlure afin d'optimiser l'aspect cicatriciel final [134]. Parmi les facteurs limitant l'évolution dyschromique des greffes, le plus important est le choix du site de prélèvement [134].

1.4 – Cicatrisation excessive :

■ Cicatrices hypertrophiques :

Sous l'action des processus inflammatoires, l'activation des fibroblastes et l'angiogenèse conduisent à la constitution d'un tissu de réparation tissulaire. Selon le contexte local, selon les contraintes régionales, selon le traitement effectué, ce tissu va parfois déboucher sur la formation de séquelles hypertrophiques ou rétractiles. Si l'environnement est sans contraintes c'est l'hypertrophie qui va dominer (elle est le résultat d'une prolifération conjonctive abondante en zone peu mobile) [135], si l'environnement est sous tension la rétraction va apparaître.

L'hypertrophie cicatricielle apparaît en général dans les semaines qui suivent la cicatrisation. Dans les cas favorables, le collagène et les fibroblastes s'organisent à partir du sixième mois pour reconstituer un tissu proche du derme. C'est la phase de maturation de la cicatrice qui dure de 1 à 2 ans.

Entre l'âge de deux ans et la puberté, la cicatrisation est souvent très rapide mais avec une phase de remodelage pouvant être « explosive ». Les cicatrices hypertrophiques sont plus fréquentes [39] et leur évolution dans le temps est plus longue (jusqu'à deux ans de remodelage). L'étiologie du traumatisme peut aussi être un facteur favorisant de cicatrice hypertrophique. Les brûlures fréquentes chez l'enfant sont effectivement plus pourvoyeuses de cicatrices hypertrophiques, d'autant plus si la cicatrisation est longue [39, 136—139]. Le respect du positionnement des incisions, la réalisation de sutures sans tension sont des éléments importants qui ne doivent pas être négligés. Les traitements complémentaires postopératoires : compression, massages, hydratation, les silicones (gel ou pansement), orthèses, traitements antihistaminiques, thermalisme [140] . . . sont des moyens essentiels pour limiter l'hypertrophie et sont à proposer avant même l'apparition des signes cliniques.



Figure27 ^[35] : Cicatrice hypertrophique au niveau des jonctions greffe de peau/peau saine à cinq mois post- brûlure chez une jeune fille de dix ans.

■ **Cicatrices chéloïdiennes [35] :**

Les cicatrices chéloïdes correspondent à une dérégulation des processus inflammatoires cicatriciels. Ces cicatrices ne doivent pas être confondues avec les cicatrices hypertrophiques. Ce sont des lésions cutanées bénignes (fibreuses, boursouflées) développées au dépend du derme réticulaire dans les suites d'une plaie atteignant le derme.



Figure28 ^[35] : Face antérieure de l'avant-bras droit d'un garçon de 17 ans : cicatrice chéloïde survenue sur une greffe de peau post-brûlure.

Dans cette pathologie les fibroblastes sont pathologiques : ils sont responsables d'une surproduction de collagène, de fibronectine, d'élastine ainsi que certains protéoglycanes et ils ne réagissent pas de manière adaptée aux modulateurs métaboliques (glucocorticoïdes, hydrocortisone, certains facteurs de croissance [141]). C'est ainsi que le nombre de fibroblastes qui est censé diminuer lors du remodelage et de la maturation de la cicatrice reste anormalement élevé.

Les chéloïdes présentent comme spécificité clinique de s'étendre au-delà de la cicatrice d'origine avec un envahissement des berges saines sus-jacentes [46]. Elles sont significativement plus fréquentes dans les populations jeunes entre dix et 30 ans [46, 47] et en période pubertaire dans le cadre du pic hormonal [47, 48, 142].

L'excision-greffe chirurgicale précoce permet de court-circuiter la réaction inflammatoire, et c'est pourquoi elle est recommandée en zone fonctionnelle, en particulier au niveau de la main et des doigts.

1.5 - Cicatrisation rétractile : les brides

Les rétractions sont le fait de la fibrose des plans superficiels intéressant la peau, le tissu sous cutané et parfois même les muscles sous-jacents [133]. Chez le brûlé, c'est en fait un phénomène plutôt pathologique, exacerbé par l'inflammation locale et surtout par le mouvement [133].

L'enfant grandit souvent plus rapidement que sa cicatrice qui est un tissu fibreux moins extensible. Cette différence de croissance est responsable de l'apparition de brides rétractiles (Figure 13) [35]. Les zones de mobilité (péri-orificielles, articulations) sont plus pourvoyeuses de brides. L'évolution au cours de la croissance impose un suivi, même après la fin du remodelage cicatriciel, jusqu'à l'âge adulte [35].



Figure 29: Brides cicatricielles post-brûlure électrique

1.6- Dégénérescence cicatricielle ^[133] :

Il faut insister sur certaines brides des plis de flexion qui n'entraînent pas de rétraction à proprement parler car le jeu articulaire reste normal, mais qui présentent des ulcérations récidivantes qui témoignent du déficit d'élasticité invisible de la région. Le traitement est aussi impératif car il y a possibilité de cancérisation (ulcère de Marjolin). Ces dégénérescences peuvent survenir à distance 10 voire 20 ans après la cicatrisation. Il s'agit le plus souvent d'épithéliomas spino-cellulaire très lymphophiles. L'apparition d'une ulcération chronique sur une cicatrice ancienne de brûlure, sans notion traumatique doit faire rechercher la possibilité de cancérisation. Elle doit imposer la réalisation au moindre doute une biopsie de la lésion suspecte pour analyse anatomopathologique.

1.7 - Invagination cicatricielle ^[35].

La répartition des graisses est différente entre enfant et adulte. Par exemple, au niveau abdominal la graisse est principalement au-dessus du fascia superficialis chez l'enfant, alors que chez l'adulte elle est proportionnellement plus importante sous ce même fascia [143, 144]. Ceci explique l'évolution que peuvent avoir certaines cicatrices abdominales avec la croissance.

1.8 - Alopécie cicatricielle ^[35] :

L'alopécie cicatricielle n'est pas spécifique de l'enfant, mais la croissance crânienne durant les trois premières années de vie majore ce risque [145]. Lorsque l'exérèse d'une lésion est indispensable chez l'enfant de moins de trois ans, les parents doivent être prévenus de ce risque. Pour éviter ce type de complication, il faut, si possible, éviter la chirurgie du cuir chevelu lors des premières années et/ou avoir recours à l'expansion cutanée (en primaire ou en secondaire).

1.9 - Retard de cicatrisation :

Une infection, un mauvais statut nutritionnel, une maladie associée comme le diabète par exemple, pourront ralentir, voir empêcher la cicatrisation [32]. Dans la brûlure il y a un hypercatabolisme, d'où l'importance de l'apport nutritionnel pour obtenir une bonne cicatrisation.

2- Séquelles des éléments sous-cutanés :

Les séquelles sous-cutanées des brûlures électriques sont liées à la profondeur initiale de la brûlure avec destruction des tissus profonds réalisant parfois d'importantes mutilations dont la réparation est complexe.

Les mécanismes d'apparition des séquelles tendineuses et ostéoarticulaires peuvent être direct : lésion destructrice d'emblée par nécrose tissulaire sous l'action de la chaleur, du voltage ou d'un traumatisme associé à la brûlure [132].

Il peut s'agir aussi d'un processus secondaire de destruction tissulaire par thrombose évolutive, ischémie distale, syndrome de loge négligé, embolie septique, chondrite extensive, infection massive... ou secondaires à une cicatrisation cutanée pathologique [132].

2.1 – Séquelles tendineuses ^[133] :

Elles se voient essentiellement à la face dorsale de la main et du pied, tout un tissu fibreux entoure ces formations tendineuses, mais parfois on observe des destructions dues à la profondeur de la brûlure ou à une infection locale ayant compliqué la cicatrisation.

2.2 – Séquelles ostéo articulaires :

Elles relèvent de trois origines : une immobilisation trop longtemps prolongée, parfois au niveau de la main et des doigts ; une ouverture articulaire (infection secondaire avec arthrite septique) ; et développement d'ossifications péri-articulaires.

les séquelles des brûlures électriques peuvent obliger à des amputations hautes qui laissent aussi souvent des paralysies périphériques par destruction nerveuse.

3- Séquelles fonctionnelles :

Les séquelles fonctionnelles de brûlures surtout des membres sont plus souvent liées aux rétractions cutanées qu'une lésion osseuse ou tendineuse. Ces rétractions sont souvent responsables de l'impotence fonctionnelle et de la limitation de l'amplitude articulaire. Ces rétractions cutanées peuvent être en regard ou en dehors des articulations. Il est toutefois possible de rencontrer des lésions osseuses de type paraostéoarthropathies au niveau des articulations ou de véritables rétractions tendineuses par retard de prise en charge, notamment chez l'enfant [132].

Cette rétraction est liée à la rétraction de la brûlure, à l'alitement prolongé et l'inactivité physique d'un grand brûlé lors de son séjour. De plus, le non-respect de certaines règles peut favoriser ces séquelles [146] :

- l'absence de traitement chirurgical d'une brûlure profonde avant le 21^e jour est à l'origine de phénomènes inflammatoires et rétractiles importants ;
- l'excision trop profonde de la brûlure, comme « l'excision à l'aponévrose », en dehors des carbonisations est à l'origine d'une squelettisation du membre, de « marches d'escalier » avec la peau adjacente et des adhérences massives des greffes de peau ;
- un protocole de rééducation non adapté, non réalisé ou non poursuivi majore les séquelles quelle que soit la profondeur initiale.

La connaissance et le respect de ces règles permettent en partie de réduire au long cours les séquelles majeures des brûlures.

4- Séquelles psychologiques ^[35] :

La présence d'une cicatrice disgracieuse et/ou visible peut entraîner des répercussions psychologiques et une altération de la qualité de vie [138—140]. Les capacités de résilience et d'acceptation sont parfois moins évidentes chez l'enfant (surtout à l'adolescence) que chez l'adulte. Il est donc important de rechercher au décours de nos consultations l'impact

psychologique de la cicatrice. Il faudra aussi savoir dissocier l'impact sur la famille et sur l'enfant qui n'est pas toujours identique.

X-PRISE EN CHARGE DES BRULURES ELECTRIQUES CHEZ L'ENFANT:

A - Prise en charge pré hospitalière :

A. 1 - Premiers secours :

Sur les lieux de l'accident, les premiers gestes de secours doivent être réalisés par les premiers témoins de l'accident. Face à l'électrisation, trois actions doivent être entreprises :

■ *Alerter:*

L'Appel des services de secours médicalisés spécialisés (pompiers, SAMU...) constitue dès lors le premier maillon de la chaîne des secours. Ces services seront engagés sur tout accident électrique à haute tension, ainsi que sur les accidents électriques à basse tension avec atteinte des fonctions vitales (troubles de la conscience, symptomatologie cardio-respiratoire) [73].

L'alerte informe si possible le médecin régulateur des caractéristiques du courant en cause, de l'état des grandes fonctions et de la constatation des éventuelles lésions cutanées apparentes [64]. Le médecin régulateur décide ainsi de l'envoi des secours adaptés [77] puis prodigue les différents conseils de sécurité et de prudence aux témoins.

■ *Sécuriser* ^[68] :

Le dégagement de la victime doit être aussi rapide que possible puisque la durée du passage du courant conditionne l'importance des lésions. Il faut cependant avoir constamment à l'esprit le risque de sur accident (électrifications collectives) et s'interdire tout contact avec la victime tant que la coupure de courant n'a pas été effectuée. Si l'enfant est resté agrippé au conducteur, il faut penser à prévenir sa chute et à ne pas sous-estimer le risque de traumatisme associé si la chute n'a pu être évitée.

- S'il s'agit de basse tension : l'électricité doit être coupée (disjoncteur, interrupteur, débranchement de la prise incriminée, retrait des fusibles). Si on ne peut pas couper le courant, la victime devra être dégagée à l'aide d'un objet sec et non conducteur (manche à balai).

- S'il s'agit de haute tension : l'électricité doit être impérativement coupée par des personnels habilités et compétents.

■ ***Secourir :***

Dès la coupure du courant, les gestes élémentaires de survie doivent être réalisés par les témoins [68]: mise en position latérale de sécurité d'une victime inconsciente voire une réanimation cardio-pulmonaire (RCP) de base qui doit être entreprise immédiatement en attendant les secours.

A. 2 - Intervention médicale préhospitalière :

Les premières heures de prise en charge des enfants électrisés vont donc déterminer le pronostic vital et fonctionnel. L'étape pré hospitalière est très importante, en termes d'évaluation, de mise en condition, d'initiation de la réanimation et d'orientation de l'enfant.

• ***En cas de détresse vitale :***

Les décès secondaires à une électrisation peuvent survenir immédiatement sur les lieux par arrêt cardiaque secondaire à une fibrillation ventriculaire (FV) (courant de BV) ou par asystolie (courant de HV) [147, 148].

La prise en charge d'un état de mort apparente répond aux règles de l'ABC de la réanimation cardiorespiratoire et à la séquence actuelle de gestion des arrêts cardio-respiratoires de l'enfant [149, 150]. En cas de fibrillation ventriculaire, la réalisation précoce d'une défibrillation sur les lieux de l'accident permet bien souvent de régulariser le rythme.

Si d'emblée, ou après réanimation cardio-pulmonaire efficace, l'enfant est comateux ou souffre d'une détresse respiratoire aiguë, l'intubation orotrachéale et la mise sous ventilation artificielle sont indiquées [64].

- ***En l'absence de détresse vitale :***

- Lorsque l'accident paraît bénin (simple secousse, absence de trouble de conscience, symptomatologie mineure) [77], l'enfant doit bénéficier dès que possible d'un examen médical et d'un électrocardiogramme [151].

- Lorsque l'accident paraît grave (brûlures graves avec ou sans traumatisme associé et éventuellement des signes d'atteinte cardiaque, respiratoire ou neurologique, sans signe de détresse mais dont l'évolution peut mettre en jeu le pronostic vital), l'enfant électrisé doit être minutieusement examiné exactement comme le serait un patient polytraumatisé [152] avec une immobilisation stricte du rachis pendant toute la durée de la prise en charge extrahospitalière.

L'abord vasculaire est réalisé le plus rapidement possible, si possible en zone saine [77]. Deux vois veineuses périphériques sont souvent nécessaires en fonction de la gravité du patient [77].

Une évaluation clinique rapide doit être faite sur l'état hémodynamique, respiratoire et neurologique pour débiter une démarche de soins plus ajustée à la situation du patient.

Le transport de l'enfant électrisé vers l'établissement de référence doit être prévu dès la prise en charge primaire tout en assurant la surveillance et la suppléance des fonctions vitales.

B- Prise en charge hospitalière :

L'hospitalisation est indispensable, indépendamment de toute notion de gravité des lésions, pour soustraire l'enfant au danger. Le retour à domicile n'est envisagé qu'après enquête approfondie et, le cas échéant, signalement aux autorités judiciaires et/ou sanitaires [132].

Dès l'admission et parallèlement à la poursuite des mesures de réanimation déjà entreprises [58], un examen clinique approfondi et un bilan lésionnel s'imposent tout en stabilisant les grandes défaillances et les lésions les plus menaçantes.

B.1 - Mise en condition :

- Accueillir l'enfant dans un milieu réchauffé.
- Déshabiller prudemment et complètement l'enfant. Si les vêtements collent à la peau, il faut les ôter dans un bain.
- Peser l'enfant si possible ou s'informer de son poids.
- Abord veineux : Chez l'enfant brûlé, le capital veineux peut être extrêmement limité si la brûlure intéresse les membres supérieurs [132]. L'attitude est donc de mettre en place un cathéter central précocement pour épargner le capital veineux [132] (l'abord fémoral est le plus simple chez l'enfant [92]) et d'utiliser secondairement le capital veineux périphérique pour la poursuite du traitement [132].
- Surveillance monitoring complet (TA, ECG, fréquence respiratoire, saturation, PVC...) et surveillance des signes cliniques (agitation, délire, coloration...).
- Sondage urinaire : doit être effectué précocement, il permettra d'évaluer la diurèse et de détecter l'apparition d'une myoglobininurie par rapport au risque de rhabdomyolyse.

B.2 - Bilan lésionnel :

Par la suite, dès que l'état de l'enfant est stabilisé, un bilan lésionnel complet s'impose devant tout enfant victime d'une électrisation, même si a priori le tableau paraît rassurant [153]. Il faut tenter de déterminer la nature du courant en cause et la durée de l'exposition, et rechercher les portes d'entrée et de sortie du courant qui permettront de définir le trajet du courant et les organes rencontrés [153].

B.2.1 - Examen clinique :

B.2.1.1 - Sur le plan général :

▪ Evaluation cardiaque :

La réalisation systématique d'un électrocardiogramme s'impose devant toute électrisation. Chez un jeune enfant, exposé à une source de courant domestique. Un électrocardiogramme (ECG) initial est indiqué. Si l'enfant est asymptomatique, l'ECG normal et qu'il n'existe aucun facteur de risque : (peau mouillée, tétanie sur la source, trajet vertical du courant, perte de connaissance, cardiopathie préexistante) une surveillance par cardioscope n'est pas nécessaire et un retour à domicile est conseillé [28].

Si l'ECG est anormal et/ou un ou des facteurs de risque présents et/ou absence de témoin, une surveillance hospitalière avec cardioscope est conseillée durant 24 heures minimum selon l'évolution [113].

▪ Evaluation neurologique :

Elle comprend principalement l'évaluation de l'état de conscience, des pupilles, des signes vitaux, des nerfs crâniens, des réflexes ostéotendineux et des fonctions neurologiques (motrice, cérébelleuse, sensitive, cognitive). La recherche des lésions neurologiques associées est essentielle qui peut orienter vers un examen scanographique cérébral voire une imagerie par résonance magnétique.

▪ **Evaluation respiratoire :**

Evaluer la respiration en veillant sur la liberté des voies respiratoires. Cette évaluation s'impose surtout en cas des brûlures de la lèvre où il y'a un risque de détresse respiratoire par l'œdème linguale.

B.2.1.2- Sur le plan local :

- *L'état cutané* : Il faut examiner l'enfant corps entier pour rechercher le point d'entrée et de sortie du courant électrique afin de retracer le trajet des dégâts potentiels [77].

Chez l'enfant, les variations morphologiques sont importantes selon l'âge. On utilise la table de Lund et Browder pour évaluer la surface cutanée brûlée. Sinon, la surface brûlée peut être estimée à partir de la surface totale de la main de l'enfant qui représente 1 % de la surface cutanée totale dans une tranche d'âge large [154]. Cette évaluation reste insuffisante dans le cas des brûlures électriques car elle ne prend pas en compte les dégâts sous-jacents [79].

- *L'état musculaire* : Souvent les lésions profondes potentielles et notamment musculaires ne sont pas visibles. L'état musculaire doit être évalué par la palpation systématique des masses musculaires, et éventuellement par la prise de pression au niveau des loges musculaires atteintes [19].

Chez les enfants intubés ventilés, il est plus difficile d'évaluer cliniquement le syndrome des loges. En effet, l'absence de douleur chez un patient sédaté, l'œdème induit par le remplissage massif, un aspect cartonné du membre brûlé peuvent rendre le diagnostic plus difficile [77]. Que l'enfant soit sédaté ou non, devant un doute clinique sur le diagnostic d'un syndrome de loge il faut mesurer précisément la pression dans les loges [77].

- *L'état vasculaire* : Tous les axes artériels doivent être explorés par une palpation systématique de tous les pouls.

- *L'état osseux* : Tous les reliefs osseux sont examinés à la recherche de fractures associées.

Des examens ophtalmologiques et oto-rhino-laryngologiques compléteront le bilan et la recherche d'un traumatisme associé s'impose dans tous les cas.

B.2.2 - Examens paracliniques :

L'examen clinique est complété par des examens biologiques comme : ionogramme sanguin, numération formule sanguine (NFS), exploration de la fonction rénale avec dosage de CPK et de la myoglobininurie.

Suivant le contexte et l'aspect des lésions, un bilan radiologique de « type polytraumatisé » est réalisé dès l'admission après stabilisation des fonctions vitales, avec notamment radiographie pulmonaire et du bassin, échographie abdominale, scanner à la recherche de lésions rachidiennes, intrathoraciques et intra-abdominales.

B.3 -Traitement médical :

En milieu hospitalier on pratiquera le traitement médical, surtout symptomatique, entrepris sur les lieux de l'accident et poursuivi dans les unités de réanimation [151].

✓ Remplissage vasculaire :

Les principes de Base sont ceux qui s'appliquent aux brûlures thermiques et font appel aux formules classiques de rééquilibration hydro électrolytique [76].

Les brûlures électriques, surtout à haute tension, posent le problème particulier des lésions inapparentes [58]. Les apports calculés à partir des seules zones brûlées aux points d'entrée et de sortie sont sous-estimés, Ceux-ci doivent être majorés de 50 % [155] par rapport au calcul habituel.

En pédiatrie, la formule de Carvajal semble la plus adaptée ($5\,000\text{ ml/m}^2$ de surface corporelle brûlée/24 h + $2\,000\text{ ml/m}^2$ de surface corporelle/24 h – La surface corporelle en m^2 (SC) se calcule en fonction du poids P en Kg : $SC = 4P + 7/P + 90$), le soluté est du Ringer lactate [79].

Plus que les règles classiques du remplissage vasculaire des brûlés, c'est la surveillance de la diurèse, de l'hématocrite et des paramètres hémodynamiques qui guide la réanimation [82].

✓ *Prévention rénale :*

L'insuffisance rénale rencontrée au cours des brûlures électriques présente les caractéristiques habituelles de celles rencontrées dans les rhabdomyolyses sévères ; s'y surajoutent un catabolisme encore plus important et un besoin nutritionnel particulier, liés à la destruction cutanée [59].

La prévention rénale se fait essentiellement par un remplissage vasculaire suffisant associée à une alcalinisation prudente et à l'injection itérative de furosémide dès les premières heures post-traumatiques.

Les objectifs thérapeutiques sont de maintenir une diurèse de l'ordre de 1 à 2 ml/kg/h et un pH urinaire supérieur à 7 [64]. Si la défaillance rénale aiguë survient malgré un traitement médical adapté, le recours à l'épuration extrarénale peut s'imposer [64].

✓ *L'analgésie :*

La douleur du brûlé est particulièrement intense, variable et persistante [156]. La douleur de l'enfant brûlé peut être mixte, neuropathique ou nociceptive en cas de douleur aiguë [127], elle est constituée d'un fond douloureux permanent auquel viennent s'ajouter des pics douloureux lors des soins, les mobilisations, la toilette [7].

Le traitement et l'évaluation de la douleur sont systématiques et se référeront aux échelles validées et adaptées à l'âge de l'enfant (échelles CHEOPS, DEGR ou visuelle analogique) [7].

Pour le traitement de la douleur de fond, la morphine reste la référence, elle sera prescrite en complément des antalgiques de palier I (paracétamol) par titration en débutant par un 1^{er} bolus de 0,1mg/kg [79]. Les posologies nécessaires au long cours sont souvent élevées [25]. L'association à la kétamine peut permettre de diminuer l'escalade des posologies et de diminuer les phénomènes d'hyperalgésie [17].

Les soins locaux douloureux sont souvent réalisés sous anesthésie générale chez l'enfant utilisant le plus souvent l'association morphine- kétamine et/ ou le propofol voire l'alfentanil ou sulfentanil selon les gestes réalisés [7]. Chaque geste de la vie courante est

source de douleur et d'anxiété. La douceur, des explications rassurantes et la présence des parents peuvent diminuer les stimuli douloureux [158].

✓ *Antibiothérapie :*

Dans les brûlures électriques où les dégâts musculaires sont importants, une association antibiotique couvrant les germes communautaires et les germes anaérobies (par exemple pénicilline, métronidazole) est préconisée par la plupart des auteurs [120, 159, 119].

✓ *Anti coagulation :*

Il n'existe pas de recommandation concernant la prévention de la maladie thromboembolique veineuse spécifique chez le patient brûlé par électrisation [160]. L'utilisation d'anticoagulants pour limiter les thromboses vasculaires, conséquences prouvées de brûlures par haute tension est proposée [3]. Une anticoagulation préventive voire thérapeutique s'avère alors nécessaire [76]. Le recours à l'héparine calcique se justifie si l'altération de la fonction rénale contre-indique les héparines de bas poids moléculaire [64].

✓ La sérothérapie antitétanique :

La prophylaxie du tétanos ne doit jamais être oubliée [59]. Chez l'enfant, elle est administrée en fonction du statut vaccinal.

✓ Les antihistaminiques :

Ils seront utiles dans le traitement du prurit. Le prurit est constant dans les cicatrices de brûlures au stade inflammatoire et hypertrophique. L'intensité du prurit peut être invalidante avec insomnie, lésions de grattage, surinfection.....

✓ Les injections de corticoïdes intralésionnelles [161]:

Les corticoïdes possèdent une action anti-inflammatoire et antifibrosante, ils sont utilisés surtout pour traiter les chéloïdes. Dans ce cas, ils permettent une diminution nette des douleurs et des démangeaisons et une diminution de l'épaisseur de la cicatrice.

Le produit généralement utilisé est l'acétonide triamcétolone (Kenacort retard 40 mg ou 80 mg) à des doses qui dépendent de la surface à traiter et de l'âge du patient. Le produit est surtout utilisé pur et peut être dilué si la surface est trop grande. L'injection se fait strictement en intra-chéloïdien avec une seringue vissée et une aiguille plus ou moins fine en fonction de la dureté de la cicatrice ou à l'aide d'un dispositif à air comprimé (Dermoderm). La dose préconisée est de 10 mg par centimètre linéaire de cicatrice avec des injections toutes les 2 à 6 semaines jusqu'à l'obtention d'une amélioration clinique avec un maximum de 6 injections [161, 162].

Chez les enfants, l'injection étant douloureuse, il est utile d'avoir recours à une courte anesthésie générale chez les enfants

✓ Support nutritionnel :

L'objectif du support nutritionnel est multiple [132]:

- répondre à la demande en énergie et nutriments,
- maintenir la masse maigre,
- soutenir les fonctions des divers organes,
- promouvoir le contrôle métabolique,
- moduler la réponse inflammatoire, et
- soutenir la cicatrisation et les défenses immunitaires.

La prise en charge nutritionnelle a fondamentalement amélioré la survie des grands brûlés ces dernières années [7]. En effet, tout brûlé présente un hypermétabolisme qui peut se prolonger jusqu'à 9 mois après l'accident [7]. Les pertes hydriques et protéiques sont importantes et doivent être compensées par une alimentation hypercalorique et hyperprotidique [7]. Il n'y a pas de consensus concernant les besoins nutritionnels quantitatifs et qualitatifs chez l'enfant [7]. De nombreuses formules ont été proposées. La formule d'Hildreth semble être la plus utilisée : 1800 kcal/m² de SCT + 2200 kcal/m² de SCB [7].

Sur plan qualitatif, la principale source de calories sont les glucides mais la glycémie doit être surveillée [7]. L'apport en protéines, calculé selon le poids avant la brûlure, doit représenter 25 % des besoins énergétiques totaux, soit 3 à 4 g/kg/j avant 3 ans et 1,5 à 2,5 g/kg/j après 3 ans [7]. Une supplémentation en vitamines A et C est recommandée ainsi que des apports en éléments traces : Se, Cu et Zn [164].

Chez le jeune enfant, l'hospitalisation, le changement d'environnement et d'habitudes alimentaires et les soins peuvent occasionner un refus d'alimentation qui, s'il n'est pas compensé, entraînera une dénutrition sévère avec hypoprotidémie dont les conséquences seront la surinfection, le retard de cicatrisation et un risque majoré de « poumon du brûlé » [165].

Dans ces circonstances, l'utilisation de la voie entérale est la plus adaptée et la moins iatrogène [7]. Elle a également l'avantage de stimuler le tube digestif, limitant les risques de translocation bactérienne [7]. La surveillance du poids est importante, il faut notamment s'assurer que la perte de poids ne dépasse pas 10 % du poids avant l'accident [7].

✓ L'antibiothérapie et l'infection :

La brûlure est une destruction plus ou moins profonde de l'enveloppe cutanée. La plaie engendrée est particulièrement susceptible à l'infection [166]. Cette grande susceptibilité aux infections s'explique principalement par la perte du revêtement cutané, première ligne de défense immunitaire, et les désordres immunitaires induits par l'agression initiale [132].

L'infection peut être limitée à une simple contamination à la surface de la brûlure, ou envahir les tissus sains sous-jacents et devenir virulente [166]. Elle est alors responsable d'un approfondissement de la lésion cutanée et d'un retard de la cicatrisation compromettant la greffe de peau, et prolongent la durée d'hospitalisation tout en mettant en jeu le pronostic vital par septicémie.

Pratiquement on distingue les Complications infectieuses locales et générales :

- **Complications infectieuses locales :**

L'« infection cutanée » était définie sur l'aspect clinique et une biopsie cutanée $\geq 10^5$ CFU ; on parlait de colonisation si $< 10^5$ CFU [167].

Les signes précurseurs d'une infection comprennent de la rougeur, une sensation de chaleur au toucher, de la douleur et de l'œdème autour de la plaie [168]. Les infections précoces de plaies de brûlures sont habituellement causées par des organismes gram positif, comme les bactéries staphylocoques et streptocoques qui font normalement partie de la flore cutanée (Palmieri et Greenhalgh 2002) [168]. Une coloration rouge au pourtour de la plaie indique une infection streptococcique et nécessite un traitement antibiotique intraveineux en plus d'un pansement antimicrobien topique. Les infections à bacilles gram négatif prédominent habituellement après une période de 7 à 10 jours dans les plaies de grandes brûlures plus profondes [168]. Ces infections peuvent être détectées par l'observation d'une augmentation de la quantité d'exsudat verdâtre dans la plaie, de fortes fièvres et de douleur (Palmieri et Greenhalgh 2002) [168]. Beaucoup de plaies de brûlures qui sont colonisées par des germes plutôt que d'être infectées par des organismes gram négatif présenteront également un exsudat verdâtre. On peut généralement poursuivre les programmes de traitement des brûlures même en présence d'infection, en étroite collaboration avec le spécialiste du traitement des brûlures [168].

L'infection locale non prise en charge peut conduire à une infection régionale (cellulite) voire généralisée parfois gravissime (septicémie).

- **Complications infectieuses générales [169] :**

L'infection systémique reste la plus grande cause de mortalité chez le grand brûlé, 60 à 70 % environ des décès pouvant lui être directement imputés. Des bactériémies ou des septicémies peuvent émailler l'évolution, aggravées par la dépression immunitaire qui touche à la fois l'immunité humorale et cellulaire. Elle est due au relargage dans la circulation, à partir de la nécrose tissulaire, de nombreux médiateurs de l'inflammation qui dépriment l'immunité.

La prévention des épisodes infectieux est un enjeu essentiel de la prise en charge des brûlures électriques. Elle comporte une surveillance clinique lors de la réfection des pansements mais également au niveau des cathéters veineux périphériques et centraux ainsi qu'au niveau pulmonaire et urinaire [7].

La prévention fait appel également à la maîtrise de l'environnement : isolement protecteur du patient, information des familles sur les bons usages, utilisation des solutés hydro-alcooliques, Les techniques d'excision-greffe précoce diminuent ce risque infectieux mais conduisent à des résections importantes et pas toujours justifiées chez l'enfant dont les brûlures sont volontiers en mosaïque [170].

L'antibiothérapie est contre-indiquée à la fois en prophylactique et sur une simple colonisation locale. L'usage des antibiotiques doit suivre les recommandations proposées par la Société d'étude et de traitement des brûlés et ne concerne qu'une infection générale documentée par les prélèvements et adaptée [7].

La conservation d'un bon état nutritionnel est indispensable pour limiter le risque de surinfection qui pourra être responsable d'un approfondissement des brûlures, un risque de lyse des greffes, un retard de cicatrisation et une augmentation du risque de cicatrice hypertrophique [137].

B.4 – Traitement chirurgical :

B.4.1 – Buts du traitement chirurgical:

Dès que les fonctions cardiaques et respiratoires sont bonnes, dès que l'état hémodynamique est stabilisé, le malade peut être transféré au bloc opératoire [132]. Le traitement chirurgical a pour objectif :

- D'obtenir une couverture précoce des éléments « nobles » en apportant des tissus de bonne qualité [171].
- D'Obtenir une cicatrisation rapide en conservant les amplitudes de mouvement [132].
- D'Améliorer les capacités physiques de la peau pour restaurer la fonction et éviter les déformations [157]; la fonction devra être conservée par le recouvrement des zones articulaires et des tendons associé à la mobilisation et à un traitement le plus conservateur possible [132].
- Et d'*améliorer le pronostic vital* en prévenant l'infection.

Le traitement chirurgical des brûlures électriques est toujours complexe ; il dépend avant tout de la profondeur des lésions et de l'état des tissus environnants. La prise en charge chirurgicale reste nécessaire pour obtenir la cicatrisation avec un minimum de séquelles esthétiques et fonctionnelles.

La brûlure n'est pas une plaie comme les autres, la qualité de la prise en charge initiale va conditionner l'importance des séquelles fonctionnelles et esthétiques [172].

B.4.2 - Moyens et indications :

a – Traitement initial ^[132]: A l'admission

Il s'agit de réaliser rapidement, dès que les constantes vitales sont stabilisées et que le patient est sous sédation et analgésie :

- les incisions cutanées de décharge, encore appelées escarrotomies, à chaque fois que les brûlures menacent de comprimer les structures anatomiques sous-jacentes par le mécanisme physiopathologique du « garrot externe » ;
- les aponévrotomies d'un membre, en cas d'électrisation ou d'évolution tardive des brûlures circulaires, qui provoquent l'augmentation des pressions des loges musculaires par le mécanisme du « garrot interne » ;
- et dans tous les cas, le pansement initial des brûlures cutanées, dans des conditions strictes d'asepsie.

La rapidité et la qualité de la prise en charge initiale conditionnent directement l'évolution des brûlures.

a.1 – Chirurgie d'urgence :

a.1.1 – Incisions cutanées de décharge :

Les cutanéotomies ou incisions cutanées de décharge sont réalisées dans le cas de brûlures circulaires, du troisième degré, des membres, du thorax, du cou, voire de la verge [173].

Localisées au cou, au tronc et aux membres, les brûlures circulaires profondes constituent un carcan inextensible [132]. Elles rétractent et entraînent un effet garrot aggravé par la réaction œdémateuse [173]. En gênant le retour veineux, l'œdème est accentué, ce qui augmente la compression, instaurant ainsi un cercle vicieux jusqu'à la compression artérielle, l'abolition des pouls d'aval et l'ischémie distale [173]. Elles contrarient également les circulations veineuses sous-jacentes et compriment les nerfs par effet garrot [132]. Elles

favorisent donc l'ischémie, l'approfondissement des lésions dans les territoires distaux et expliquent certains déficits neurologiques secondaires [132].

C'est une urgence chirurgicale afin de lever la compression. Il faudra, si possible, réaliser les incisions de décharge préventivement, classiquement dans les six heures qui suivent la brûlure [173].

Les escarrotomies ne doivent pas être confondues avec les aponévrotomies qui incisent les aponévroses périmusculaires [166, 174]. Il s'agit ici de libérer la gangue cartonnée de la peau par des incisions épidermo-dermiques [132].

■ **Indications** ^[168] :

Les escarrotomies sont un geste salvateur, dont les indications doivent être larges [168, 175]. Elles sont prophylactiques et doivent être réalisées avant l'apparition des signes de compression.

L'indication chirurgicale repose essentiellement sur l'examen clinique. La décision est facile à prendre en cas d'escarres cartonnées et inextensibles qui tranchent nettement sur la peau saine. Elle est plus difficile pour des brûlures intermédiaires, ou dans le cas d'une mosaïque de lésions superficielles et profondes.

- La palpation doit alors rechercher la disparition de la souplesse cutanée, ainsi que le décollement de l'épiderme au frottement.

- L'examen Doppler des flux vasculaires est souvent difficile à interpréter au niveau des téguments brûlés. La mesure des pressions tissulaires profondes, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'artériographie ont été proposées dans les cas douteux, mais elles ne doivent en aucun cas retarder la réalisation d'un geste chirurgical simple dont l'intérêt est indiscutable.

Sinon, passé les premières heures d'évolution, les signes de compression apparaissent :

- la strangulation de la région cervicale provoque une dyspnée inspiratoire puis l'asphyxie. Elle s'accompagne de la protrusion de la langue, avec turgescence des veines jugulaires et exophtalmie bilatérale ;

- au niveau du tronc, le carcan cutané bloque les mouvements inspiratoires et conduit à l'insuffisance respiratoire ;
- au niveau des membres, les incisions de décharges sont indiquées en cas [132]:
 - de tension cutanée augmentée à la palpation ;
 - d'élévation des pressions sous cutanées et dans les loges (> 20 mm Hg) ;
 - de baisse de la saturation périphérique prise sur un orteil non carbonisé ;
 - de troubles de la sensibilité (paresthésies, dysesthésies) ou de la motricité ;
 - devant les signes d'ischémie artérielle : elle est facile à diagnostiquer devant un membre blanc et froid dont les pouls distaux sont abolis, et quand l'étirement passif des muscles déclenche une douleur aiguë.
- au niveau des mains, l'apparition de paresthésies douloureuses doit être un signal d'alarme. La flexion irréductible des articulations phalangiennes annonce l'installation du syndrome de Volkmann, toujours gravissime.

■ Technique :

Les incisions de décharge sont réalisées sous anesthésie générale, au bistouri électrique, selon un schéma bien codifié.

Le tracé des incisions est en général réalisé longitudinalement dans l'axe osseux, mais ne doit pas exposer les axes vasculo-nerveux en respectant les zones articulaires [132].

Techniquement, on doit inciser et effondrer uniquement le tissu brûlé sans faire saigner et l'on doit s'arrêter en profondeur quand l'œdème apparaît [132]. Plusieurs incisions sont parfois nécessaires [132].

Les incisions transversales sont utiles dans les carbonisations rétractiles qui bloquent le coude et l'épaule en flexion maximale [132]. Le résultat est immédiatement apprécié par l'écartement des berges de l'incision.

Les incisions de décharge sont recouvertes de tulle gras qui sera changé en même temps que le reste du pansement du brûlé [132].

- **Au niveau cervical** [176]:

Les incisions suivent l'axe vertical du cou sur la ligne médiane et le bord antérieur des deux muscles sterno-cléidomastoïdiens.

Une plaie de la veine jugulaire externe peut être spectaculaire, mais elle est facile à contrôler par une ligature appuyée. Il ne faut pas inciser à moins de deux travers de doigt sous le rebord mandibulaire pour protéger le rameau mentonnier du nerf facial (Figure 30).

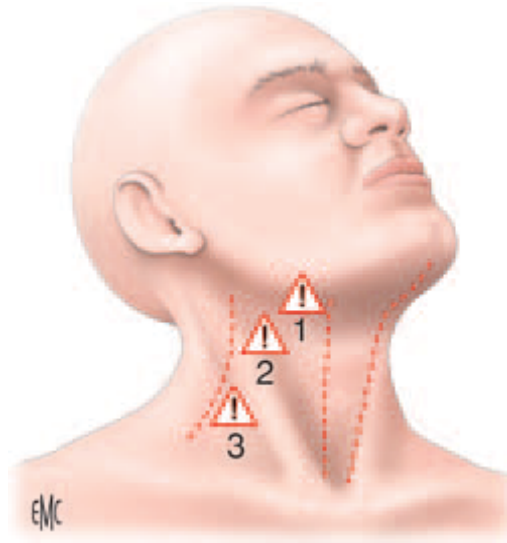


Figure 30^[176] : Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au niveau cervical. 1. Rameau mentonnier du nerf facial ; 2, 3. veine jugulaire externe.

- **Au niveau thoracique :**

Des incisions de décharge seront effectuées en urgence et sous anesthésie générale devant des brûlures circulaires profondes étendues [177, 178, 179] et devant toute suspicion de syndrome compartimental thoracique et/ou abdominal objectivé par une diminution de la compliance thoracique et l'augmentation de la pression intravésicale [180].

Les incisions de décharge au niveau du tronc permettent de rétablir une ventilation efficace tout en corrigeant les autres perturbations (hyperpression abdominale responsable d'ischémie splanchnique et d'anurie) [181].

Les incisions seront réalisées de peau saine à peau saine, au niveau des zones les plus profondes, respectant le plan aponévrotique, en tenant compte des projets d'excision et des séquelles prévisibles (corde cicatricielle profonde) [132]. Ces incisions doivent respecter les vaisseaux sous-claviers et axillaires [149]. Elles suivent les lignes axillaires antérieures droite et gauche, en commençant à 1 cm sous la clavicule et en se terminant au rebord costal. Elles contournent le mamelon [176]. Elles sont éventuellement complétées par des incisions parallèles et une incision horizontale sous le rebord costal [176] (Figures 31, 32).

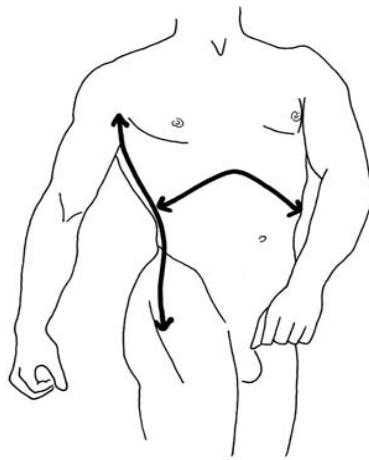


Fig. 31^[132] : Tracé des incisions de décharge préconisées au niveau du tronc. L'association des incisions longitudinales et bi-sous-costales est facultative.



Fig. 32^[176] : Incisions de décharge thoracique après brûlures circulaires au troisième degré du tronc.

• **Au membre supérieur** ^[176] :

Les incisions sont faites aux bords interne et externe du bras et de l'avant-bras, dans l'axe du membre. Une incision transversale du pli de flexion du coude permet de débrider les vaisseaux huméraux. Le saignement des veines basilique et céphalique exige des ligatures appuyées.

Au coude, il faut rester à distance de la gouttière du nerf ulnaire. Au poignet, il ne faut pas blesser les éléments vasculonerveux et les tendons sous le ligament annulaire du carpe (Figure 33).

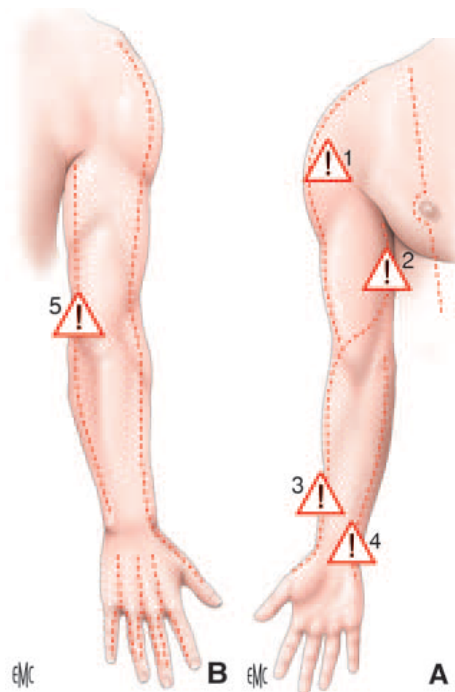


Figure 33 ^[176] : Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au membre supérieur et au thorax. 1. Veine céphalique ; 2. veine basilique ; 3. pédicule radial ; 4. nerf médian ; 5. nerf ulnaire.

A. Face antérieure.

B. Face postérieure.

• **Au membre inférieur** ^[176] :

Les incisions suivent les bords interne et externe du membre inférieur, dans l'axe de la cuisse et de la jambe. Le principal risque est le saignement d'une branche de la veine saphène. Le débridement du creux poplité est transversal, en restant au-dessus de la crosse saphène externe qui peut poser des problèmes ardues d'hémostase. L'autre danger anatomique est le tronc du nerf sciatique poplité externe quand il cravate la tête du péroné. . À la cheville le débridement est transversal, en respectant les vaisseaux et les tendons sous le ligament annulaire du tarse, ainsi que la gouttière rétromalléolaire. Les incisions de la face dorsale du pied sont radiales (Figure 34).

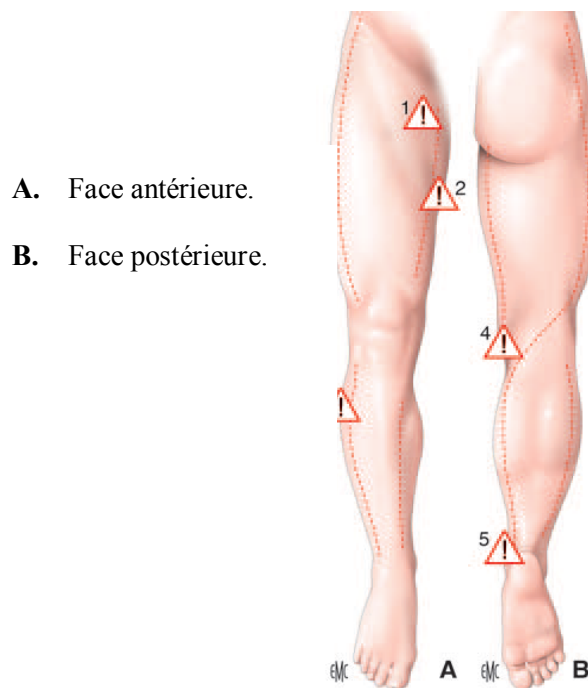


Figure 34 ^[176] : Tracés et dangers anatomiques des incisions de décharge au membre inférieur. 1. Crosse de la saphène interne ; 2. veine saphène interne ; 3. nerf sciatique poplité externe ; 4. crosse de la saphène externe ; 5. pédicule tibial postérieur.



Fig.6^[176] : Incisions de décharges au membre inférieur recouvertes d'un tulle vaseliné et pommade sulfadiazine argentique.

• **Au niveau des mains**^[132] :

Dans notre pratique, l'incision se fait dans des conditions chirurgicales en exerçant une pression bidigitale qui met le doigt sous tension, à la jonction peau palmaire-peau dorsale sur le versant ulnaire des trois doigts centraux et sur le versant radial du pouce et de l'auriculaire afin de préserver les hémipulpes d'opposition, sauf pour l'auriculaire où l'appui ulnaire de la main sera privilégié. Elles préservent la sensibilité digitale [92,153]. Elles se font de l'extrémité de la pulpe jusqu'au dos de la main et jusqu'à obtenir une issue de graisse. Les incisions des doigts longs se prolongent jusqu'à une zone de peau saine dans les vallées dorsales métacarpiennes pour se rejoindre (Figures 35, 36).

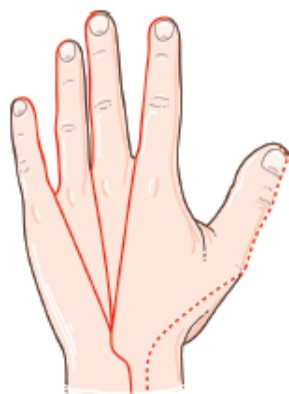


Fig.35^[132] Schéma des incisions de décharge.



Fig.36^[132] Main incisée à l'admission.

■ **Surveillance** ^[176] :

L'efficacité des escarrotomies est reconnue immédiatement sur :

- l'exsudation abondante de l'œdème dans l'incision ;
- la réapparition des pouls distaux et la recoloration des téguments (non brûlés) au niveau des membres ;
- une meilleure efficacité respiratoire au niveau thoracique.

Au niveau des membres, les incisions doivent être approfondies en aponévrotomies quand les masses musculaires restent sous tension (cf. infra).

Il n'est pas rare de voir un saignement excessif apparaître quelques heures après, lorsque le débit sanguin tissulaire est restauré [132]. Le packing des incisions par des pansements hémostatiques, et la réalisation d'une hémostase soigneuse permettent généralement de l'éviter [132].

La réévaluation le lendemain doit être systématique. En cas de doute, les incisions seront complétées [132].

a.1.2 – Aponévrotomies:

Dans les brûlures électriques entraînant la carbonisation voire même un syndrome de loge, les incisions de décharge cutanées seront insuffisantes et il faudra pratiquer des aponévrotomies de décharge [173]. En l'absence de traitement, la nécrose nerveuse et musculaire est à l'origine de séquelles permanentes, avec un risque d'amputation.

L'aponévrotomie reste la méthode la plus efficace pour prévenir la survenue d'un SL menaçant ; ou bien il faut le traiter quand il apparaît [182].

■ **Indication** ^[176]:

Depuis la description princeps du syndrome de loge par Griffith, l'association au niveau d'un membre d'une douleur, pâleur, paralysie et absence de pouls est considérée comme pathognomonique.

Mais chacun des signes peut être absent en début d'évolution, et le diagnostic doit donc être évoqué de façon systématique pour faire un diagnostic précoce et poser rapidement l'indication d'une aponévrotomie décompressive. Car lorsque le syndrome de loge devient évident, des lésions neuromusculaires graves se sont déjà produites.

- La douleur est habituellement le premier signe présent. Elle est majeure, résiste aux antalgiques, et apparaît totalement hors de proportion avec les lésions observées, y compris chez le brûlé. Elle est majorée par l'étirement passif des muscles de la loge concernée. Mais la douleur peut être absente en cas de SL avéré, ou impossible à rechercher dans le cas d'un brûlé sous sédation.

- La constatation d'une loge œdémateuse tendue et ferme est un signe particulièrement fiable de SL, y compris chez des patients inconscients ou sous sédation. Mais la loge profonde de la jambe n'est pas accessible à la palpation et l'absence de tension du mollet n'élimine pas le SL à ce niveau.

- La paralysie des muscles de la loge considérée, chez le sujet conscient, signifie qu'il s'agit d'un SL déjà évolué, dans la mesure où le muscle est plus résistant à l'ischémie que le nerf.

- Des troubles sensitifs en peau non brûlée (paresthésie, hypoesthésie ou anesthésie) sont constamment le signe d'un SL, à condition d'avoir éliminé un traumatisme nerveux associé. Il est important chez le brûlé conscient de rechercher cette atteinte par le toucher et des piqûres légères. La plupart des loges musculaires comportent un nerf sensitif.

- La diminution ou l'abolition des pouls est un signe relativement tardif. Des lésions nerveuses et musculaires irréversibles peuvent se produire bien avant que l'augmentation des pressions dans la loge devienne supérieure à la pression artérielle.

La mesure des pressions intramusculaires par les kits de mesure actuellement commercialisés n'est qu'exceptionnellement nécessaire chez les brûlés et les électrisés. Dans le cas où l'examen clinique hésite, la meilleure façon de trancher est de réaliser l'incision des escarres cutanées et d'apprécier par la palpation directe la tension des muscles dans la loge concernée.

■ **Technique :**

Pour éviter l'ischémie musculaire, voire la nécrose, il faut inciser l'aponévrose avec une saillie des masses musculaires témoignant de la décompression [173]. À l'ouverture des aponévroses, le muscle lésé et oedématié jaillit [132]. Au bout de quelques minutes, s'il n'est pas trop ischémié ou s'il n'y a pas de nécrose totale, il peut retrouver une coloration normale et l'on voit réapparaître la vascularisation [132]. Dans le cas contraire, le muscle reste de couleur « chair de poisson » et l'on devra en pratiquer la résection jusqu'en zone saine [132].

L'efficacité du geste sera également confirmée par la réapparition des pouls distaux et la recoloration distale [173].

Les aponévrotomies sont réalisées au niveau de la jambe ou de l'avant-bras [176].

• **À la jambe** ^[176] :

La jambe possède quatre loges musculaires : antéro-interne, antéroexterne, postérieure superficielle et postérieure profonde.

Bien qu'une seule loge puisse être touchée isolément, la majorité des SL nécessite l'ouverture des quatre loges à la fois, y compris la loge profonde.

Les aponévrotomies de la jambe sont réalisées par deux incisions longitudinales (figure 37).

- Les deux loges antérieures sont décomprimées grâce à une longue incision cutanée antérolatérale, à mi-chemin entre le péroné et la crête tibiale, qui intéresse toute la hauteur de la jambe depuis l'interligne articulaire du genou jusqu'à la malléole externe. Une courte incision transversale de l'aponévrose musculaire superficielle à la partie supérieure de l'incision permet de repérer la cloison intermusculaire, en prenant garde d'éviter le nerf

sciatique poplitée externe. Les loges antéro-interne et antéroexterne sont décomprimées par une aponévrotomie verticale sur toute leur hauteur.

- La deuxième incision cutanée est postéro-interne pour aborder les loges postérieures, à 2 cm en arrière de la crête tibiale. Elle s'étend également sur toute la hauteur de la jambe, depuis l'interligne du genou jusqu'à la malléole interne, en évitant en avant la veine et le nerf saphène interne. La loge postérieure superficielle est alors ouverte verticalement sur toute sa hauteur. La berge antérieure de l'incision cutanée est ensuite décollée de façon à exposer la loge postérieure profonde au voisinage du tibia. Une incision transversale de l'aponévrose musculaire superficielle permet d'identifier la cloison intermusculaire qui est ouverte verticalement.

La décompression est complétée par la désinsertion de l'arcade du soléaire au niveau du tibia.

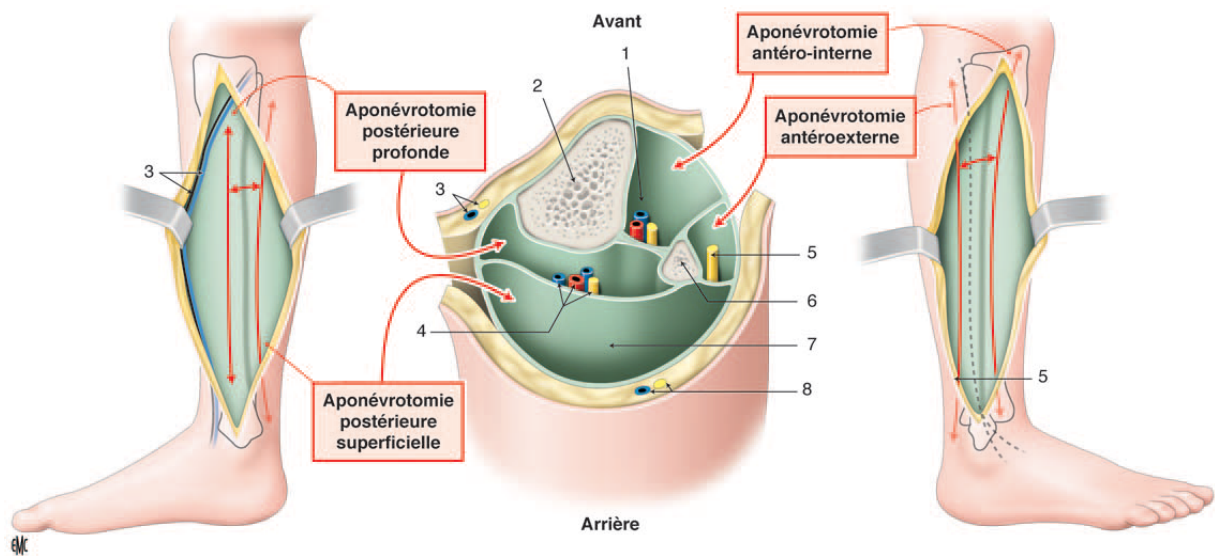


Figure 37^[176]. Aponévrotomies de jambe. 1. Paquet tibial antérieur ; 2. tibia ; 3. veine et nerf saphènes internes ; 4. paquet tibial postérieur ; 5. nerf péronier ; 6. péroné ; 7. muscle jumeau ; 8. veine et nerf saphènes externes.

• **Au membre supérieur** ^[176] :

Les aponévrotomies de l'avant-bras sont les plus couramment pratiquées chez le brûlé. Elles sont réalisées par deux incisions cutanées, antérieure et dorsale, qui peuvent éventuellement s'adapter en fonction des escarres cutanées. L'ouverture des aponévroses musculaires se fait à l'aplomb des incisions cutanées. Elle doit être complète, sur toute la hauteur de la loge.

L'incision antérieure débute 1 cm au-dessus et 2 cm en dehors de l'épitrachée, et doit ouvrir en bas le ligament annulaire du carpe après avoir protégé le nerf médian et son rameau moteur thénarien. L'incision dorsale, quand elle est nécessaire, débute 2 cm en dedans de l'épicondyle et s'étend jusqu'à la jonction des tiers moyen et distal de l'avant-bras (**Figure 38**).

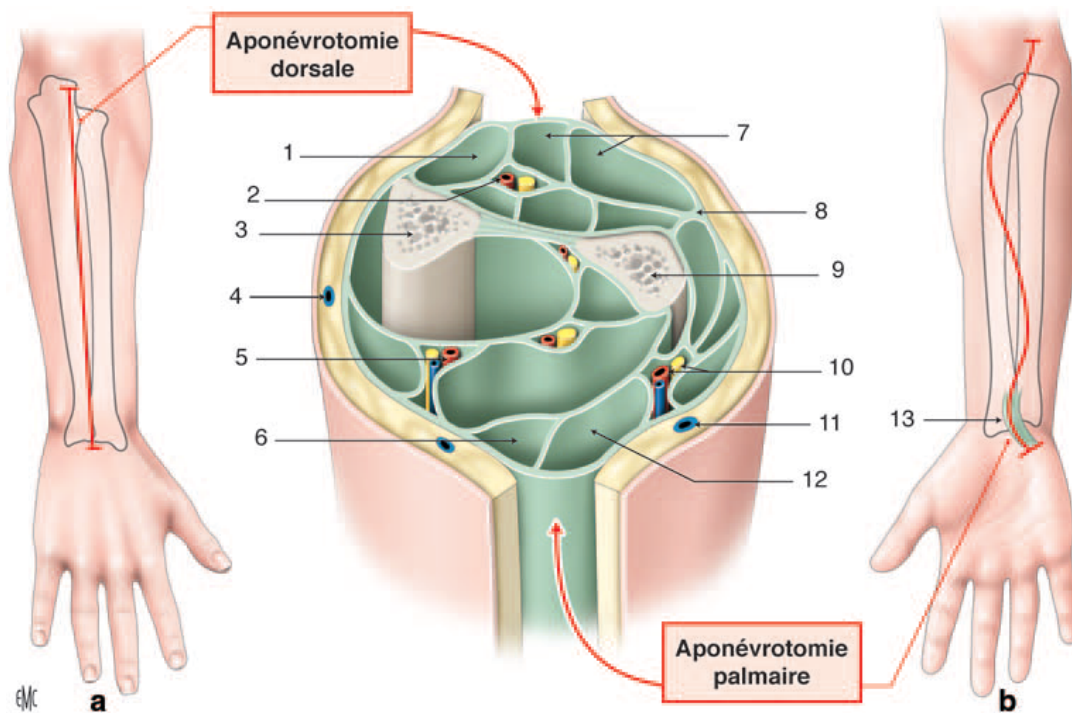


Figure 38 ^[176]. Aponévrotomies d'avant-bras. a. Vue dorsale ; b. vue palmaire ; 1. muscle cubital postérieur ; 2. artère interosseuse postérieure ; 3. ulna ; 4. veine basilique ; 5. artère ulnaire ; 6. muscle long palmaire ; 7. muscles extenseurs ; 8. fascia intermusculaire ; 9. radius ; 10. artère et nerf radiaux ; 11. Veine céphalique ; 12. fléchisseur du carpe ; 13. ligament annulaire du carpe.

■ **Surveillance** ^[176] :

L'efficacité des aponévrotomies est facile à apprécier devant :

- la saillie brutale des masses musculaires sous tension, au moment de l'incision des cloisons aponévrotiques ;
- la réapparition rapide des poulx distaux et la décongestion des axes veineux.

Les aponévrotomies créent de larges plaies cutanées qui peuvent déborder sur la peau saine. Le risque majeur est la survenue d'une infection des parties molles. Des pansements à la sulfadiazine argentique ou avec un alginat humide permettent de réduire ce risque. Ils doivent être refaits quotidiennement pour contrôler la vitalité des masses musculaires et poser au besoin l'indication d'un parage chirurgical. Des signes infectieux inexpliqués doivent conduire à la reprise rapide des nécrosectomies et au drainage des hématomes.

Les incisions cutanées larges et étendues des aponévrotomies sont secondairement traitées de deux façons :

- par greffe de peau mince ;
- par suture directe différée, après disparition de l'œdème, avec une phase éventuelle de rapprochement des berges cutanées à l'aide de lacs élastiques.

a.1.3 – Amputation ^[132] :

On pratique rarement une amputation d'emblée, sauf en cas de lésion ischémique distale irréversible ou de nécrose massive par atteinte directe (au niveau d'une main ou d'un pied par exemple).

Lorsqu'existe d'emblée une anurie ou un blocage rénal lié à une importante libération de myoglobine, on n'hésitera pas à être très radical.

L'amputation peut devenir la décision la plus logique en conservant un moignon d'une longueur raisonnable et en préservant le maximum des articulations. Les amputations devront donc être économes pour préserver les possibilités de récupération fonctionnelles et de réparations secondaires.

Généralement, la révision du moignon sera nécessaire, pour intégrer une prothèse chez le sujet jeune.

a.2– Sutures cutanées :

Lorsqu'elle est possible, la suture est la meilleure méthode pour fermer une plaie ou une perte de substance.

Elles sont indiquées surtout pour des plaies superficielles et des petites plaies à bords nets peu profondes ne saignant pas.

Cette méthode facile reste intéressante surtout au niveau de l'abdomen, en raison de la laxité des parois abdominales

a.3 – Cicatrisation dirigée :

La cicatrisation chez les enfants est un phénomène fabuleux [172] ; le pouvoir de régénération du revêtement cutané est extrêmement rapide avec possibilité supérieure à l'adulte ou la cicatrisation dirigée trouve sa grande place surtout chez les enfants brûlés [172], en l'absence d'exposition noble, bien sûr.

La Cicatrisation dirigée est une méthode chirurgicale à part entière, elle consiste à utiliser les propriétés de cicatrisation naturelle de tous les organismes vivants [171]. Le qualificatif de dirigée fait allusion au rôle véritablement actif qu'on peut y exercer : d'une part, en décidant de son indication et, d'autre part, en surveillant régulièrement son évolution pour détecter et traiter à temps ses trois complications évolutives possibles [171].

La cicatrisation dirigée peut être aidée par les pansements, qu'ils soient conventionnels ou qu'ils utilisent la pression négative [171]. Ce dernier procédé ne doit pas être confondu avec une méthode de couverture des pertes de substance, mais doit être considéré pour ce qu'il est : une aide à la cicatrisation spontanée [171]. La cicatrisation dirigée est un art, dans lequel excellent les chirurgiens plasticiens, véritables spécialistes des plaies qui cicatrisent, contrairement aux médecins, spécialistes des plaies chroniques [171]. Par définition, ces dernières sont inopérables en raison du terrain [171].

a.3.1 – Moyens de la cicatrisation dirigée : Les pansements

Dès que la réanimation d'urgence est faite, un nettoyage soigneux des zones brûlées suivi d'un pansement immédiat sera effectué. Les principes théoriques des pansements reposent sur le fait que la cicatrisation ne peut être obtenue qu'en essayant d'améliorer la perfusion dermique, de stimuler le tissu de bourgeonnement, de réduire l'œdème et de protéger de la surinfection [173].

Actuellement, le pansement qui prévaut dans la majorité des Centres de brûlés est un bandage recouvrant un produit antibactérien appliqué sur la brûlure. L'intérêt de ce pansement est d'empêcher la survenue d'une infection locale. À l'inverse, le traitement par exposition à l'air, basé sur la notion que la plaie est contaminée, vise à diminuer les effets de cette contamination en créant un environnement peu favorable à la multiplication et au développement des germes [166].

a.3.1.1 - Pansements occlusifs :

Le pansement qui prévaut actuellement majoritairement des centres est dit « occlusif » associant un dispositif médical avec ou sans topique antiseptique en fonction de la profondeur et l'étendue de la brûlure, des compresses absorbant l'exsudat et un bandage [7].

Les travaux de Winter en 1963, ont montré un rôle favorable des pansements occlusifs qui engendrent une atmosphère humide favorable au processus de cicatrisation [174] laissant le moins de séquelles cicatricielles possibles puisque les cellules responsables de la cicatrisation (fibroblastes, kératinocytes) sont stimulées lorsque la plaie est maintenue dans un milieu chaud et humide [174].

■ **Principe :**

Le pansement idéal pour les brûlures doit avoir les caractéristiques suivantes: il doit comporter une activité antimicrobienne à large spectre nécessitant des changements fréquents sans causer trop d'inconfort et favoriser la ré-épithélialisation, tout en étant peu coûteux [168].

On applique des topiques antibactériens en crème pour le pansement initial des brûlures. Ils sont faciles à utiliser, permettent une très bonne prévention de l'infection et offrent un meilleur confort [176].

On utilise en première intention des pansements antibactériens, il s'agit des pansements occlusifs associant un corps gras au sulfadiazine d'Argent Flammazine® [176] en appliquant un jour sur deux pour les pansements imprégnés. Les pansements à l'argent, souvent utilisés chez les brûlés, mettent à profit l'activité antibactérienne propre de l'argent [173].

Les autres pansements utilisables sont :

- **Hydro colloïdes** Algoplaque® : Ils contiennent, seuls ou associés, des antibiotiques (sulfadiazine) et / ou des dérivés de l'argent (sels d'argent ou ion argent)

- **Hydro cellulaires** : Dérivé de polyuréthane (très absorbant et non adhérent) au contact de la plaie, posé sur un support externe pouvant être adhésif.

- **Hydro gels** Urgo hydrogel®: Dérivés de CMC en phase aqueuse libérant dans la plaie des quantités importantes d'eau, présentés sous forme de gels.

- **Hydro fibres** Aquacel®: Forme particulière d'hydro colloïde (forme pure non tissée) ayant de fortes propriétés absorbantes

- **Alginates** Algostéril®, UrgoSorb®: Polymères d'origine végétale ayant un grand pouvoir absorbant, des propriétés hémostatiques et des propriétés de détersion des nécroses par absorption.

- **Charbons** : ayant les propriétés d'absorption et drainage des germes et des exsudats.

- **Tulles et interfaces** UrgoTul® : Il s'agit d'un maillage imprégné de corps gras, inerte ou associé à des produits actifs (corticoïde, antiseptique type povidone iodée, antibiotique) possédant des pouvoirs de cicatrisation au contact de la plaie. Tulle si expansion large permettant au tissu de granulation de passer dans les mailles, interface si expansion faible ne permettant pas au tissu de granulation de passer dans les mailles et d'adhérer à la plaie.

■ **Application :**

Les pansements se font stérilement au NaCl 0,9 % et désinfectant léger, avec gants stériles, blouses stériles si nécessaire et instruments stériles [177]. Des frottis cutanés et des photos sont nécessaires pour les brûlures qui sont étendues ou profondes [177]. Ils doivent être réalisés dans des conditions d'antalgie optimale.

En ce qui concerne les pansements pour les brûlures des mains et des pieds, il est important de séparer chaque doigt dans le pansement pour ne pas provoquer des lésions de macération ou de décubitus [177]

a.3.1.2 - Technique d'exposition à l'air ^[166].

L'exposition à l'air des zones brûlées permet la formation d'une croûte à la surface de la brûlure, véritable barrière naturelle contre l'infection. La croûte formée sous l'action de l'air et de la lampe chauffante est un pansement biologique, physiologique et protecteur. La formation croûteuse et les conditions physiques de la plaie, exposition à la lumière et sécheresse, constituent un milieu très peu propice à la multiplication des germes [178] évitant l'approfondissement de la lésion.

La mise en œuvre de cette technique est facile et elle est particulièrement bien adaptée à la pédiatrie. Le traitement n'est pas douloureux et les activités de l'enfant ne sont pas entravées par des bandages. Le respect de la qualité de vie de l'enfant hospitalisé et l'efficience médicoéconomique de ce pansement lui confèrent une place de choix dans le traitement des brûlures de l'enfant.

■ **Technique :**

Lorsqu'un enfant brûlé est hospitalisé, les zones brûlées sont d'abord lavées dans un bain d'antiseptiques (chlorexidine Hibitane® 0,06 %), les phlyctènes sont retirées doucement, puis les plaies sont exposées à l'air sous une chaleur sèche émise par une lampe à infrarouge qui permet également le maintien de l'homéostasie thermique. Les enfants sont installés et positionnés confortablement afin d'exposer le plus possible la ou les zones lésées.

Si la brûlure, profonde et circonférentielle, est responsable d'une constriction, des incisions de décharge sont réalisées sous anesthésie générale [179]. Ensuite l'enfant bénéficie d'un bain antiseptique et de la méthode d'exposition à l'air.

Les plaies sont traitées par des pulvérisations antiseptiques de chlorexidine 0,5 % aqueuse toutes les deux heures. Un bain quotidien de chlorexidine (Hibitane® 0,06 %) vient compléter ce traitement.

La brûlure est évaluée quotidiennement afin d'adapter le traitement local : détersion ou lutte contre l'infection. La détersion est réalisée manuellement au cours du bain. La contamination des plaies est traitée par augmentation de la concentration d'Hibitane® dans le bain et dans le pulvérisateur. Les antibiotiques ne sont jamais utilisés de façon systématique ou pour traiter une infection locale seulement. Grâce à ce traitement, la brûlure sèche et l'évolution se fait vers la constitution en 36 à 48 heures d'une croûte fortement adhérente au tissu lésé.

L'aspect de cette croûte est variable selon la profondeur des lésions. Dans les brûlures du deuxième degré, elle se forme à partir de l'exsudat. Elle est généralement peu épaisse, relativement fragile, quoiqu'un peu souple au début et de couleur brunâtre. Dans le cas de brûlure du deuxième degré profond et troisième degré, elle est au contraire formée en majeure partie par l'escarre cutanée. Noirâtre, elle est épaisse et résistante. Ce coagulum va avoir tendance à s'éliminer. Cette détersion spontanée est facilitée par la détersion mécanique réalisée au cours du bain. Vers le sixième jour, les bords commencent à se décoller et dans les cas de brûlure du deuxième degré, la cicatrisation est obtenue au douzième jour. La chute du coagulum laisse alors place à un épiderme rosé et souple. Dans les lésions du troisième degré,

seuls les bords de l'escarre s'éliminent. Le centre adhère solidement (en général il ne s'élimine qu'au bout de trois semaines) et il est nécessaire de l'exciser chirurgicalement. La croûte peut se ramollir en son centre, l'excision chirurgicale retrouvera alors une collection aseptique sous la croûte (Figure 39).

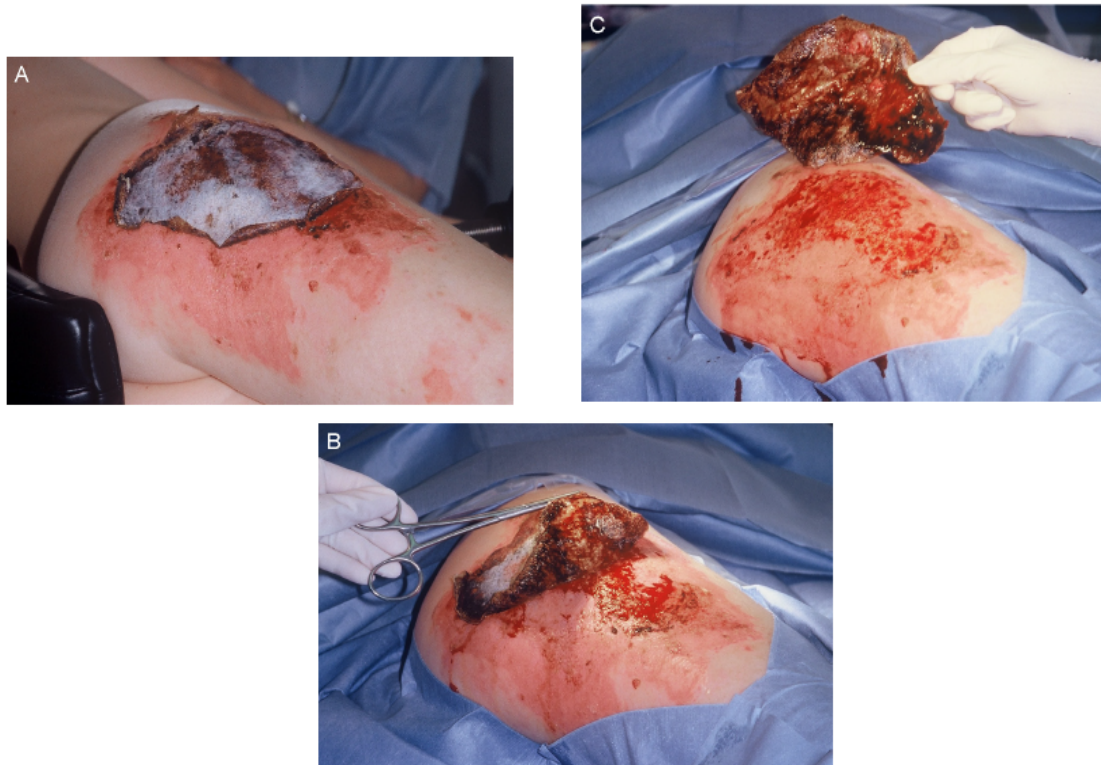


Figure 39 ^[166] : Brûlure de la face latérale de la cuisse droite chez une enfant de six ans: **A.** Après 11 jours de traitement par exposition à l'air, diminution de la taille de la croûte par détersion spontanée, installation en décubitus latéral gauche pour la chirurgie. **B.** Le clivage chirurgical partiel de la croûte laisse apparaître une zone cicatrisée recouverte d'un épiderme rosé et une zone nécessitant une greffe de peau mince. **C.** Clivage chirurgical complet de la croûte, aucune excision tangentielle n'est nécessaire.

La cicatrisation spontanée des brûlures superficielles et intermédiaires est obtenue en dix jours environ. Les brûlures profondes sont traitées chirurgicalement par excision-greffe en l'absence de cicatrisation après dix jours (temps physiologique de cicatrisation). La face profonde de la croûte délimite le plan d'excision [180], facilitant le clivage chirurgical. Une excision tangentielle supplémentaire est rarement nécessaire. Le geste chirurgical est peu hémorragique et respecte le capital cutané.

Appliquée dès la phase initiale de la brûlure, dans une période où les brûlures superficielles et intermédiaires sont fortement exsudatives, l'exposition à l'air permet aux tissus lésés d'être hydratés en permanence. Dans les brûlures profondes, elle évite la macération et maintient l'escarre sèche.

a.3.1.3 - Pansements sous pression négative :

Les systèmes de thérapie par pression négative (*TPN*) type VAC[®] (Vacuum Assisted Closure) VAC permet la cicatrisation efficace des plaies complexes avec perte de substance cutané-musculaire. Ils consistent à placer la surface d'une brûlure sous une pression inférieure à la pression atmosphérique ambiante. Pour cela, un pansement spécialement réalisé est raccordé à une source de dépression et à un système de recueil des exsudats [181]. Cette technique peut être utilisée jusqu'à obtention d'un tissu de granulation ou de conditions suffisantes pour un geste chirurgical [181].

Elle nécessite cependant une bonne évaluation clinique initiale, ainsi qu'une définition claire des objectifs thérapeutiques pour en assurer son efficacité [182].

▪ **Principe :**

IL repose sur l'application sur la plaie d'un système de pression négative qui favorise la cicatrisation en diminuant la prolifération bactérienne, stimulant la néo-angiogenèse et réduisant l'œdème lésionnel [182]. Ces mécanismes diminuent progressivement la taille de la plaie et favorisent la création d'un tissu cutané sain, à condition de procéder à une détersion et un parage chirurgical de la plaie avant chaque procédure pour en assurer son efficacité [182].

Devant une perte étendue de substance cutanée, il convient avant tout d'en traiter l'étiologie et d'optimiser la prise en charge nutritionnelle du patient [182].

Avant d'utiliser la thérapie VAC, il est primordial d'évaluer les critères cliniques [183] suivants afin de s'assurer de son efficacité :

- bonne vascularisation de la plaie ;
- présence de tissu sain et de tissu de granulation ;
- bonne détersion de la plaie ;
- présence d'exsudats en quantité importante ;
- plaie supérieure à 2 cm.

Enfin, l'évaluation régulière de la plaie, de sa taille et de son aspect, est un point important qui permet de décider d'arrêter le traitement, de procéder à une fermeture de celle-ci ou à une greffe de peau [182].

▪ **Mode d'action :**

L'hypothèse qui a sous-tendu la mise au point de cette technologie veut que la pression négative permet d'éliminer le liquide extracellulaire et l'exsudat, qu'elle réduit l'œdème, qu'elle augmente le flux sanguin et, par conséquent, qu'elle apporte de l'oxygène et des principes nutritifs dans la région de la plaie, ce qui favorise une guérison plus rapide [184].

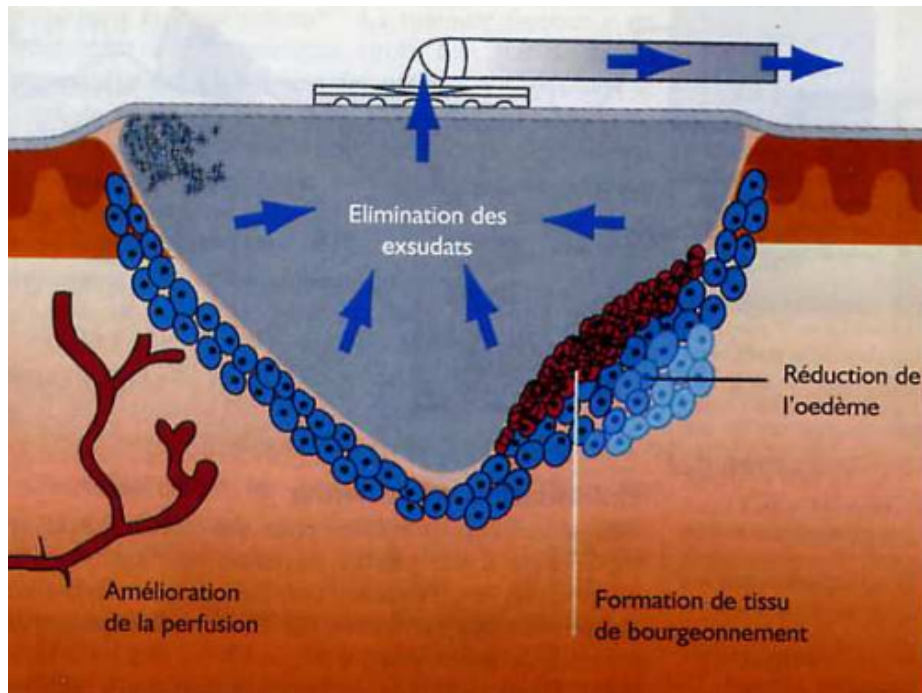


Figure 40 : les mécanismes d'action de la thérapie par pression négative

Sur une revue d'environ 400 articles concernant la TPN (VAC) dans PubMed, MEDLINE, EMBASE, Cochrane, la TPN a montré un bénéfice sur [185] :

- l'augmentation du flux sanguin, par rétrocontrôle grâce à la diminution de la pression en oxygène ;
- la stimulation du tissu de granulation et de la néoangiogenèse ;
- la diminution progressive de la complexité et de la taille de la plaie.;

- la stimulation de la granulation.

Mais la diminution de l'œdème et la réduction de la charge bactérienne ne sont pas démontrées [186].

▪ Matériels :

Un système de TPN ou le Vacuum Assisted Closure, est typiquement composé d'une unité de pression négative contrôlée (contenant une source de dépression), un collecteur (réservoir pour le recueil des exsudats), un système de connexion (tuyau), un champ adhésif, un matériel de contact à la plaie (pansement en mousse de polyuréthane polyuréthane, compresse).

Les laboratoires qui commercialisent ce type de dispositif fournissent habituellement des kits complets (Figur41) permettant la réalisation du pansement sous anesthésie générale au bloc opératoire [182].

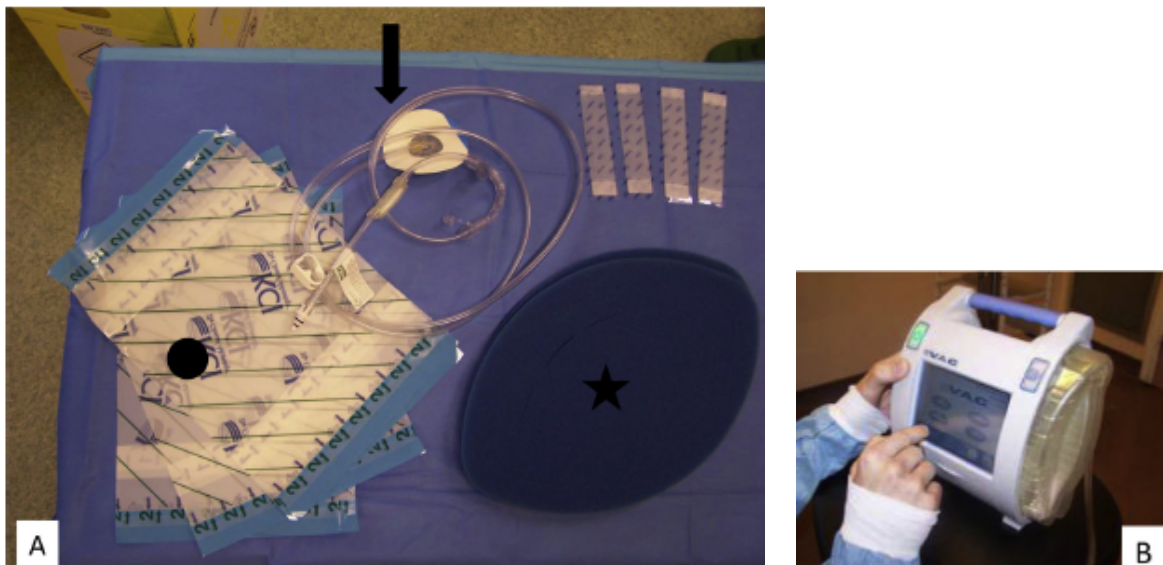


Figure 41^[182] : Matériel nécessaire. Le kit (A) comprend une mousse noire de polyuréthane (★), des films plastiques (•) et une tubulure de raccordement (#) au système aspiratif (B), muni d'un réservoir

▪ **Technique [182] :**

- Traitement étiologique et débridement de la plaie :

Le premier temps commence par le traitement chirurgical de la plaie par l'exérèse des tissus nécrotiques. Il convient ensuite de débrider la plaie pour la rendre plus facilement appareillable et assurer sa bonne cicatrisation. Cette étape se fait au bloc opératoire sous anesthésie générale. Le débridement de la plaie doit être répété à chaque nouveau pansement.

Après avoir délimité les berges de la plaie par un pansement simple ou une mousse blanche, une mousse noire de polyuréthane à pores ouverts et hydrophobe est appliquée directement sur la plaie. La mousse de polyuréthane doit être découpée aux ciseaux ou au bistouri froid de manière à s'adapter précisément à la taille de la plaie (Figure 42). Dans les lésions profondes ou creusantes, plusieurs plaques de mousse peuvent être superposées afin de combler le manque de substance.

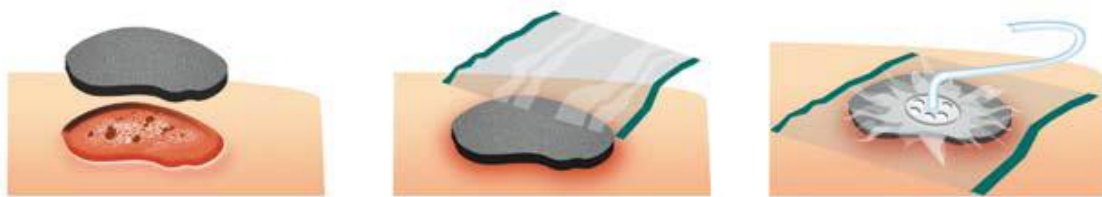


Figure 42 : Technique de thérapie par pression négative

- Raccord à l'unité centrale et mise en route :

Une fois le dispositif étanche, un orifice de 1 à 2 cm est créé et une pastille adhésive y est insérée en son centre.

La pression négative est appliquée par l'intermédiaire d'un tube de drainage qui crée une fermeture hermétique autour du pansement en mettant en route à une pression négative comprise entre -25 et -200 mmHg (de manière habituelle -100 à -150 mmHg).

Cette dépression entraîne une rétraction de la mousse, ce qui confirme l'étanchéité du système. Le pansement est ensuite changé toutes les 48 à 72 h jusqu'à la fin du traitement.

Il est recommandé de refaire les bandages à chaque jour chez les jeunes enfants et les adolescents [184,187] jusqu'à la fin du traitement

– Fin de la thérapie VAC :

La présence d'un tissu de granulation bien vascularisé est un signe de bonne réépithélialisation. L'arrêt du système est envisageable lorsque la plaie est complètement fermée, ou lorsqu'une fermeture chirurgicale ou une greffe de peau sont possibles. L'utilisation de pansements gras peut aussi être une aide à la suite du VAC pour terminer la cicatrisation. Par ailleurs, en l'absence d'amélioration lors de deux changements de pansement consécutifs ou à l'issue d'une semaine d'utilisation, le traitement par pression négative doit être arrêté [188].

▪ Effets indésirables et complications les plus fréquents ^[189] :

Paramètres de l'intervention ou mauvaise utilisation	Qualité de vie	Complications relatives aux facteurs de risques non contrôlés
-Saignement local (ex. tubulure ou pansement avec sang coagulé), hématome -Phlyctène -Sérome -Développement d'une allergie cutanée -Fistule -Macération de la peau environnante -Dermatite (infectieuse ou inflammatoire) -Infection grave associée ou non à la présence de morceaux d'éponges ou de pansements oubliés -Plaie de pression due au dispositif¹ -Roulement des bords de la plaie¹ -Ischémie aux extrémités (ex. : doigt, orteil) *	- Douleur - lors du retrait du pansement durant le fonctionnement de l'appareil - Bruit (surtout gênant pendant la nuit) - Asservissement permanent au dispositif - Limitation de la mobilité - Difficultés liées à l'utilisation - Stress ou anxiété -Odeurs - Peut nuire à la vie sociale et influencer l'estime de soi	-Infection secondaire -Saignement abondant -Septicémie -Choc hypovolémique - Risque d'arrêt cardiaque en cas de perte d'électrolytes trop importante - Mortalité

*Selon l'expérience clinique des membres du comité d'experts de l'INESSS.

▪ **Contre indication** ^[189] :

– **Absolues :**

- Présence significative de tissus nécrotiques (escarre ou tissus nécrotiques humides)
- Anticoagulothérapie non contrôlée
- Saignement actif
- Infection profonde active non traitée (ex. : ostéomyélite)
- Patient en état de choc (ex. : septique, hypovolémique, cardiogénique)
- Plaie sur un site de tumeur non excisée
- Organes et structures vitales (ex. : artères, veines, nerfs) non protégés
- Fracture ouverte non stabilisée
- Fistule non entérique et non explorée
- Allergie à tout matériel requis pour la procédure
- Toute plaie atypique sans diagnostic établi (ex. : pyoderma gangrenosum, néoplasie, métastase, vasculite, etc.)

– **Relatives :**

- Patient présentant un risque élevé de saignement
- Insuffisance artérielle des membres inférieurs non revascularisés
- Facteur de nature sociale, médicale (ex. : trouble cognitif) ou psychologique empêchant l'adhésion ou la sécurité

L'indication principale des PPN concerne les pertes de substance non suturables et pauvrement vascularisées, pour favoriser leur bourgeonnement éventuel et permettre ainsi soit leur épidermisation spontanée, soit de les greffer secondairement, soit de réaliser un lambeau [65]. La décision d'utiliser le TPN doit intervenir après avoir essayé des traitements

conventionnels plus simples. De plus un objectif clair en terme d'évolution de la plaie doit être fixé à l'instauration du TPN, assorti d'un suivi rigoureux de cette évolution [185].

Dans tous les cas, une évaluation nutritionnelle du patient et une alimentation hypercalorique pour obtenir des taux d'albumine et de préalbumine satisfaisants sont indispensables. Une antibiothérapie adaptée est parfois nécessaire [182]. Enfin, le succès de ce traitement dépend d'une évaluation clinique fréquente du patient et de la plaie, permettant de moduler la fréquence des pansements et le réglage approprié des pressions [182].

a.3.2 – Indications de la cicatrisation dirigée :

Les indications thérapeutiques doivent reposer sur un choix raisonné en tenant compte de la profondeur, de la surface et de la localisation des brûlures, ainsi que de l'état général du patient [190, 191].

La cicatrisation dirigée est une méthode chirurgicale à part entière, qui peut être indiquée chaque fois qu'une perte de substance n'est pas suturable mais que son sous-sol est correctement vascularisé, sans exposition d'organe noble [171]. Elle s'adresse aux plaies peu profondes et peu étendues ; elle peut être une solution d'attente de greffe ou lambeaux [192].

La cicatrisation dirigée permet d'attendre pour établir avec certitude le diagnostic de profondeur des brûlures et faire l'évaluation objective des possibilités de cicatrisation. Si des greffes cutanées sont nécessaires, elles sont réalisées en seconde intention après la troisième semaine d'évolution. On n'opère donc que les brûlures qui n'ont pas cicatrisé spontanément, ce qui limite l'étendue des greffes et des prises de greffes [176].

a.4 – Excision-greffe précoce :

L'excision-greffe précoce est devenue possible il y a une trentaine d'années, grâce aux progrès de la réanimation et au contrôle du risque opératoire [176]. Elle a pour but : d'exciser les lésions profondes, d'assurer une couverture épidermique satisfaisante dans le même temps opératoire, et de court-circuiter le processus habituel de la cicatrisation en passant de la déterision à l'épidémisation directement sans passer par le stade de bourgeonnement [132].

Elle représente, au moins en théorie, un mode de traitement idéal des brûlures profondes [176]:

- elle facilite la réanimation médicale en réduisant la masse des tissus brûlés, ce qui permet de mieux contrôler les troubles métaboliques et le risque infectieux qui caractérisent les grands brûlés ;
- elle raccourcit le temps de guérison des lésions cutanées et la durée d'hospitalisation ;
- elle améliore la qualité des cicatrices en limitant la prolifération du tissu conjonctif.

L'excision-greffe est réalisée plus ou moins précocement selon l'extension des brûlures et l'état général du patient [132]. Elle sera réalisée le plus souvent en un temps pour permettre une cicatrisation des brûlures profondes avant le 15^{ème} jour afin de limiter la conversion des fibroblastes en myofibroblastes responsables de cicatrices hypertrophiques [193].

Le moment idéal pour l'excision-greffe serait donc mené entre les 5^{ème} et 8^{ème} jours [194] mais avec prudence compte tenu des risques hémorragiques et hémodynamiques chez le jeune enfant [7].

a.4.1 - Excision précoce :

Le concept de l'excision précoce vise en outre à supprimer très rapidement le tissu dévitalisé et nécrotique, porteur d'éléments chimiques dits « toxiques », souvent responsables de l'importante dépression immunitaire des premiers jours [132].

Le degré de précocité de l'excision ne fait cependant pas l'objet d'un consensus [132]. L'excision immédiate, dès l'admission, est préconisée par les équipes nord-américaines car elle diminue les pertes sanguines et raccourcit le temps de traitement [195]. En pratique, l'évaluation précoce du potentiel de cicatrisation des brûlures du second degré est très difficile, et même si elle peut être assistée par l'imagerie doppler [196], le risque est l'excision par excès [132].

L'excision tardive au-delà de 3 semaines [197], induit des phénomènes inflammatoires intenses qui feront le lit de cicatrices hypertrophiques et rétractiles difficiles à traiter par la suite [132].

La solution moyenne que nous appliquons est une excision dès que possible des lésions à l'évidence profondes [132]. Dans ce délai, la cicatrisation spontanée est rapide et reste de bonne qualité, permettant de diminuer d'autant l'excision, les pertes sanguines et les zones de prélèvement [198].

Cela n'est pas toujours possible, mais on doit garder à l'esprit d'une part, le geste de sauvetage vital que constitue l'excision précoce, d'autre part, le geste de sauvetage fonctionnel qu'elle représente, lorsque le pronostic vital n'est pas engagé [132]. Ce geste raccourci considérablement, par ailleurs, la durée d'hospitalisation, ce qui, sur le plan économique est un avantage incontestable [132].

■ **Technique de parage chirurgicale des brûlures électriques :**

✓ **excision tangentielle :**

Chez l'enfant, l'excision sera le plus souvent tangentielle au dermatome (et non à l'aponévrose), décrite par Janzekovic [199, 200]. Elle est hémorragique et sera pratiquée chez un patient hémodynamiquement stable, bien réchauffé et conditionné avec de bonnes voies veineuses [201].

L'excision est tangentielle, progressive jusqu'au premier plan vascularisé, économe des tissus sains, à la lame froide ou à la lame de Lagrot, selon la profondeur de la brûlure sans garrot en contrôlant le saignement avec des compresses adrénalinées [132].

Le chirurgien procède en réséquant la peau brûlée par fines tranches successives, parallèlement à la surface de la peau, à l'aide de lames dont l'épaisseur est calibrée (rasoir-dermatome de Watson, de Lagrot-Dufourmentel ou de Gullian) [176]. L'excision est menée progressivement, plan par plan, jusqu'à atteindre les tissus sains sous-jacents que l'on reconnaît par la bonne qualité du saignement. Cette technique permet d'évaluer avec précision la profondeur des brûlures, au fur et à mesure du parage tissulaire [176] :

- le derme réticulaire est respecté dans les brûlures du second degré profond, et saigne en nappe après l'excision. Il pourra recevoir les greffes cutanées après hémostase ;
- toute la hauteur du derme est atone dans les brûlures du troisième degré, et celui-ci doit être complètement éliminé.



Figure 43^[168] : Excision tangentielle au dermatome de Gullian d'une brûlure du dorsum de la main gauche.

✓ **Avulsion au bistouri électrique :**

L'avulsion, réservée aux brûlures les plus profondes, consiste en l'ablation en monobloc de la peau brûlée et du tissu sous cutané sous-jacent. Ce geste, réalisé au bistouri électrique, est peu hémorragique mais entraîne des séquelles esthétiques et fonctionnelles importantes.

✓ **Excision au jet d'eau :**

Un autre appareil peut être utilisé dans ce cas, il s'agit du Versajet® qui agit par hydrodissection (Figure 44). De l'eau est envoyée à l'aide d'un jet très fin, avec une puissance très forte permettant une dissection des tissus. Cette eau est récupérée par l'appareil dans un tube.



Figure 44^[202] : Excision d'une brûlure de la main au Versajet®

■ Avantages et inconvénient [168]:

L'excision tangentielle a l'avantage de limiter les sacrifices tissulaires au strict nécessaire, puisque les tissus qui sont réséqués sont ceux qui sont effectivement brûlés. Le principal inconvénient est l'abondance du saignement opératoire, surtout dans le derme. C'est pourquoi il est recommandé de faire les excisions tangentielles à la phase précoce des brûlures, avant l'apparition des phénomènes inflammatoires, c'est-à-dire en pratique avant la fin de la première semaine d'évolution.

L'hémostase est facilitée par l'application de compresses imbibées de sérum adrénaliné (dosé entre 20 et 100 mg/l), de compresses d'alginate (Algostéril®) et éventuellement par la réalisation d'un pansement compressif qu'il faut laisser agir au moins 15 minutes. Au niveau des membres, l'utilisation du garrot pneumatique permet également de limiter efficacement les pertes sanguines.

Par ailleurs, l'objectif de l'excision reste d'obtenir un sous-sol viable avec un piqueté hémorragique diffus et uniforme favorable à la greffe de peau mince [132]. L'évolution des lésions s'effectue très progressivement après brûlure électrique profonde et il est parfois nécessaire de réaliser des excisions complémentaires quelques jours après la première excision [132].

a.4.2 - Greffe cutanée :

Une greffe de peau est un fragment de tissu cutané séparé de son site donneur pour être fixé sur un site receveur destiné à le revasculariser spontanément [203]. En ce sens, elle se différencie d'un lambeau qui contient son propre réseau vasculaire [204].

La greffe de peau constitue un moyen principal dans l'arsenal thérapeutique disponible du traitement chirurgical de brûlures électriques dont l'objectif est d'apporter une couverture efficace et une cicatrisation avant le 21^e jour. Elle doit être fonctionnelle, surtout dans les zones articulaires tout en donnant des résultats esthétiquement satisfaisantes [132].

Les spécificités techniques de la greffe cutanée chez l'enfant sont développées : sites donneurs, technique de prélèvement et mise en place de la greffe, soins postopératoires précoces [204]. La qualité de la technique opératoire conditionne directement sa bonne intégration ou son élimination précoce [205]. Ils ne donnent de bons résultats cosmétiques qu'en cas de réalisation minutieuse, de prise totale et d'indications rigoureuses [206].

a.4.2.1 – Classification :

■ ***Selon le site donneur*** [204] : il faut distinguer :

- une autogreffe est prélevée sur le patient lui-même ;
- une isogreffe est prélevée sur un donneur génétiquement identique ;
- une allogreffe ou homogreffe est prélevée sur un autre être humain, généralement au décours d'un prélèvement multi-organe ;
- une xélogreffe ou hétérogreffe est prélevée sur un animal, classiquement le porc.

Du fait de la très forte antigénicité de la peau, et donc en l'absence d'immunodépression sévère, seules les autogreffes et les exceptionnelles isogreffes de peau sont pérennes.

■ ***Selon l'épaisseur de la greffe cutanée*** [204] :

- une greffe de peau mince intéresse l'épiderme et une partie plus ou moins profonde du derme. Elle laisse en place, sur le site donneur, une partie du derme afin de permettre sa ré-épithélialisation spontanée à partir de la profondeur en une dizaine de jour ;

- une greffe de peau totale emporte l'épiderme et toute l'épaisseur du derme ainsi que ses annexes. La cicatrisation spontanée du site donneur n'est pas possible, sa fermeture, en général par suture directe, est nécessaire ;
- une greffe de peau semi-épaisse est un intermédiaire entre les deux types de greffes précédentes. Prélevée de la même façon qu'un greffe de peau mince mais en emportant plus de derme, on lui attribue une souplesse supérieure à la greffe de peau mince. Cependant, elle est peu utilisée, notamment chez l'enfant, car pourvoyeuse des séquelles tant sur le site donneur que le site receveur, souvent très inflammatoire (Figure45).

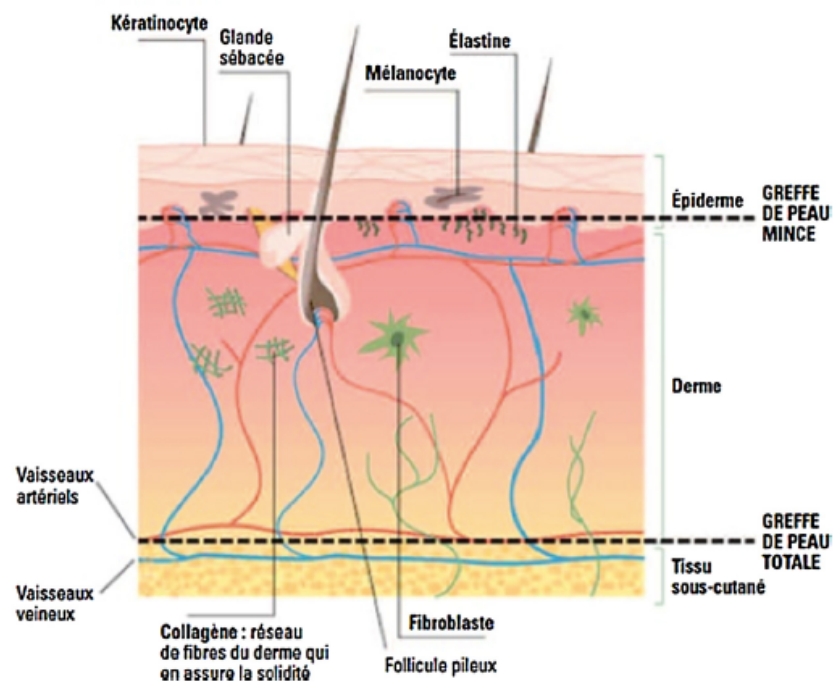


Figure 45^[204] : Anatomie cutanée : greffe de peau mince versus greffe de peau totale (<http://www.jim.fr/>).

■ *Selon l'expansion* ^[176]:

- Greffes en peau pleine : Les greffes en peau pleine recouvrent les sites receveurs telles qu'elles ont été prélevées, sans amplification. Elles permettent de bons résultats esthétiques et fonctionnels car elles présentent une surface régulière et la rétraction cicatricielle est modérée.

Les greffons de peau pleine sont complètement imperméables, et la technique doit donc être rigoureuse pour limiter les collections liquidiennes qui gêneraient leur prise. Les éventuels séromes et hématomes doivent être évacués dès les premiers pansements, par incision du greffon et lavage doux de sa face profonde.

Signalons qu'un appareil récemment commercialisé (Brennen ® 1:1) permet de réaliser de multiples perforations punctiformes des greffons, ce qui facilite le drainage des exsudats tout en préservant un résultat esthétique de bonne qualité, car les perforations sont à peine visibles.

- Greffes amplifiées (ou expansées) :

Les progrès réalisés ces dernières décennies dans le traitement des grands brûlés permettent de traiter des patients dont la surface cutanée lésée peut être supérieure à 90 % de surface corporelle (SC) et dont la part de brûlures profondes est de plus en plus étendue.

Deux méthodes sont possibles pour une expansion importante des autogreffes : la greffe en Sandwich associant forte expansion et allogreffes, et les greffes en pastille selon la technique de Meek (Humeca[®]) permettant une expansion maximum des greffons prélevés.

- **Les Greffes en Sandwich :**

L'expansion cutanée est une technique couramment utilisée pour le traitement des brûlés, elle est réalisée grâce à un appareil de type « mesh-graft » permettant la création de fentes en quinconce dans le prélèvement, provoquant lorsque l'on étale la peau la création d'orifices losangiques dans lesquelles la cicatrisation se fait de façon centripète à partir des berges.

Il est nécessaire pour limiter les risques d'hyper-bourgeonnement et de séquelles d'utiliser les greffes avec la technique du « sandwich », c'est-à-dire recouvertes d'allogreffes expansées.

Une greffe expansée est une greffe de peau mince (jamais semi-épaisse ou totale) qui est découpée en filet ou en pastilles pour augmenter sa surface. La couverture du site receveur n'est donc pas complète au moment de la pose : il persiste des zones cruentées entre les mailles ou les pastilles qui vont guérir secondairement par cicatrisation dirigée.

- **L'HUMECA :**

Les prélèvements cutanés sont découpés en de très petits fragments cutanés de 3 x 3mm à partir desquels la cicatrisation est centrifuge. Ces fragments sont rendus utilisables par leur fixation sur des supports spéciaux extensibles, laissés en place environ 6 jours et ensuite remplacés par un pansement secondaire.



Figure 46 : Machine à découper Meek



Figure 47 : Dermatome HUMECA

a.4.2.2 - Technique de prélèvement des greffes ^[204] :

a.4.2.2.1 - Greffe de peau mince :

■ **Sites donneurs :**

Chez l'enfant, le cuir chevelu est le site de prédilection de prise des greffes de peau mince. Il s'agit d'un excellent site donneur car sa surface est grande, sa cicatrisation accélérée par de très nombreuses papilles dermiques et la rançon cicatricielle dissimulée par la repousse capillaire [207]. La première difficulté de cette procédure est d'obtenir l'adhésion des parents ; en effet, ils sont souvent initialement réticents, notamment par l'existence d'une confusion entre le pansement sur le cuir chevelu qui résulte de la procédure et une atteinte fantasmée du cerveau. Il faut expliquer que le prélèvement n'intéresse que les couches supérieures de la peau du cuir chevelu et respectent ainsi les bulbes des cheveux permettant leur repousse. Il est préférable d'informer les parents que les cicatrices qui résultent des prélèvements seront dissimulées par la repousse des cheveux — ce qui est le cas — plutôt qu'avancer une absence de cicatrice. Chez le jeune garçon, il faut penser à anticiper et respecter les zones communes de calvitie afin que les cicatrices dissimulées ne deviennent pas visibles avec l'âge. Ainsi, il est préférable de prioriser le prélèvement de la région occipitale, moins souvent sujette à calvitie.

■ **Technique de prélèvement:**

La technique de prélèvement doit être parfaitement maîtrisée. En effet, le cuir chevelu de l'enfant est fin et un prélèvement trop profond entraînera inmanquablement une alopecie iatrogène mal vécue (Figure 48).

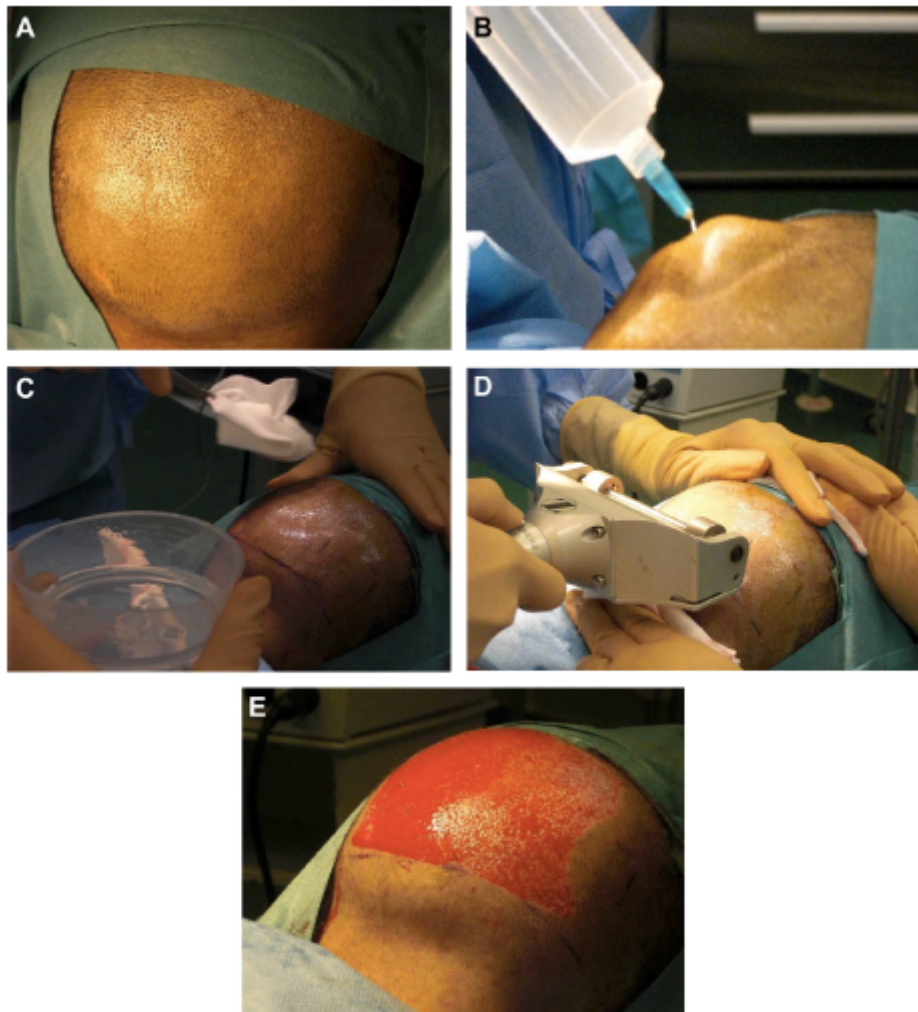


Figure 48 ^[204] : Prélèvement de greffe de peau mince sur le cuir chevelu : différentes étapes. A : délimitation de la zone chevelue, rasage de la zone à prélever. B : infiltration de l'espace avasculaire de Merkel. C : graissage de la surface à prélever. D : prélèvement au dermatome. E : zone prélevée à recouvrir par un alginate.

Sous anesthésie générale, le prélèvement s'effectue de manière tangentielle à la peau grâce à un dermatome.

La largeur du prélèvement est décidée par le choix du guide de coupe. Bien que l'épaisseur puisse être prérégulée sur le dermatome, elle dépend essentiellement en définitive de la tension cutanée du site donneur ainsi que de la pression appliquée sur le dermatome par

l'opérateur. De plus, l'angulation du dermatome par rapport à la peau est essentiel. Trop vertical, la lame risque de pénétrer dans toute l'épaisseur du derme créant une plaie. Trop horizontal, le dermatome ne permettra pas le prélèvement continu de la greffe. Seule la répétition et l'apprentissage du geste assurent un prélèvement harmonieux. Le prélèvement sur le cuir chevelu est facilité par son infiltration première au sérum, parfois adrénaliné, puisqu'elle diminue la convexité du crâne en augmentant l'angle de courbure et augmente la tension cutanée.

■ **Soins postopératoire précoces :**

- Gestion du site de la greffe :

La greffe de peau mince est fixée sur son site receveur par des fils (résorbables ou non, en points séparés ou surjet), des agrafes, ou de la colle. La greffe de peau mince est maintenue en place 3 à 5 j par un pansement cousu de type bourdonnet. Le premier pansement d'ablation du pansement cousu et découverte de greffe n'est pas à réaliser vigile chez l'enfant. Il peut être réalisé au cours d'une courte sédation ou anesthésie générale ou facilité par l'utilisation d'hypnoalgésie ou de protoxyde d'azote [208]. Il est classiquement réalisé le 5e jour postopératoire mais peut parfois être retiré plus tôt, notamment s'il est craint un épanchement sous la greffe ou si un risque septique pouvant compromettre la prise de greffe est présent.

- Gestion du site donneur :

Il existe plusieurs protocoles. Nous privilégions l'application d'alginate au décours immédiat du prélèvement et laissé en place jusqu'à décollement spontané ou a minima 15 j, puis ôté de façon progressive par application de vaseline [209]. Le but est d'obtenir une épidermisation rapide, non douloureuse et peu inflammatoire, meilleurs garants de la discrétion de la cicatrice du site donneur.

a.4.2.2.2 - Greffe de peau totale :

■ **Sites donneurs :**

En général, une greffe de peau totale est prélevée sur une zone proche du site receveur afin d'optimiser le rendu cicatriciel en diminuant l'effet patch induit par les différences tégumentaires.

Ailleurs, les greffes de peau totale sont prélevées dans des zones de plis naturels ou présentant une bonne laxité.

Le pli abdominal inférieur est à ce titre une grande réserve cutanée, cependant, il s'agit d'une zone hormono-dépendante siège d'une dyschromie importante potentielle à terme. On peut également utiliser la face interne du bras et du coude ou la région cervicale antérieure. Chez l'enfant comme chez l'adulte, on évitera la prise de greffe de peau totale sur la face antérieure du poignet dont la séquelle peut être confondue avec les stigmates de phlébotomie

■ **Technique de prélèvement :**

Elle ne diffère pas de chez l'adulte. Après infiltration par du sérum ou un anesthésiant local adrénaliné ou non, elle est prélevée au bistouri lame froide, puis dégraisée et désépaissie de façon soigneuse aux ciseaux. Elle doit être suturée bord à bord à la zone receveuse afin d'éviter une cicatrice irrégulière, en relief, ou un repli en bordure de la greffe nuisible à la bonne prise de l'ensemble de la greffe.

■ **Soins postopératoire précoces :**

- **Gestion du site de la greffe :**

La greffe de peau totale est maintenue en place 5 à 8 j par un pansement cousu de type bourdonnet, solidement réalisé chez l'enfant qui aura tendance à le manipuler volontairement ou non, pendant son sommeil. Au décours du premier contrôle, elle doit être protégée de la dessiccation à l'air par application itérative de pansements gras.

- Gestion du site donneur :

L'épidermisation par son sous-sol est impossible, elle doit donc bénéficier d'une suture directe ou plastie locale. Les soins locaux de la zone donneuse sont donc simples car équivalent à ceux d'une classique plaie opératoire.

a.4.2.3 - Evolution du greffon sur le plan histologique [210] :

a.4.2.3.1 - Evolution de la prise de greffe :

■ **Phase d'imbibition :**

Dans un premier temps la greffe s'imbibe d'exsudats, ce qui maintient les capillaires ouverts et prévient la dessiccation, tant avec la profondeur [176]. La tolérance à l'ischémie est d'autant moins bonne que la greffe est fine [176].

La greffe adhère au lit grâce à la présence de fibrine. En cas de fibrinolyse généralisée, ou en présence de fibrinolysines d'origine bactérienne, les greffes peuvent être perdues. Dans les 48 premières heures, la greffe s'oedematie à partir des capillaires du lit. A ce stade, elle ne « survit » que par le sérum apporté par les compresses humides du pansement.

■ **Phase de revascularisation [176]:**

C'est la phase de formation des anastomoses capillaires et du développement des néovaisseaux dans la greffe. Elle exige un contact parfait entre la lumière des capillaires sectionnés à la face profonde du greffon et les vaisseaux du site receveur. La circulation sanguine est habituellement rétablie entre le quatrième et le septième jour postopératoire. La revascularisation est compromise par l'infection et l'interposition de débris ou de collections sous la greffe. Son intégration tardive reste quand même possible tant que l'ischémie n'a pas entraîné de lésions irréversibles, à condition de réaliser des lavages doux au sérum physiologique sous la greffe puis de l'immobiliser correctement.

■ **Maturation :**

L'épiderme montre une forte activité mitotique, son épaisseur se multiplie en 10 jours.

Passé ce délai, une forte desquamation a lieu et l'épiderme reprend sa taille normale. Les fibroblastes dermiques du greffon diminuent fortement en nombre dans les 3 premiers jours de greffe, au contraire de la population fibroblastique du lit qui augmente fortement. Pour le collagène du greffon 85% est renouvelé, et des zones de destruction complète sont possibles. La néoformation de collagène ressemble à celle des cicatrices.

a.4.2.3.2 - Contraction :

A l'instar de la cicatrisation spontanée, des myofibroblastes viennent habiter la greffe, celle-ci se rétractera d'autant plus que le greffon est mince.

a.4.2.3.3 - Pigmentation :

La population mélanocytaire diminue puis retrouve son taux habituel. La pigmentation reste plus stable dans les greffes de peau totale. Dans les greffes de peau mince, une tendance à l'hyperpigmentation est notée essentiellement chez les noirs, due à une charge pigmentaire augmentée.

a.4.2.3.4 - Innervation :

Son mécanisme est discuté. La reinnervation du greffon se ferait à partir du lit, les rameaux qui pénètrent allant se connecter aux récepteurs survivants dans la greffe. Ainsi serait reproduit le schéma de la zone donneuse expliquant un meilleur retour de sensations dans les greffes de peau totales.

a.4.3 - Indications des excisions-greffes précoces [176]:

L'excision-greffe précoce a des indications de nécessité à chaque fois que les brûlures très étendues menacent le pronostic vital, et des indications de principe au niveau des zones fonctionnelles pour limiter les séquelles.

a.4.3.1 – Excision-greffe précoce de sauvetage :

Il est reconnu par de nombreux spécialistes que l'excision greffe précoce de sauvetage permet de réduire la mortalité des brûlés les plus graves, même si aucune étude comparative n'a pu formellement l'objectiver.

L'excision-greffe précoce a donc des indications de nécessité en cas de brûlures étendues du troisième degré, qui pérennisent les troubles hémodynamiques et ne peuvent pas cicatriser spontanément. Il est possible d'exciser jusqu'à 30 ou 40 % de la surface cutanée pendant chaque épisode chirurgical, à condition que le chirurgien contrôle les saignements. Le recouvrement immédiat des sites excisés est indispensable pour limiter les fuites liquidiennes, caloriques et azotées, ainsi que pour fermer la principale porte d'entrée des bactéries.

On fait alors appel aux autogreffes de peau mince, aux allogreffes ou aux substituts cutanés, en fonction du capital cutané sain restant et de la disponibilité des sites donneurs de greffes autologues.

a.4.3.2 – Excision-greffe précoce à visée fonctionnelle:

L'indication de l'excision précoce fonctionnelle au niveau des zones à risques se pose lorsque la profondeur de la brûlure risque de demander une cicatrisation spontanée supérieure à 20 jours. En effet pendant ce laps de temps, si les lésions ne sont pas traitées précocement, d'une part la rééducation est douloureuse et délicate, d'autre part, il peut y avoir approfondissement et infection avec parfois même destruction tendineuse [211]. C'est pendant les vingt premiers jours qu'apparaît le tissu de granulation responsable des phénomènes de rétraction cicatricielle [211].

Les zones particulièrement exposées sont la main, le cou, et à un moindre degré le périnée, les plis de flexion des membres et les pieds. L'excision-greffe précoce à visée fonctionnelle a donc des indications de principe, qui reposent essentiellement sur l'atteinte par la brûlure des zones à risque. Mais il est impératif de prendre également en compte la gravité de l'ensemble des brûlures : il n'est jamais justifié de prendre un risque vital pour améliorer le pronostic fonctionnel, et l'excision-greffe précoce à visée fonctionnelle n'est jamais prioritaire sur l'excision-greffe précoce de sauvetage.

- **Excision-greffe précoce des mains :**

C'est pour les brûlures profondes du dorsum de la main et des doigts que l'excision greffe précoce a rapidement fait consensus. Le pronostic fonctionnel d'une main brûlée est en effet directement lié à sa durée d'immobilisation, et le risque de rétractions vicieuses augmente quand la cicatrisation se prolonge. Les brûlures des mains sont étudiées dans le paragraphe « Brûlures des mains au stade aigu ».

- **Excision-greffe précoce du cou, du périnée et des plis de flexion :**

L'excision-greffe précoce permet de prévenir l'apparition des brides cutanées provoquées par certaines positions antalgiques et la rétraction cicatricielle. Mais les greffes cutanées ont également tendance à se rétracter. Le posturage prolongé des articulations en position de capacité cutanée maximale est donc le corollaire indispensable de l'excision-greffe précoce pour préserver le pronostic articulaire.

- **Face :**

Les brûlures profondes de la face laissent de graves séquelles cicatricielles, en particulier dans les régions périorbitaires des paupières et des lèvres. L'excision-greffe précoce peut donc sembler a priori la meilleure tactique. Mais cette attitude est controversée par de nombreux spécialistes des brûlures, qui considèrent que l'excision précoce de tissus brûlés oedématisés risque de conduire à des sacrifices tissulaires excessifs. Les brûlures de la face font l'objet d'un développement particulier (cf. infra « Brûlures de la face au stade aigu »).

a.4.4 - Contre-indications des excisions-greffes précoces :

Les contre-indications des excisions-greffes précoces de sauvetage ont considérablement diminué avec les progrès de la réanimation.

- **État général précaire :**

C'est la seule contre-indication absolue, mais elle est temporaire. Le patient doit être stabilisé sur le plan hémodynamique et respiratoire avant de bénéficier d'une chirurgie d'excision-greffe. La technique chirurgicale doit être aussi exsangue que possible. Rappelons

que le saignement opératoire est toujours plus important pour une excision tangentielle que pour une avulsion au bistouri électrique.

- **Sepsis cutané :**

L'infection des brûlures n'est plus une contre indication à l'excision, sous couvert d'une antibiothérapie adaptée. La greffe doit être différée jusqu'à la stérilisation du site receveur, mais l'excision peut avoir lieu. On réalise le recouvrement temporaire par des allogreffes ou des xénogreffes.

a.5 – Derme artificiel ^[212] :

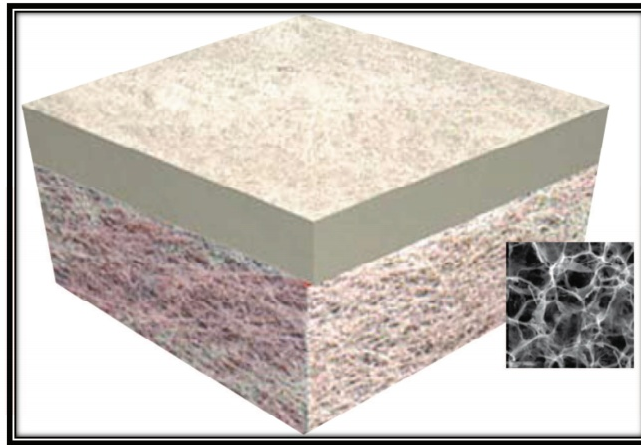
Le derme artificiel ou matrice de régénération dermique fut développé par Yannas et Burke en 1981 aux Etats-Unis. Il fut disponible en France à partir de 1997 sous le nom d'INTEGRA® et produit par Intégra Life Science Corporation. Puis, il fut disponible par la suite également sous le nom de MATRIDERM ® commercialisé en 2007 par Skin & Health.

Ce dispositif médical représente une alternative à une greffe de peau simple et surtout il permet une couverture précoce de la plaie, la lésion ou l'excision lors de brûlure. Il permet de garder un équilibre thermique mais également faire fonction de membrane isolante contre l'extérieur diminuant ainsi le risque d'infections.

a.5.1 – Intégra® :

■ Description :

INTEGRA® matrice de régénération dermique est un derme artificiel composé de deux couches distinctes.



- La première couche est une matrice tridimensionnelle ou couche de régénération dermique, mesurant 2 mm d'épaisseur. Elle est composée de collagène réticulé de glycoaminoglycanes : la chondroïtine-6-sulfate grâce à la glutaraldéhyde. La porosité obtenue de cette matrice varie de 50 à 150 μm , ce qui favorise la colonisation cellulaire puis la biodégradation progressive de la matrice par les fibroblastes de l'hôte [213, 214, 215, 216].

La matrice tridimensionnelle organise la régénération du tissu cutané, elle minimise la phase inflammatoire naturelle dans le processus de cicatrisation. Elle est conçue avec une résistance particulière à la dégradation par la collagénase. L'infiltration de la matrice par les fibroblastes et les capillaires néoformés se produit à partir du lit de la plaie. La matrice est dégradée simultanément à la formation du néoderme [217].

- La seconde couche est une couche de silicone. Cette couche, équivalente à une couche épidermique, est constituée de polymère de polysiloxane synthétique mesurant 0.1mm d'épaisseur. Elle permet la fermeture immédiate des plaies et assure ainsi une protection contre les pertes hydriques qui peuvent être très importantes chez les grands brûlés. Elle possède aussi un rôle de protection mécanique, d'écran protecteur contre l'invasion bactérienne et une perméabilité à la vapeur d'eau équivalente à la peau normale.

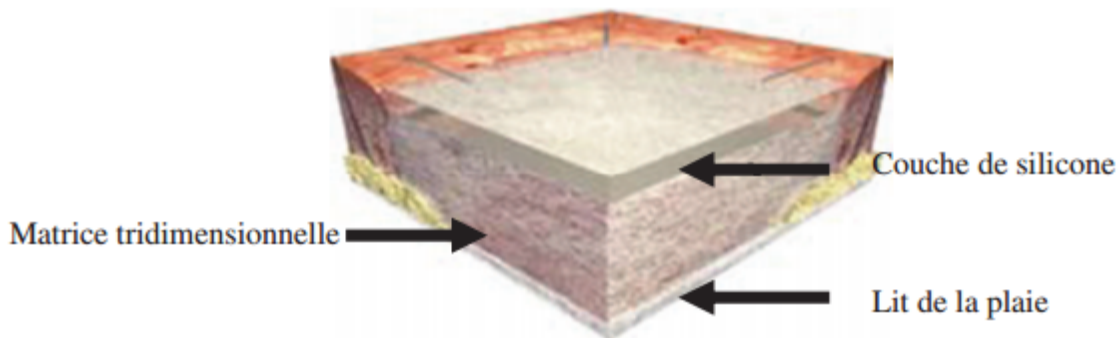
La feuille de silicone contrôle les pertes hydriques et protège aussi la matrice du derme mais sera retirée entre le 14ème et 21ème jour, date à laquelle sera formé le néoderme. Le retrait de la couche de silicone dépend également de la disponibilité d'autogreffe de peau mince.

■ **Mode d'application :**

INTEGRA® est utilisé lors du recouvrement des plaies en deux temps opératoires avec reconstruction in vivo d'un équivalent de peau totale [218, 219, 220].

• **1 er temps opératoire :**

L'application de la membrane se fait sur une plaie viable immédiatement après excision chirurgicale. L'intérêt d'appliquer la membrane rapidement est de permettre de trouver un terrain sans trace d'infection qui pourrait sinon compromettre la prise d'INTEGRA® sur la plaie, de même que l'hémostase doit être complète et non hémorragique, sans hématome.



La phase d'intégration commence quelques minutes après, dès que le fluide de la plaie entre dans la matrice.

Il est indispensable que la couche matricielle adhère intimement et complètement à la plaie. INTEGRA® doit être dimensionné avec précision pour s'adapter au berge de la plaie excisée afin de minimiser la formation de cicatrices. INTEGRA® est fixé au moyen

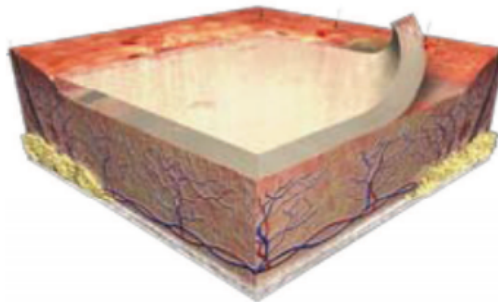
d'agrafes ou de sutures à points séparés sous légère tension. Un pansement stérile est ensuite appliqué.

Avant la pose du derme artificiel, le rinçage de celui-ci est plus une question d'habitude que de protocole. En effet, les anciennes matrices étaient conservées dans une solution dont le rinçage était nécessaire. Aujourd'hui, la solution de conservation n'est plus nuisible aux cellules ni au corps donc le rinçage n'est plus indispensable.

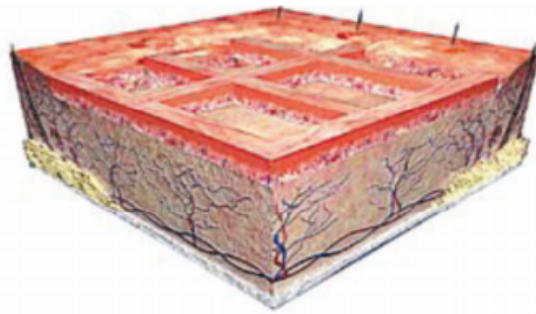
La formation du néoderme est détectable vers le 6ème jour. Les fibroblastes, les lymphocytes et les macrophages migrent dans la matrice, suivies par les cellules endothéliales avec néovascularisation. Le collagène néosynthétisé par les fibroblastes remplace progressivement la matrice dermique synthétique par biodégradation sans réaction de rejet.

• **2^{ème} temps opératoire.**

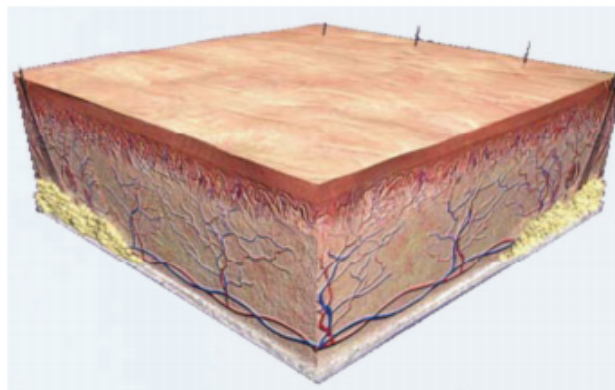
Le retrait de la couche de silicone se fait à partir du 21ème jour environ après l'application d'INTEGRA®. En effet, dès que le néoderme est reconstitué et qu'il est suffisamment vascularisé, on peut retirer la couche de silicone.



Une greffe autologue fait immédiatement suite au retrait de cette couche. Ce greffon mesure environ 0.15 mm d'épaisseur. L'épaisseur est très mince car INTEGRA® a permis la formation du néoderme. La greffe est maintenue au moyen d'agrafes ou de sutures.

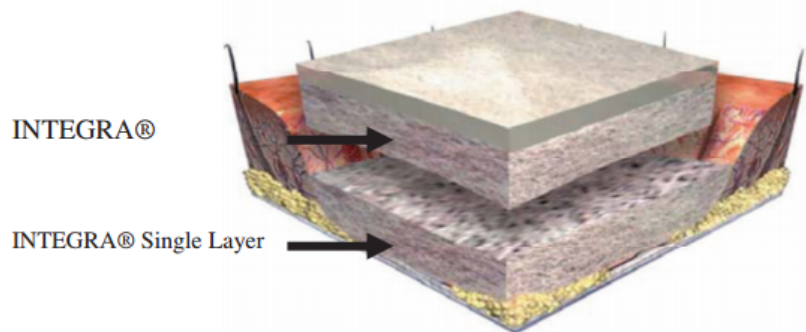


La peau est régénérée environ en 30 jours. On note alors la ré-épidermisation et la fermeture des plaies.



a.5.2 - INTEGRA® Single Layer :

INTEGRA® Single Layer est utilisé lors des opérations en un seul temps opératoire lorsque la lésion est moins profonde ou bien vascularisée, avec une possibilité de pratiquer une autogreffe immédiate. L'avantage d'utiliser INTEGRA® Single Layer repose sur une opération en une seule étape donc avec la mobilisation du personnel chirurgical et du patient en une seule fois dans la mesure où tous les critères sont favorables. Ainsi après excision de la plaie, la greffe de peau mince fait suite immédiatement à la pose d'INTEGRA® Single Layer. Exceptionnellement, l'utilisation de cette matrice peut se faire en deux étapes chirurgicales lorsque qu'elle est associée à INTEGRA® pour des lésions profondes.



a.5.3 - MATRIDERM®.

MATRIDERM®, matrice de collagène-élastine pour la régénération dermique, est commercialisée en France depuis 2007.

MATRIDERM® favorise la régénération dermique en servant d'armature à la reconstruction de la peau et en modulant la formation du tissu cicatriciel. De plus, le risque d'apparition d'hématomes sous le greffon de peau mince ou entre la matrice et le lit de la plaie est réduit grâce à sa propriété hémostatique.

■ **Mode d'application :**

MATRIDERM® peut s'appliquer en un ou deux temps opératoires, ce qui détermine l'épaisseur de la matrice utilisée.

La nouvelle recommandation est d'utiliser MATRIDERM® en application sèche c'est-à-dire de prendre le dispositif médical, de le poser directement sur la plaie et de le presser au moyen d'un tampon, après l'avoir découpé de façon grossière à la taille de la lésion laissant un chevauchement d'environ 2 mm tout autour. Cela entrainera une adhésion sans bulle du derme artificiel sur la plaie grâce à l'imprégnation d'exsudat de la plaie par celui-ci. L'hydratation de la matrice par du sérum physiologique peut alors être réalisée, soit à l'aide d'une seringue, soit grâce à une compresse imbibée.

Il existe une autre utilisation du MATRIDERM®. Cette alternative s'effectue sur une matrice réhydratée au préalable avec du sérum physiologique. La matrice devient alors translucide, elle peut être déposée soigneusement sur la plaie, à la main, pour éviter et éliminer les bulles d'air en les poussant vers le bord. Ensuite, elle sera découpée en suivant les berges de la plaie.



La greffe de peau mince est alors appliquée directement sur le derme artificiel et fixée au moyen de points de suture, d'agrafes ou de colle de fibrine. Il est important de s'assurer que la matrice ne sèche pas entre la pose de celle-ci et la pose du greffon.

Grâce à ces dispositifs, la reconstruction cutané peut être utilisée lorsque les sites donneurs de greffon sont faibles ou lors de grandes zones à traiter, entraînant par ailleurs très peu de cicatrice. Il est également adapté lors de pertes de substance importantes et étendues.

Mais cette technique reste limitée dans notre contexte vu le non accès à cette technologie (problème de coût, de logistique et de plateau technique).

a.6– L'expansion cutanée :

L'expansion cutanée mécanique progressive par prothèse trouve logiquement ses meilleures indications dans les séquelles de brûlures et permet une amélioration sensible des résultats esthétiques [221]. Cette amélioration est liée à l'utilisation de tissus de remplacement cutanés de même qualité que le tissu original [221]. Les lambeaux expansés locaux et les greffes de peau totale expansée sont les deux techniques essentielles utilisées [221].

L'expansion cutanée reste la meilleure technique de chirurgie plastique qui permet de restituer au patient une qualité et une surface cutanées optimales en cas de perte de substance à couvrir.

Malgré les bons résultats obtenus, tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique, cette technique reste pourvoyeuse de nombreuses complications dont la bonne gestion apparaît primordiale pour assurer des résultats satisfaisants [222].

➤ Principe :

Le chirurgien utilise ici une propriété physiologique de la peau qui est sa capacité de se distendre sous l'effet d'une pression lente et progressive, phénomène que l'on retrouve par exemple au cours de la grossesse, où la surface cutanée de la région abdominale s'accroît au fur et à mesure que le fœtus grandit [223].

Pour réaliser l'expansion cutanée, les prothèses sont introduites sous la peau par une petite incision située à distance, en principe de direction radiaire par rapport à l'axe de l'expansion pour éviter leur désunion lors du remplissage de l'expandeur [223]. Les valves de remplissage sont connectées à la prothèse par l'intermédiaire d'un tube connecteur, en position interne et introduite alors par la même incision ou en position externe extériorisée à la peau [223].

Les prothèses sont remplies progressivement une fois par semaine avec du sérum physiologique jusqu'à obtenir la surface cutanée souhaitée [223]. L'expansion de ces prothèses va permettre d'augmenter la surface cutanée disponible de la zone saine où elle a

été mise en place [149]. Il existe différentes formules mathématiques [224, 225] permettant de calculer le volume de remplissage en fonction de la surface cutanée désirée [226].

Au cours d'une deuxième intervention chirurgicale, les prothèses sont enlevées et la peau en excès obtenue est amenée sur la zone à recouvrir [223].

L'expansion cutanée reste la seule technique de chirurgie plastique capable de fournir une peau de qualité, de couleur et de sensibilité normale [223].

➤ **Matériels:**

L'expansion cutanée est réalisée par l'introduction sous-cutanée d'une prothèse ou expandeur [223].

Les progrès techniques et industriels permettent aujourd'hui de disposer d'un matériel très varié comportant des prothèses rondes, rectangulaires, ovales ou en forme de croissant, de différente taille [223] (figure 49). Il est également possible dans certains cas particuliers de réaliser des prothèses sur mesure, de taille, de forme et de volume choisis [223]. Ces prothèses sont des enveloppes en silicone vides reliées à une valve par une tubulure [132]. C'est par cette valve que va s'effectuer le gonflage progressif pour obtenir l'effet souhaité [223].

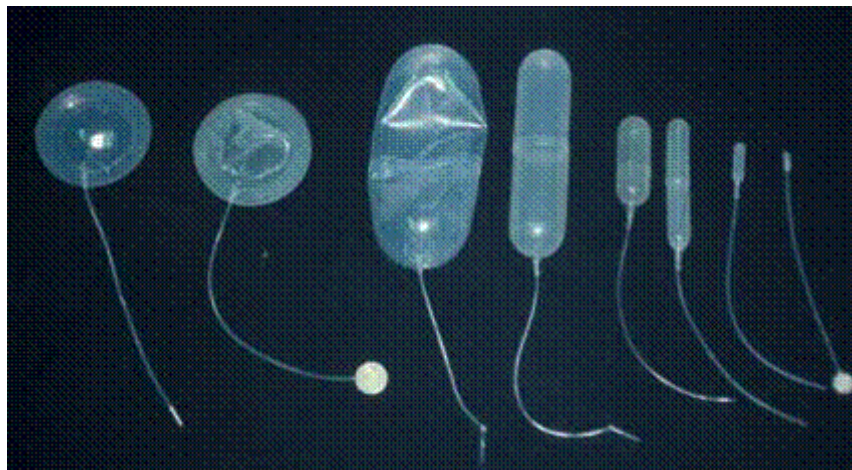


Figure 49[223]¹ : Quelques types de prothèses d'expansion

Il existe 3 sortes de valves internes à distance, incorporée ou externes (figure 26). :

- les valves incorporées : situées au niveau de la prothèse et repérées par un système magnétique, Les valves incorporées ont l'avantage de ne pas nécessiter un décollement cutané supplémentaire lors de la mise en place, mais situées au sommet de la prothèse [223], elles ont l'inconvénient de pouvoir s'ulcérer et d'exposer l'expandeur [226].

- les valves à distance internes: s'agit de valves tunnelisées sous la peau à distance de l'expandeur [226]. Il représente le type le plus utilisé et le plus sûr [226].

- les valves à distance externes : extériorisées à la peau. Elles évitent la douleur de la piqûre lors du remplissage, redoutée chez l'enfant [226]. Son risque est essentiellement infectieux [226] (figure 50).

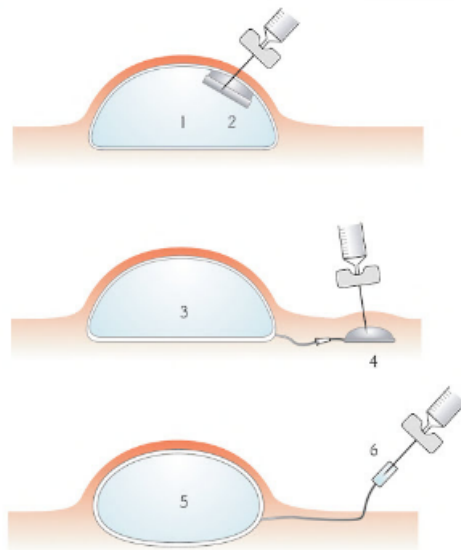


Figure 50 ^[227]: Coupe du matériel

1-2 : prothèse à valve incorporée,

3-4 : prothèse à valve à distance enfouie,

5-6 : prothèse à valve externe

➤ Technique :

Sous anesthésie générale, on réalise une courte incision cutanée, en général à distance de la zone expansée [228]. On décolle ensuite la peau à l'aide de décolleurs afin de créer un espace pour placer le ballon [228]. Un drain est placé dans la loge [228]. La prothèse est vidée de son air et étalée dans la loge [228] (**Figure 51**).

Un premier remplissage au sérum physiologique est ensuite réalisé afin d'étaler le ballon. La valve est mise en place de façon à pouvoir la repérer facilement lors des séances de gonflage [228]. Puis, on vérifie que le drain est bien placé dans la loge puis on suture la voie d'abord. Un pansement légèrement compressif est réalisé [228].

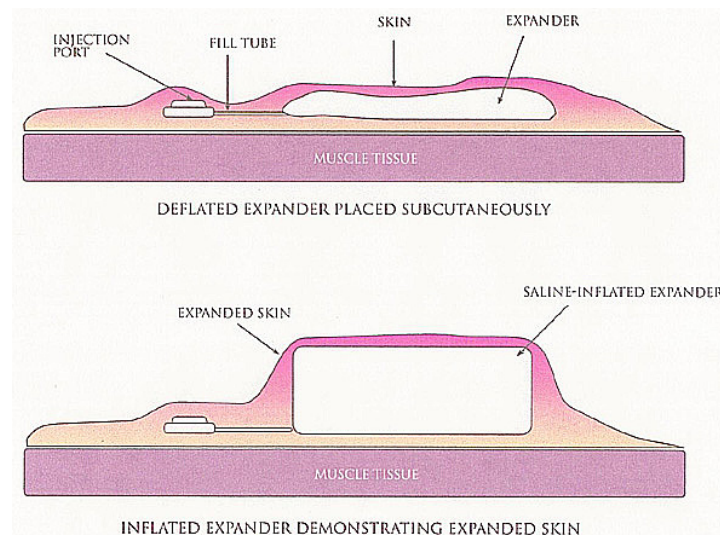


Figure 51 : Expansion tissulaire au moyen d'un ballon gonflable sous-cutané.

Source: NIHNICDR National Institutes of Health on-line exhibit

La mise en place est réalisée après analyse très précise de la quantité de peau nécessaire, du site d'implantation possible, de la technique secondaire de mobilisation cutanée (lambeau de rotation, d'avancement, de glissement) [229]. Tout doit être planifié, et ce temps est impérativement minutieux [229].

La phase de remplissage débuté à l'ablation des points, 15 jours environ après l'intervention, au rythme d'une à deux fois par semaine [229]. Lorsqu'un seul ballon assure

l'expansion, la surface doit atteindre, si possible au moins 150% de la surface de la perte de substance. Son bord doit affleurer celui de la lésion [229]. La prothèse d'une façon générale doit être la plus grande possible en surface et en volume [229].

L'injection se fait avec une asepsie rigoureuse, avec une seringue adoptée munie d'une petite aiguille 25 gauge ou de calibre inférieur [229]. Ces séances se poursuivent jusqu'à l'apparition d'une sensation de tension [229].

L'expansion se poursuit jusqu'à l'obtention d'un volume et d'un excès de peau suffisant pour permettre facilement le recouvrement de la perte de substance [229]. Il est important de savoir que la capacité du ballon ne limite pas ses possibilités de gonflage, et les ballons de bonne qualité permettent un surgonflage largement au-delà de leur capacité théorique [229].

Le deuxième temps opératoire se pratique 3 à 4 mois après la mise en place [229]. L'incision commence en périphérie de la zone expansée, suivant le tracé du lambeau prévu [229]. L'ouverture de la capsule se poursuit au bistouri électrique et la prothèse est retirée en évitant de la percer [229]. La tubulure de raccord est sectionnée entre 2 pinces et la valve est aussi retirée par la même incision [229].

Le dernier temps sera caractérisé par l'ablation de l'expandeur et l'utilisation de l'excédent de peau saine obtenue soit par greffe soit par lambeau afin de remplacer les zones cutanées lésées [132].

➤ **Complications** ^[230] :

L'expansion cutanée est un processus long et délicat au cours duquel peuvent apparaître des complications plus ou moins graves. Les données de la littérature retrouvent un taux global de complications variable allant de 13 à 37 % [231—234].

Nous pouvons classer les complications en complications majeures pouvant aboutir à un échec du traitement voire à une aggravation de l'état antérieur et en complications mineures ne compromettant pas le protocole d'expansion mais pouvant le modifier. Ces complications peuvent résulter d'un état cutané précaire, d'un dysfonctionnement de matériel ou de

problèmes techniques inhérents à la procédure mais également être liées à une mauvaise indication ou planification préopératoire.

- Les complications majeures :

• L'infection :

Les prothèses d'expansion cutanée sont des corps étrangers inertes et comme tout matériel, sont sensibles à des contaminations bactériennes infracliniques ainsi qu'à des infections avérées. Il s'agit de la complication la plus fréquente avec un taux allant de 5 à 13% [234, 235—137]. Les infections précoces (< 7 jours postopératoire) sont dues à une contamination iatrogène per- ou périopératoire (faute d'asepsie, manipulations excessives) et les infections tardives (> 7 jours) sont souvent dues à une contamination lors des gonflages ou une infection concomitante à distance. Les germes les plus fréquemment en cause sont le *Staphylococcus aureus* et *Epidermidis*. Le streptocoque lorsqu'il est incriminé est responsable de tableaux plus graves avec des cellulites rapidement progressives [238].

Cliniquement, Les signes d'appel devant faire craindre une infection sont l'apparition de signes locaux tels que: une douleur élective en regard de la prothèse, un érythème chaud, une augmentation de la tension cutanée, voire à un stade plus avancé, un écoulement purulent de la suture ou des orifices de drainage et une collection sous-cutanée (**Figure 52**).



Figure 52 ^[106] : Aspect de sepsis cutané en cours de protocole d'expansion.

- **Souffrance cutanée, nécrose et exposition de prothèse :**

Une souffrance cutanée est une complication grave car elle peut conduire à la nécrose voir même entraîner une aggravation de l'état antérieur lorsqu'elle atteint directement le tissu que l'on souhaite recruter. Elle peut aboutir à une exposition du matériel (lors de la pose) ou à des complications cicatricielles (lors de la dépose) et compromettre le résultat du processus d'expansion. Leur taux de complication est de 3 à 4 % pour la nécrose et de 2 % pour l'exposition de prothèse [239].

Si le diagnostic de nécrose cutanée avérée ou d'exposition de prothèse est souvent évident, il est important de savoir identifier les situations d'ischémie, de souffrance cutanée et les états pré-perforatifs pour éviter une telle évolution. Lors des gonflages, toute douleur importante, diminution ou disparition du pouls capillaire (augmentation du temps de recoloration cutané supérieur à 3 secondes), blanchiment ou augmentation excessive de la tension cutanée doivent alerter et être pris en charge précocement en dégonflant la prothèse de quelques cc. Un état pré-perforatif se caractérise par l'apparition d'un point dur ou d'un angle sous-cutané, une modification cutanée en regard de ce point de souffrance (changement de couleur : zone ecchymotique, blanchiment), un amincissement cutané et une douleur spontanée (Figure 30).



Figure 53 ^[230] : État pré-perforatif. Cet état peut apparaître lorsque l'expansion cutanée est excessive (trop importante ou trop rapide) étant responsable d'un affinement cutané à l'extrême voir parfois d'une exposition.

- **Problèmes techniques et dysfonction du matériel :**

Ils compromettent parfois le résultat définitif du protocole en imposant fréquemment une réintervention. On peut classer ces complications en deux grandes familles : les difficultés au gonflage et les fuites.

- ✓ **Difficulté et échec du gonflage :**

Résistance importante à l'injection lors des gonflages

Retournement de valve

Valve enfouie

Le recouvrement de la valve par la prothèse

- ✓ **Fuites :**

Chaque élément du matériel peut en être le siège (prothèse, valve et tubulure).

- **Les complications mineures :**

Les hématomes et les séromes Ils représentent moins de 3 % des complications de l'expansion cutanée [132, 240].

- **Les hématomes :**

Ils sont fréquemment d'origine iatrogène car l'espace de décollement lors de la création de la loge est important et un contrôle des hémostases par l'incision peut être délicat. Ils sont plus fréquents dans certaines topographies où les plans de dissections sont peu individualisés (membres, thorax, abdomen, région occipitale), que dans des plans avasculaires (espace sous-galéal de Merckel au niveau du cuir chevelu).

Cliniquement, il doit être évoqué en postopératoire précoce devant une douleur intense d'apparition rapide, une augmentation de la tension cutanée, un empâtement, une augmentation du volume de la loge ou une quantité de sang importante dans les redons.

- **Les séromes :**

Ils sont peu fréquents et compromettent rarement le processus d'expansion. Ils sont dus à une réaction inflammatoire en réponse à l'implantation d'un corps étranger. Ils peuvent parfois être causés par la résorption d'hématomes stériles ou être le signe d'alerte d'une infection chronique à bas bruit. Il s'agit d'une accumulation de liquide séreux (lymphe) dans l'espace de décollement péri-prothétique.

Le diagnostic doit être porté devant une collection fluctuante déclive et une augmentation progressive du volume de la loge. Le signe du « flot » (percussion en regard de la collection entraînant la propagation d'une onde de choc au niveau cutanée) est pathognomonique.

- **Douleurs, paresthésies et compression des organes de voisinages**

Il s'agit le plus souvent d'une dysfonction nerveuse de type neurapraxie sans atteinte axonale se produisant lorsque la prothèse est placée près d'un tronc nerveux (membres ou tête et cou). L'augmentation de volume de la prothèse entraîne un étirement excessif voir parfois une compression directe du nerf.

Le diagnostic doit être évoqué devant l'apparition de douleurs intenses ou de paresthésies dans le territoire d'innervation d'un tronc nerveux. L'apparition de troubles moteurs est en général plus tardive et plus rare et correspond à l'apparition d'une démyélinisation. Elle est grave car peut devenir à ce stade irréversible.

Les complications au cours de l'expansion cutanée sont variées et peuvent pour certaines compromettre le processus de gain cutané voir aboutir à une aggravation de l'état antérieur. Elles sont relativement fréquentes mais pour la plupart facilement évitables à condition qu'une procédure et des règles strictes soient appliquées.

a.7 - Lambeaux :

Lors des brûlures électriques, les pertes de substance tissulaires mettent facilement à nu les structures anatomiques sous-jacentes, leur reconstruction fait donc souvent appel aux lambeaux.

Les lambeaux consistent en un transfert de tissu vascularisé. Le site de prélèvement d'un lambeau est défini comme la zone donneuse alors que le site à reconstruire, où sera placé le lambeau, est défini comme la zone receveuse [241]. Contrairement aux greffes, qui sont des structures tissulaires dont la survie est liée à la revascularisation spontanée par la zone receveuse, les lambeaux sont des structures tissulaires d'emblée vivantes puisque par définition, ils conservent leur vascularisation par un pédicule [31].

Ces lambeaux sont locaux ou régionaux si les tissus avoisinants le permettent, ou à distance s'il n'existe pas d'autre possibilité.

Le choix du lambeau dépend de la profondeur de la brûlure électrique, de la nature des éléments exposés, de la surface de la brûlure, des disponibilités locales et de l'état général du patient.

a.7.1 - Anatomie descriptive du lambeau :

Un lambeau est schématiquement constitué de deux parties : la « palette » cutanée ou lambeau proprement dit, et son pédicule (Figure 54) [242].

Un lambeau cutané est un segment de peau et de tissu cellulaire sous cutané conservant une vascularisation autonome qui passe par un pédicule ou pont cutané, parfois réduit à un axe artériel et veineux. Ce segment cutané reste alimenté par ce pédicule plus ou moins large qui garantit la sécurité du transfert tissulaire [243].

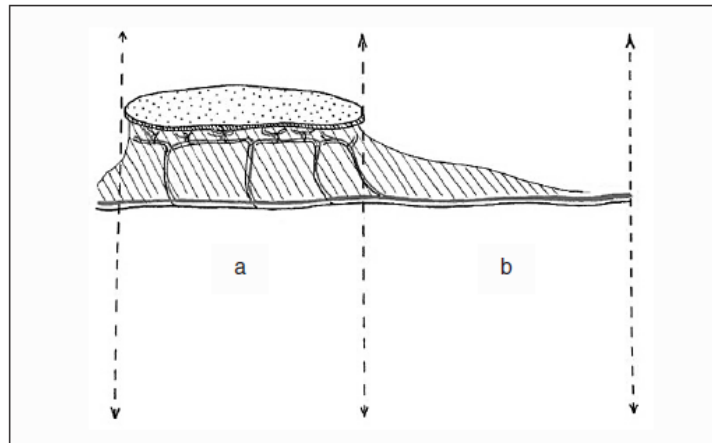


Figure 54 ^[242] : Constitution d'un lambeau : un lambeau est constitué de deux parties : la « palette » cutanée ou lambeau proprement dit **(a)** et son pédicule **(b)**.

Le pédicule est gardé soit définitivement soit temporairement en continuité avec la zone donneuse (lambeau pédiculé) [241]. Si la zone receveuse se trouve à distance de la zone donneuse, les vaisseaux contenus dans le pédicule seront sectionnés et immédiatement anastomosés sur des vaisseaux proches de la zone receveuse (lambeau libre) [241].

a.7.2 - Classification des lambeaux :

Plusieurs classifications des lambeaux existent selon la composition des tissus transposés, le type de vascularisation, le type de mouvement tissulaire (avancement, rotation ou transposition), ou selon une classification éponyme où le nom de l'auteur est rattaché à la description principes d'une technique (Musatrdé, Abbe, etc...) [244, 245].

a.7.2.1 - Selon la nature de la structure tissulaire transférée :

■ **Les lambeaux cutanéoadipeux (dits lambeaux cutanés) :**

Le lambeau cutané est un prélèvement emportant l'épiderme, le derme, l'hypoderme cellulo-graisseux avec les éléments vasculo-nerveux autorisant sa survie [246].

Le plan de dissection passe au-dessus du plan fascial [242]. La graisse offre un matelassage de qualité, autorisant par ailleurs le glissement des structures sous-jacentes, mais aussi une couverture stable dans le temps, sans risque d'ulcération [242].

Ces lambeaux sont vascularisés par des artères cutanées directes ou neurocutanées (vascularisation dite axiale) [242]. Parfois, ils sont levés sans artères cutanées individualisables : ils vivent alors grâce aux plexus dermique, sous dermique et hypodermique sous-jacents. Leur levée doit obéir au respect du rapport longueur/largeur, qui varie selon les régions de 1/1 à 1,5/1, voire 2/1 [242].

■ **Les lambeaux fasciocutanés :**

Les lambeaux fasciocutanés sont constitués de la peau, des tissus sous-cutanés et du fascia profond [247] (**Figure 32**).

Leur plan de dissection passe immédiatement sous le fascia [242] (Figure 2). Ils sont souvent minces, donc très adaptés à la main. Plusieurs types d'artères irriguent ces lambeaux [239] :

- les artères cutanées directes ou neurocutanées ;
- le fascia, qui est inclus par sécurité ou par nécessité, apportant une vascularisation par l'intermédiaire d'un réseau vasculaire suprafascial [248], véritable réseau axial, qui entretient des connexions avec les artères cutanées [239].

L'inclusion de ce fascia avec le plexus vasculaire suprafascial améliore la vascularisation des lambeaux fasciocutanés et permet le prélèvement de lambeaux ayant un rapport longueur sur largeur plus important que les lambeaux cutanés [247].

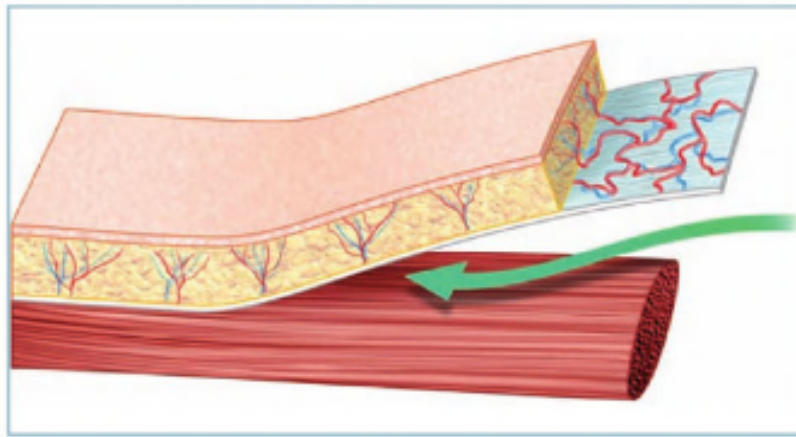


Figure 55^[227] : Lambeau fascio-cutané : Il est irrigué par le riche réseau vasculaire anastomotique du fascia et permet de disposer d'une longueur dépassant trois fois sa largeur.

■ **Les lambeaux musculo-cutanés [249] :**

Ces Lambeaux sont en général prélevés à la racine des membres, au niveau du tronc et du thorax où le revêtement cutané est vascularisé par des perforantes musculo-cutanées ou par des artères cutanées directs (naissant d'une artère à destinée musculaire avant qu'elle ne pénètre dans le muscle). Ce sont donc des lambeaux composites : musculaires et cutanés (Figure 56)

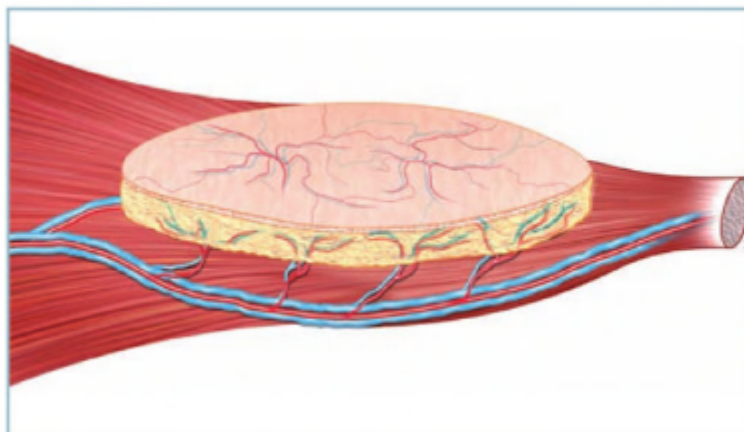


Figure 56^[227] : Lambeau musculo-cutané

La taille de la palette cutanée prélevée au dessus du muscle dépend du développement du réseau vasculaire anastomotique intramusculaire ainsi que du réseau vasculaire cutané proprement dit. En général, les lambeaux musculo-cutanés sont beaucoup plus grands que les lambeaux cutanés, car la palette cutanée peut déborder le muscle en distalité et latéralement.

Selon la perte de substance à recouvrir, on peut utiliser la composante musculaire seule du lambeau, qui devra être greffée de peau mince dans un deuxième temps.

Ces lambeaux permettent non seulement le comblement de la perte de substance, mais apportent un tissu richement vascularisé (le muscle) qui participe à la lutte anti-infectieuse. On dit d'eux qu'ils sont des lambeaux d'apport vasculaire.

■ **Les lambeaux ostéocutanés ou ostéomusculocutanés [242]:**

En chirurgie reconstructrice, les pertes de substance composites peuvent faire l'objet d'une réparation par une association tissulaire vascularisée par un pédicule unique, plus rarement indiquée à la main.

a.7.2.2- Selon le type de vascularisation :

➤ **La vascularisation du lambeau cutané :**

La vascularisation du lambeau peut être assurée par des plexus sous-cutanés en continuité avec la zone donneuse (lambeau cutané au hasard) ou par un pédicule artérioveineux (lambeau à pédicule vasculaire axial) [250].

■ **Lambeau cutané au hasard :**

Les lambeaux cutanés « au hasard » sont alimentés par les plexus vasculaires dermiques et sous-dermiques [250]. Ces lambeaux ne comprennent pas d'artère cutanée définie anatomiquement [237]. Ils étaient dits : « au hasard » non par inexistence de leur vascularisation, mais plutôt par méconnaissance de celle-ci [251-254].

D'une manière générale, quand ils sont rectangulaires, leur longueur ne peut excéder une fois et demie leur largeur [249].

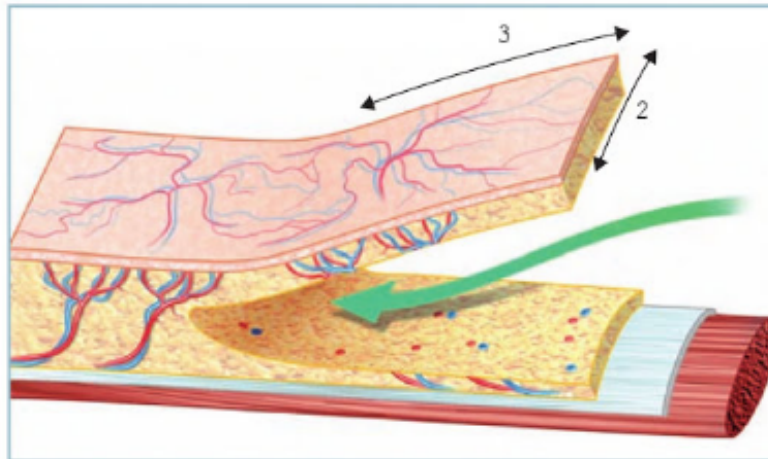


Figure 57 ^[227] : Lambeau cutané au hasard

Il est nourri par les plexus vasculaires dermiques et hypodermiques.

Sa longueur (3) ne dépasse pas une fois et demi sa largeur (2)

Cependant, dans certaines régions telles que le visage, ce rapport peut atteindre trois sans nécrose du lambeau [250]. La survie de ces lambeaux longs et étroits s'explique par la richesse des plexus dermiques et par l'existence d'un réseau vasculaire axial inclus fortuitement dans la partie proximale du lambeau [250]. L'extrémité distale de ces lambeaux peut être considérée comme une portion « au hasard », qui survit grâce à son plexus dermique, perfusé par le flux sanguin disponible en fin de réseau vasculaire (Fig. 2) [250]. Milton [254] a montré que le rapport longueur/largeur n'est pas le seul élément à prendre en compte : lorsque les lambeaux au hasard sont grands, c'est plus leur surface (quantité tissulaire à perfuser) que leur rapport longueur/largeur qui est l'élément déterminant de leur survie [250].

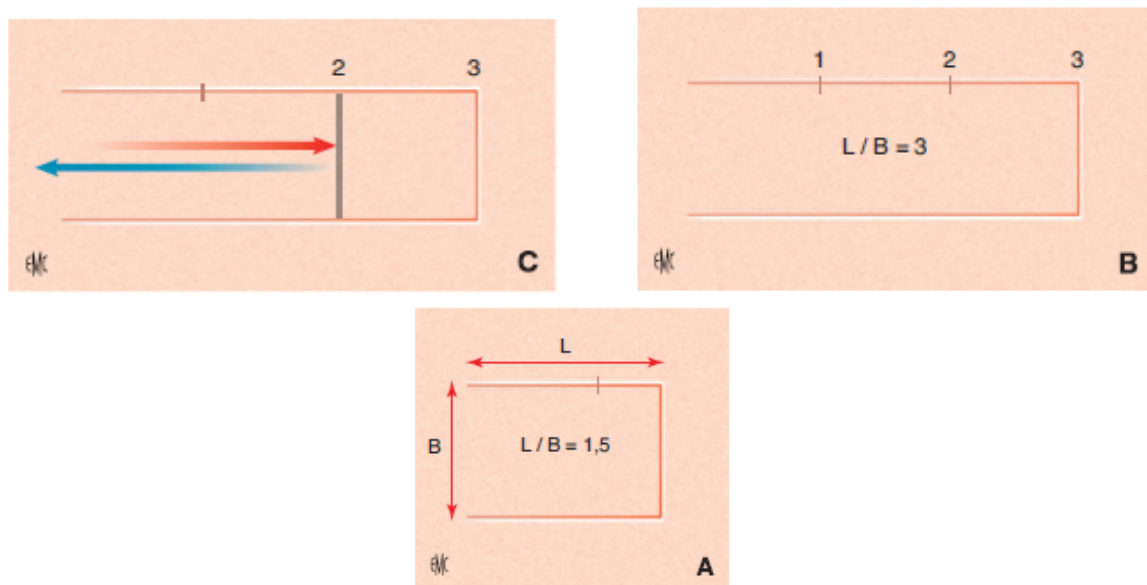


Figure 58 ^[250] : Longueur et base des lambeaux.

- A. La longueur (L) d'un lambeau au hasard ne doit pas dépasser une fois et demie sa base (B).
- B. Dans les régions richement vascularisées (face, main), ce rapport peut être égal à 3.
- C. Dans ces régions, on peut considérer qu'il existe une sorte de réseau vasculaire axial inclus par hasard dans le lambeau. La zone distale peut être considérée comme étant « au hasard ».

■ Lambeau à pédicule vasculaire axial :

Les lambeaux cutanés "axiaux", ou "à réseau vasculaire" contiennent par définition un système artério-veineux anatomique qui les perfuse de façon fiable malgré un rapport longueur/largeur supérieur à 1,5 [31]; Un tel lambeau est rendu autonome par une artère spécifique incluse dans le pédicule, leur longueur peut être 3 ou 4 fois plus importante que leur largeur [249].

Lorsque le système artério-veineux est de calibre plus important, le lambeau peut être mis "en îlot vasculaire" sur son artère et sa veine isolés. Lorsque cette artère et cette veine sont de calibre suffisant, ils peuvent être sectionnés pour être anastomosés sur des vaisseaux receveurs, ce qui définit le "lambeau libre" [238].

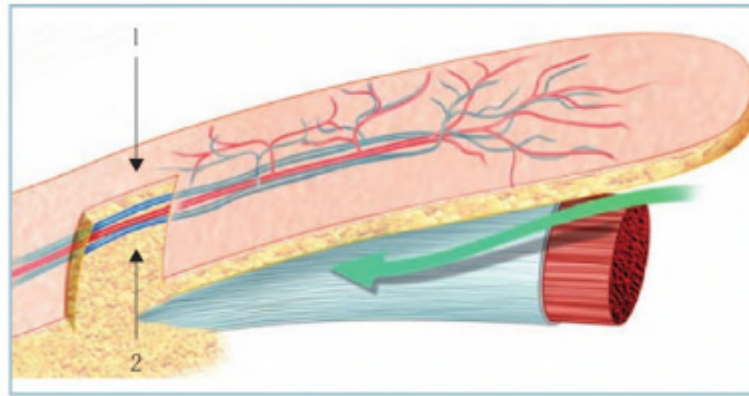


Figure 59^[227] : Lambeau cutané axial

1 : charnière cutanée pour lambeau à pédicule cutané,

2 : charnière vasculaire pour lambeau en ilot ou libre.

Selon la disposition anatomique de leur système artério-veineux, Servant distingue 3 sortes de lambeaux cutanés à réseau vasculaire : artère et veine satellites (isolables, et non isolables), artère prédominante, et veine prédominante [31].

- Le cas le plus fréquent correspond aux lambeaux à réseau vasculaire axial où l'artère et la veine sont satellites [31].

➤ **La vascularisation du lambeau musculo-cutané :**

La plupart des muscles superficiels du tronc et des membres sont vascularisés par des artères qui envoient des branches perforantes à la peau sus-jacente [31]. Ces perforantes musculo-cutanées ne sont pas toutes fonctionnelles à l'état normal, et la peau qui recouvre un muscle est bien souvent vascularisée par des branches cutanées directes indépendantes du muscle [31]. Cependant, les perforantes musculo-cutanées anatomiques mais latentes peuvent devenir véritablement fonctionnelles dans certaines circonstances qui interrompent les branches cutanées directes [31]. C'est en particulier le cas lorsqu'on lève un lambeau musculo-cutané [31].

Le muscle, qui conserve ou non ses insertions, vascularise par ses perforantes une palette cutanée qui le recouvre plus ou moins [31]. Les pédicules vasculaires musculaires sont toujours plus longs et plus gros que les pédicules cutanés, et les réseaux vasculaires anastomotiques sont toujours très développés dans les muscles [31]. C'est ce qui explique que les lambeaux musculo-cutanés peuvent avoir des palettes cutanées plus grandes et plus longues que les lambeaux cutanés axiaux, et que la plupart des lambeaux musculo-cutanés peuvent au besoin être utilisés en transferts libres [31].

Mathes et Nahai distinguent la vascularisation des muscles en 5 types [249] (**Figure 60**):

- Type 1 : Un pédicule vasculaire,
- Type 2 : Un pédicule dominant et des pédicules accessoires insuffisants pour vasculariser à eux seuls le muscle.
- Type 3 : Deux pédicules dominants,
- Type 4 : Des pédicules segmentaires multiples,
- Type 5 : Un pédicule dominant et des pédicules accessoires suffisants pour vasculariser à eux seuls le muscle.

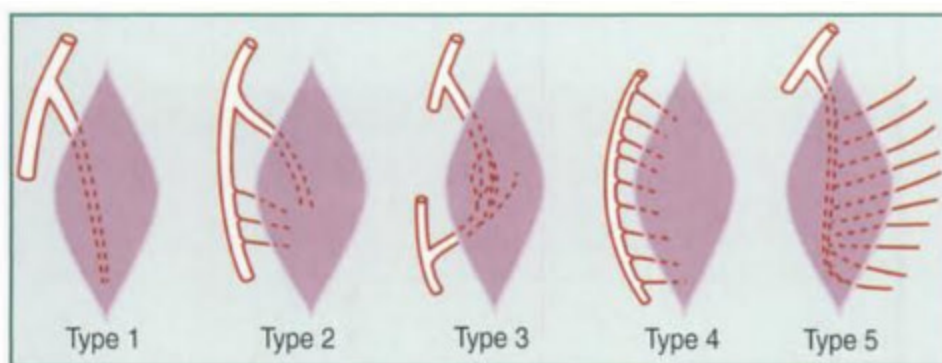


Figure 60: Classification des muscles selon leur vascularisation [255]:

a.7.2.3 - Selon le mouvement tissulaire:

Selon la façon dont on les mobilise, on distingue 3 types de lambeaux cutanés : d'avancement, de rotation, et de transposition.

■ Lambeaux d'avancement :

- Un lambeau d'avancement est schématiquement un rectangle dont le petit côté coïncide avec le grand côté d'une zone receveuse de forme également rectangulaire [250]. L'avancement peut être augmenté par un sacrifice tissulaire triangulaire à la base du lambeau [256]. Ces triangles d'avancement devraient être taillés après l'avancement sous tension du lambeau pour corriger l'accumulation tissulaire à la base [156].

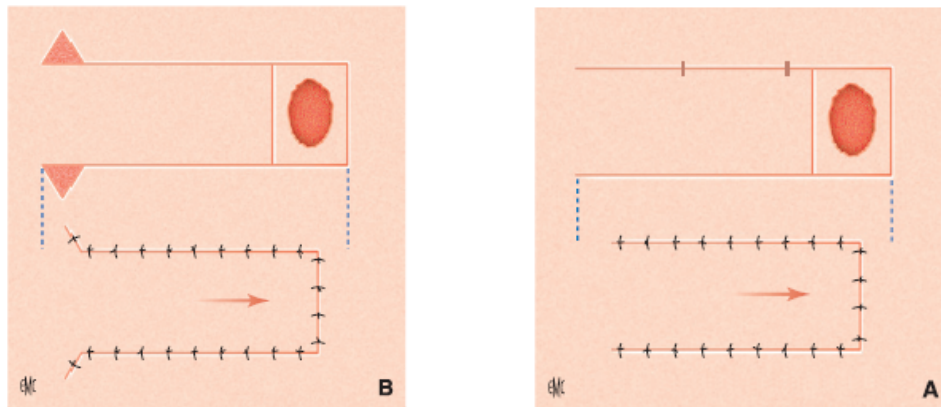


Figure 61 ^[250] :

- A. Lambeau d'avancement. La perte de substance est ramenée à un rectangle, le lambeau recouvre la perte de substance par étirement.
- B. La mobilisation est facilitée par l'excision de deux triangles d'avancement, de part et d'autre de la base du lambeau.

L'avancement du lambeau utilise à la fois l'élasticité de la peau, par étirement mais surtout la plasticité du tissu adipeux sous-cutané quand elle existe dans la zone anatomique concernée. L'avancement est un mouvement majeur, efficace qui est le principe même de la fermeture directe par simple rapprochement. Ces plasties conjuguent un étirement cutané et un glissement des tissus permettant la fermeture directe de la PDS sans changement d'axe

(Figure 38). Le glissement s'effectue grâce à une mobilisation des tissus adjacents. Ceux-ci se déplacent dans le même sens que le lambeau. L'étirement du lambeau permet aussi son avancement mais avec des risques de souffrance vasculaire distale, de déformation des tissus périphériques et d'amincissement de la peau étirée [257, 258]

Les principaux lambeaux d'avancement :

■ Plastie en H:

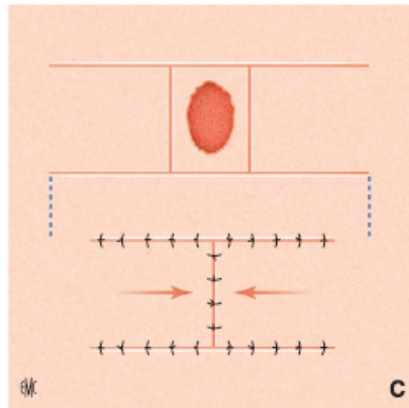


Figure 62[250] C. Lambeau en « H ». Deux lambeaux d'avancement opposés permettent de couvrir une perte de substance médiane.

La plastie en H associe deux lambeaux d'avancement diamétralement opposés sur le petit axe horizontal d'une perte de substance rectangulaire verticale [250]. Il est réalisé le plus souvent pour la réparation de grosse PDS médiofrontale [243].

■ Plastie en V-Y et en Y-V [250] :

La plastie en V-Y (Fig. 4), destinée à augmenter une longueur, et la plastie en Y-V, destinée à la diminuer, sont des lambeaux d'avancement particuliers, dont la dénomination correspond au tracé.

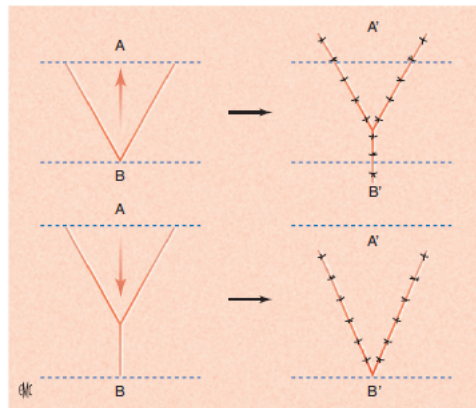


Figure 63 [250] : Plastie en V-Y et en Y-V.

■ Lambeaux de rotation ^[250] :

Un lambeau de rotation (Figure 64) est schématiquement un arc de cercle taillé dans le prolongement de la base d'une zone receveuse de forme triangulaire. La rotation du lambeau sur la zone receveuse se fait grâce à l'élasticité cutanée. L'étirement du lambeau, maximal à sa périphérie, peut être facilité par divers procédés :

- excision d'un triangle cutané sur la berge convexe du lambeau, à l'extrémité opposée à la zone receveuse (pied du lambeau), avec décollement du lambeau éventuellement associé à celui de la berge opposée [259] ;
- plastie en Z au pied du lambeau [260] ;
- incision radiée de la berge concave, au pied du lambeau [261] ; ce *back-cut*, qui diminue la longueur du pédicule du lambeau, ne peut se faire que si la région est très bien vascularisée et n'a d'intérêt que si l'élasticité est importante au pied du lambeau pour permettre la fermeture.

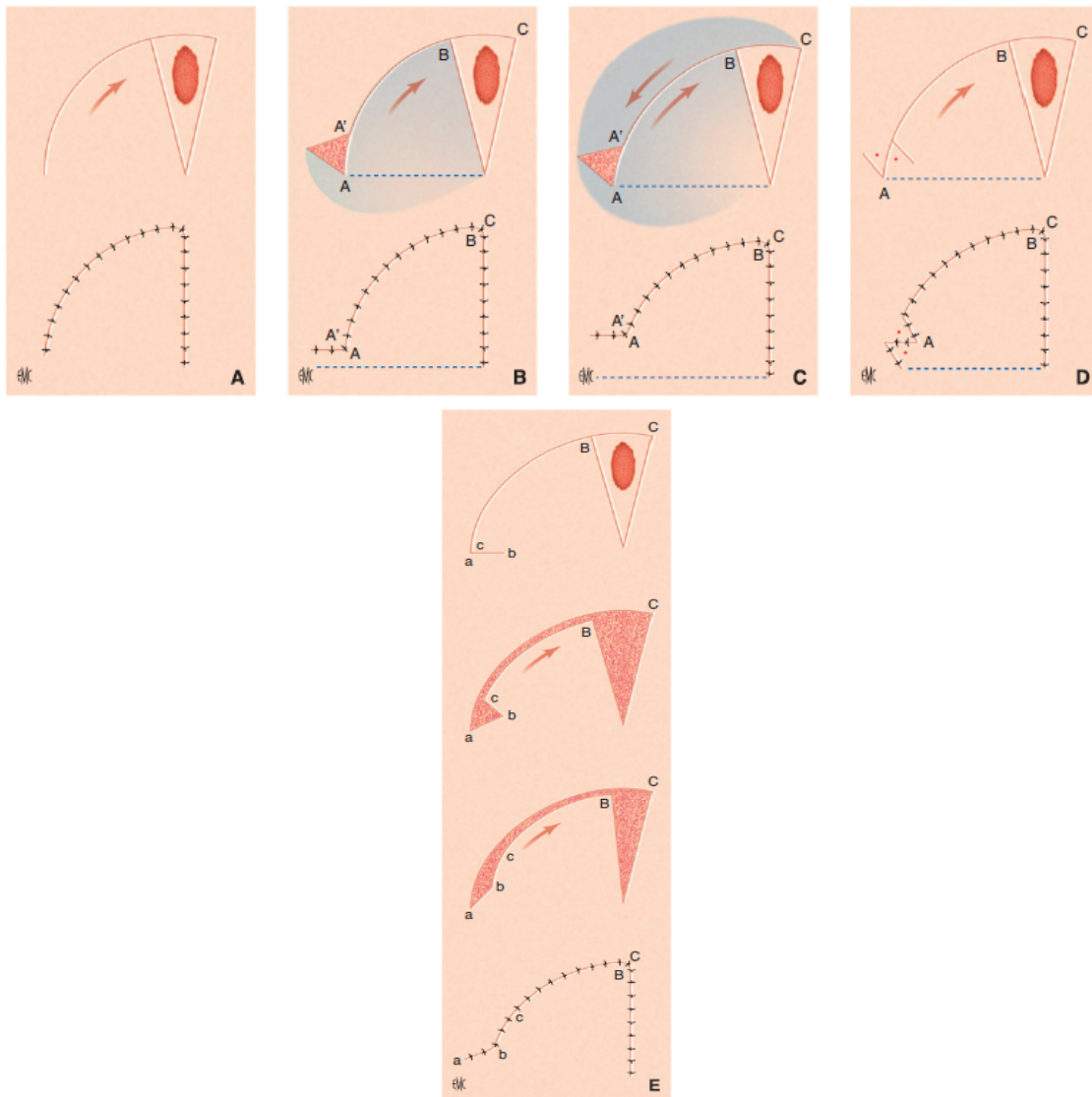
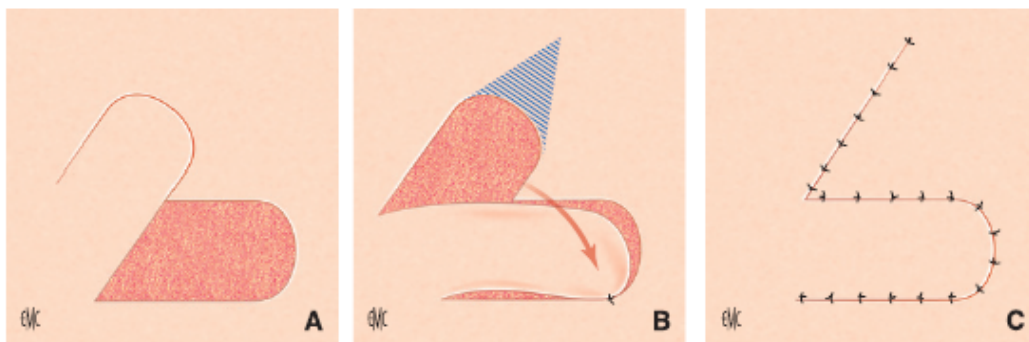


Figure 64 ^[250] : Lambeau de rotation

- A.** Rotation simple. Le lambeau limité par une incision arciforme se mobilise pour fermer la perte de substance, mais la traction des tissus est plus importante sur la berge du côté de la perte de substance.
- B.** Procédé de Blascovicz. La mobilisation du lambeau est facilitée par l'excision d'un triangle cutané sur la berge opposée à la perte de substance. Le décollement du lambeau et du pied du lambeau permet d'amener le point A en A' et de faciliter la mobilisation de la pointe du lambeau B vers le point C.
- C.** Procédé d'Imré. C'est le procédé de Blascovicz associé à un décollement de la berge opposée au lambeau.
- D.** Procédé de Dufourmentel et Mouly. Une plastie en Z d'allongement est réalisée à la base du lambeau.
- E.** Procédé de Kazanjian et Converse. Une contre-incision (*back-cut*) facilite la mobilisation du lambeau. La contre incision diminue la base du lambeau et ne doit donc être pratiquée que dans une zone bien vascularisée.

■ Lambeaux de transposition ^[250] :

Un lambeau de transposition (Figure 42) est passé au-dessus d'une zone saine non décollée pour couvrir une zone receveuse. Lorsqu'il est adjacent à la zone receveuse, c'est un lambeau de translation, sans enjambement de zone non décollée. Dans les deux cas, la mobilisation du lambeau se fait grâce à une torsion de son pédicule. La zone donneuse est, selon les cas, suturée directement ou en V-Y, greffée, ou recouverte par un autre lambeau. Le point pivot, ou point limitant du lambeau, est situé à sa base, du côté opposé au sens de la mobilisation. La zone receveuse du lambeau est d'autant plus facile à couvrir que ce lambeau est long et que son point pivot est proche d'elle.



Figure

65 ^[250] : Lambeau de transposition (A, B).

Il existe plusieurs variétés de lambeau de transposition :

- Plastie en LLL de Dufourmentel ou lambeau rhomboïde de Limberg
- Lambeau bilobé
- Plasties en Z

a.7.3 - Les principaux lambeaux utilisés : exemple de la brûlure électrique de la main chez l'enfant

■ Lambeau inguinal de Mac Gregor :

Le lambeau inguinal a été décrit en 1972 par McGregor [262]. Il est vascularisé par les vaisseaux circonflexes iliaques superficiels [250].

En chirurgie de la main, la région inguinale est un site donneur fiable de lambeaux pédiculés pour des pertes de substance plus ou moins étendues [262]. Son indication principale est la couverture des pertes de substance de la main et de l'avant-bras [263-264].

Il permet une grande surface de prélèvement, mais apporte une couverture cutanée épaisse, dyschromique, insensible, gênant la rééducation immédiate [246, 265]. Il nécessite par ailleurs une immobilisation de 3 semaines, un 2^{ème} temps opératoire de sevrage et plusieurs dégraissages vue son épaisseur [246].

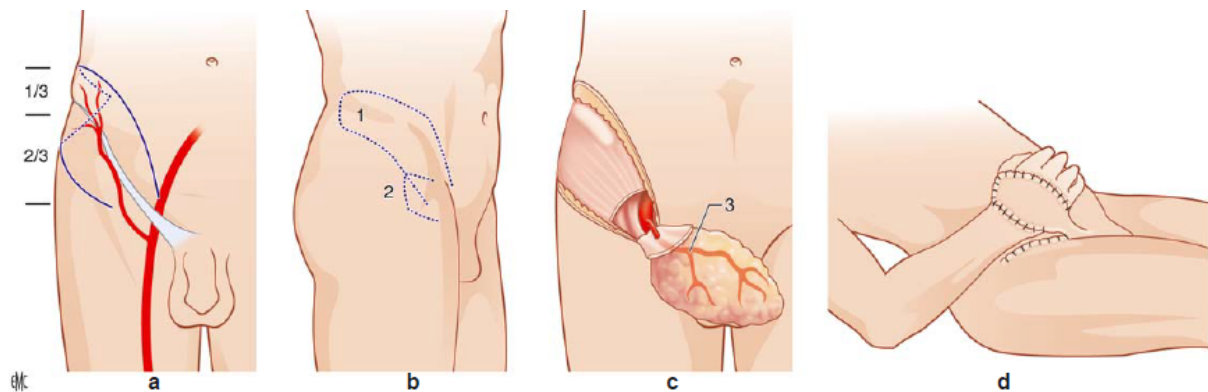


Figure 66 ^[246] : Lambeau inguinal pédiculé de McGreggor.

- a, b.1.** Lambeau inguinal classique de McGreggor, **c.** lambeau fasciocutané inguinal
d. exemple de lambeau
2/3 au-dessus de la crête iliaque et 1/3 en dessous ; en ilot
pédiculé en place sur la main
2. lambeau réduit pour petite perte de substance 3. artère et veine circonflexes
avec séquelle plus esthétique Iliques superficielles

■ Lambeau d'O'Brien ^[246]:

Indiqué pour des pertes de substance distale du pouce. Il consiste à réaliser une incision transversale palmaire en regard de la métacarpo-phalangienne (MP) du pouce pour disséquer un lambeau bi-pédiculé, permettant de couvrir les pertes de substances de 1 à 2 cm sur la partie distale du pouce. Le site donneur est laissé en cicatrisation dirigée ou couvert par une greffe de peau totale quadrangulaire, ou refermé plus ou moins complètement par une plastie en Z.

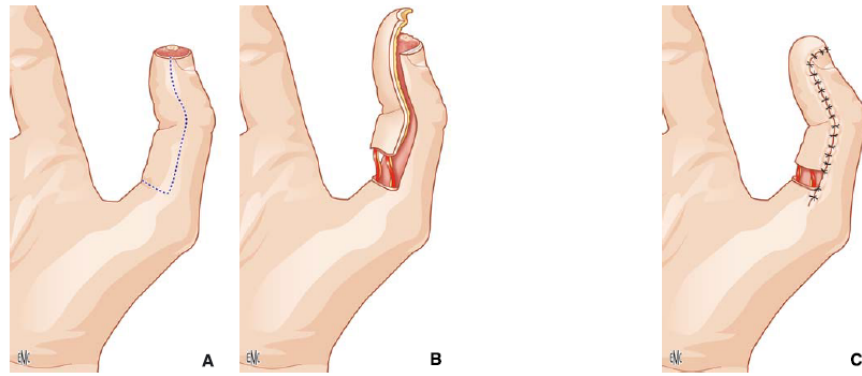


Figure 67 ^[246] : lambeau d'O'Brien (schémas EMC)

■ **Lambeau cerf-volant** ^[257] :

Décrit par Foucher. Il s'agit d'un Lambeau fascio-cutané en îlot prélevé sur la face dorsale de l'index. Il est Vascularisé par la 1^{ère} artère intermétacarpienne dorsale, sus ou sous aponévrotique.

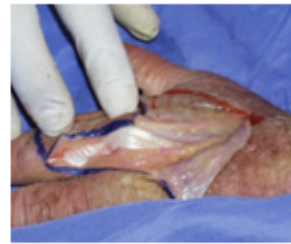
- **Comment réaliser un lambeau de Foucher ?**



a – Dessin



b – Exposition de la zone dupédicule



c – incision ulnaire



d – incision radiale



e – levée dulambeau

Figure68 ^[266] : Lambeau de Foucher

- Dessin (Figure : a) :

La palette cutanée est située sur la face dorsale de P1. Le dessin comprend la zone de la métacarpo-phalangienne. Si cette zone ne correspond pas à la perte de substance, elle sera desépidermisée. La zone du pédicule se situe entre le 2ème métacarpien et la bissectrice de la 1ère commissure.

- Exposition de la zone du pédicule (Figure : b):

L'incision en « S » permet l'exposition de la zone située entre la face radiale du 2ème métacarpien et la bissectrice de la première commissure. Le réseau veineux dorsal sera préservé autant que possible.

- Incision ulnaire (Figure : c) :

L'incision des parties molles s'étend depuis le bord ulnaire de la palette jusqu'à la base du 2ème métacarpien. En profondeur, le plan de dissection est représenté par le péri tendon extenseur qui est laissé en place.

- Incision radiale (Figure : d):

L'incision des parties molles s'étend depuis le bord radial de la palette jusqu'au sommet de la 1ère commissure. En profondeur, le plan de dissection est représenté par le péri tendon extenseur sur la 1ère phalange, puis par l'aponévrose du 1er interosseux dorsal qui est emportée dans le prélèvement, l'artère du lambeau pouvant être sus ou sous-aponévrotique.

- Levée du lambeau (Figure : e):

Incision de la berge distale de la palette. La levée se fait de distal en proximal dans le plan du péri tendon extenseur qui est préservé. La dissection devient plus difficile dans la région de l'articulation métacarpo-phalangienne, en raison d'un amincissement des tissus, soulignant l'intérêt de préserver la composante cutanée (ou au moins dermique) de la palette dans cette région.

La dissection profonde doit rester au contact de la dossière des interosseux et de l'extenseur dans la partie centrale, et au contact de l'os dans la partie radiale

Vérification de l'arc de rotation adéquat et dissection complémentaire de la base du lambeau à la demande.

Il est impératif de procéder au lâcher du garrot avant la mise en place du lambeau.

Le lambeau est ensuite tunnelisé jusqu'au site receveur.

■ Lambeau cross-finger :

Le lambeau en « Cross-finger » [267-270] est un lambeau au hasard est prélevé sur le doigt adjacent à la perte de substance. Facile à prélever sans dissection pédiculaire, il nécessite un deuxième temps de sevrage à 3 semaines, avec, le plus souvent, une greffe de peau totale sur le site donneur.

Il peut être prélevé sous deux formes : fascio-cutanée et fascio-sous-cutanée (Figure 69)

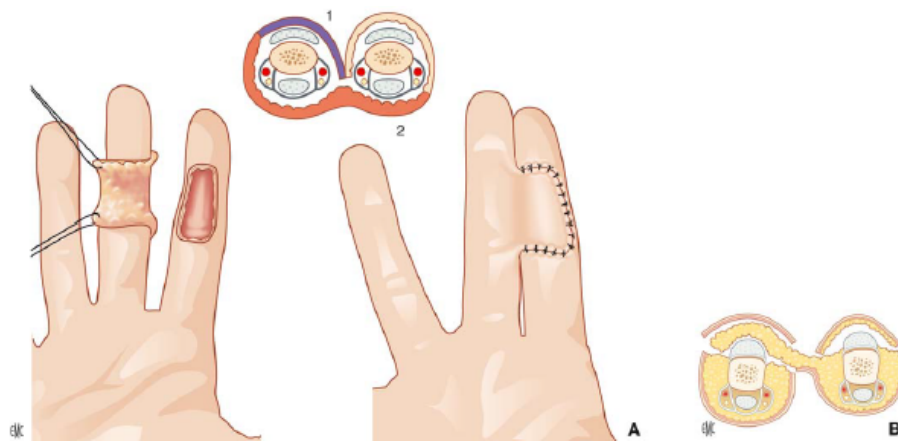


Figure 69 ^[246]. Lambeau *cross-finger* (A, B). 1. Greffe de peau sur le site donneur au dos du doigt donneur ; 2. Lambeau en *crossfinger* posé sur la perte de substance palmaire du doigt receveur.

■ Lambeau de Colson :

Le lambeau de Colson, initialement décrit avec un site donneur sur la face antéro-externe du bras controlatéral, est un lambeau au hasard à très large pédicule. Il présente l'avantage majeur de pouvoir être dégraissé dès le 1^{er} geste chirurgical. Ce dégraissage initial permet d'associer à la fiabilité d'un lambeau, les qualités plastiques d'une GPT. Le site

donneur préconisé est la région abdominale homolatérale (on l'appelle lambeau-greffe abdominal), mais d'autres sites peuvent être utilisés [246, 266].



Figure 70 ^[123] : Lambeau sous-mammaire.

■ **Lambeau de Bunnell pour la face palmaire des doigts :**

Il s'agit d'un lambeau cutané latéro-digital prélevé avec son artère collatérale. Il existe une variante, qui est le lambeau à vascularisation sous-dermique, moins fiable mais moins délabrant sur le plan vasculaire digital.



Figure 71 ^[246] : lambeau de Bunnell pour la face palmaire. (Schéma EMC)

■ **Le lambeau d'avancement-rotation de Hueston dorsale ou palmaire** ^[246]:

Le lambeau de Hueston est un lambeau d'avancement rotation prélevé aux dépens de la face palmaire de P2 et pouvant déborder sur P3 pour couvrir la perte de substance. Le dessin du lambeau est rectangulaire. La partie proximale est située au pli de flexion de l'interphalangienne proximale (IPP). Le grand côté suit la ligne médiolatérale. Le pédicule à ce niveau est récliné.

Le pédicule à la charnière du lambeau est inclus en passant sous le fascia de Cleland. Une contre-incision à la base du lambeau permet une meilleure avancée.

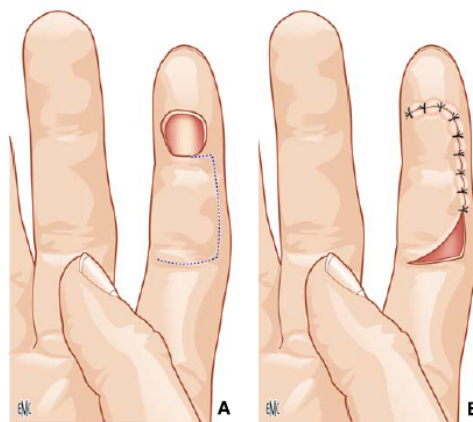


Figure 72 ^[246]: lambeau d'avancement-rotation de Hueston, dorsal (schémas EMC)

■ **Le lambeau homodigital en ilot neuro-vasculaire à flux antérograde, ou lambeau de Venkataswami-Subramanian (VSK)** ^[246]:

Il se base sur l'utilisation d'une hémipulpe vascularisée par un pédicule collatéral pour reconstruire la perte de substance distale. C'est un lambeau oblique, adjacent à la perte de substance, emportant la peau latérodigitale et pulpaire en ilot neuro-vasculaire sur le pédicule collatéral correspondant. Pouvant être utilisé pour le pouce ou les doigts longs, on choisit le pédicule radial pour le pouce, l'index et le majeur et le pédicule cubital pour le 4^{ème} et le 5^{ème} doigt. L'incision est brisée pour éviter les brides séquellaires.

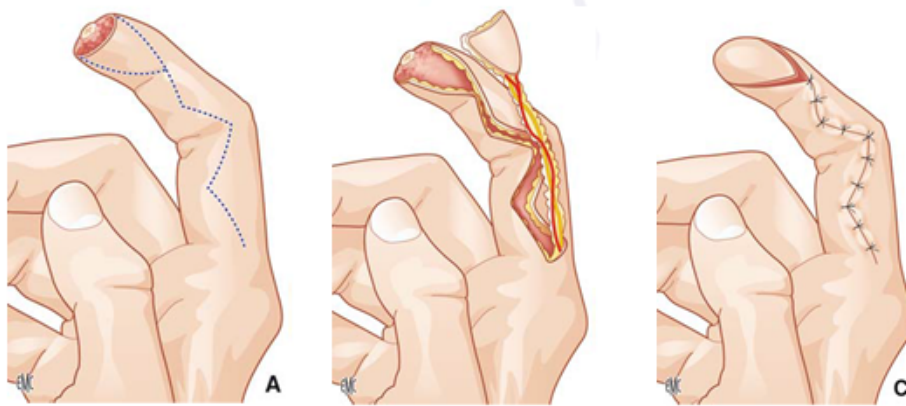


Figure 73 ^[246]: lambeau d'avancement-rotation de Hueston, dorsal (schémas EMC)

■ Le lambeau d'Atasoy : V-Y palmaire.

Le dessin initial est un triangle isocèle dont la base est la berge proximale de la perte de substance et le sommet atteint le pli de flexion distale. Il s'agit d'un lambeau à pédicule sous-cutané qui doit être posé sans aucune traction sur l'extrémité du doigt amputé. La dissection de ce lambeau se fait de proximal en distal par la section prudente des tractus conjonctifs pour préserver les pédicules. La fixation se fait le plus souvent par une aiguille ou une fine broche fichée dans l'extrémité distale de l'os à travers le lambeau. Le site donneur est laissé en cicatrisation dirigée pour éviter une compression des pédicules sous-cutanés fragiles.

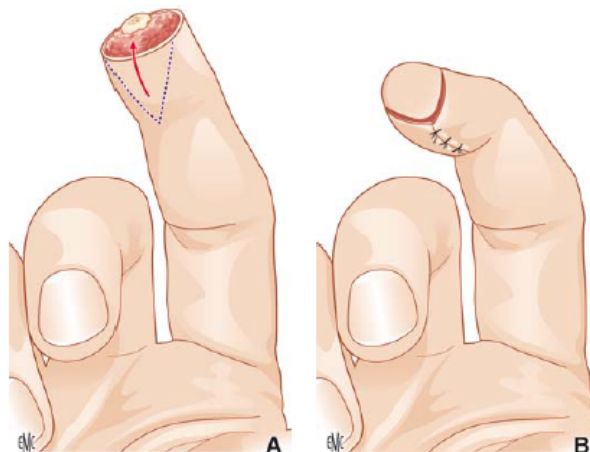


Figure 74 ^[246]: Lambeau de Tranquilli-Leali-Atasoy (Schéma EMC).

■ Le lambeau de Kutler : V-Y latéral

Utilisé pour de petites pertes de substances distales des doigts, il consiste en deux petits lambeaux triangulaires latéraux avancés par dissections sous-cutanée sans individualisation du pédicule vasculo-nerveux et suturés sur la partie médiane de la perte de substance. Le site donneur peut être laissé en cicatrisation dirigée ou être suturé. Ce lambeau peut être responsable de troubles sensitifs douloureux.

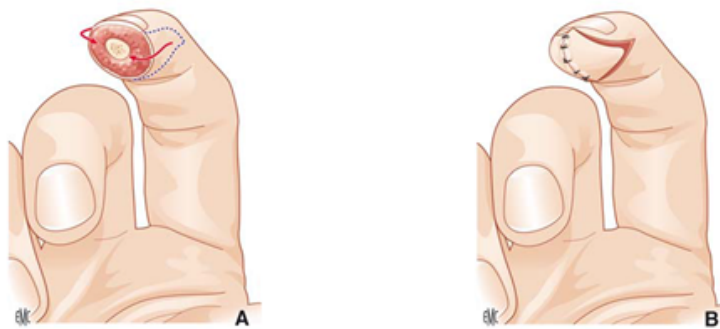


Figure 75 ^[246]: lambeau de Kutler (Schéma EMC)

■ Le lambeau interosseux postérieur :

Il ne sacrifie aucun axe vasculaire majeur de la main. Il apporte un revêtement fin et de pilosité acceptable et les séquelles du site donneur sont bien acceptées. Mais son prélèvement est difficile, de petite taille avec un arc de rotation limité ne permettant pas d'atteindre les régions les plus distales [246, 266].

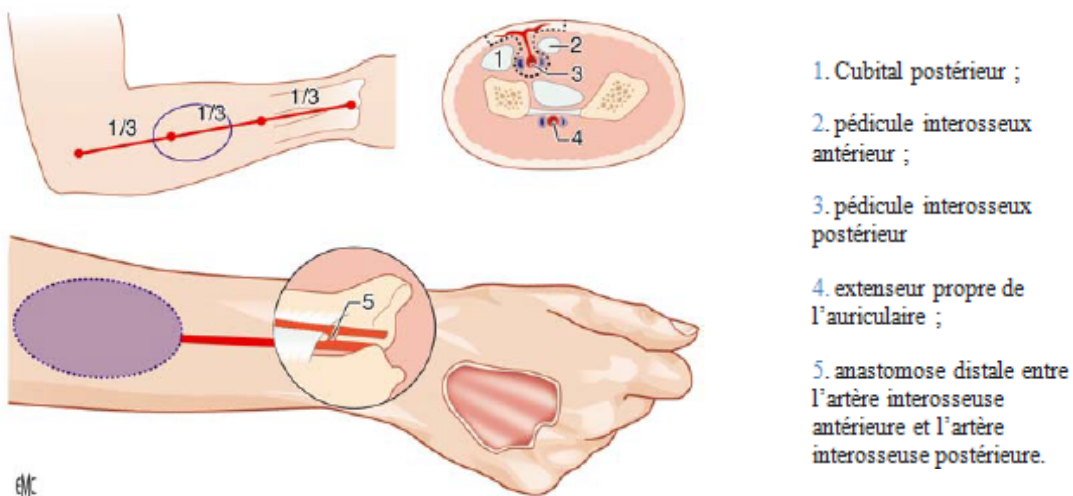


Figure 76 ^[246]. Lambeau interosseux postérieur et ses repères anatomiques.

■ Le lambeau chinois ou anté-brachial radial.

Il possède un arc de rotation plus important et son prélèvement est plus aisé. La peau est fine et glabre. Mais ce prélèvement sacrifie un axe vasculaire majeur de la main et les séquelles du site donneur sont importantes nécessitant une couverture par GPM [246, 266].

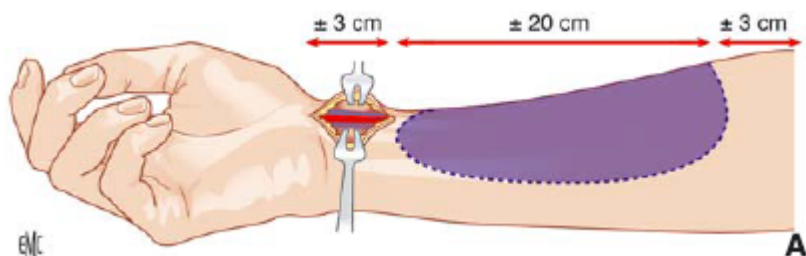


Figure 77 ^[246]: Lambeau fasciocutané antébrachial de l'artère radiale dit « chinois ». (Schéma EMC)

■ Le lambeau musculaire de grand dorsal [271-276]

Le lambeau à pédicule proximal est d'une grande fiabilité pour les pertes de substance des parties molles de la ceinture scapulaire et du membre supérieur incluant la face

postérieure du coude. Les zones extrêmes couvertes par le lambeau sont en rapport avec l'arc de rotation qui dépend du rapport entre la longueur du torse et la longueur du membre supérieur, propre à chaque individu. Une évaluation préopératoire est donc nécessaire si l'on souhaite inclure dans la réparation le quart ou le tiers supérieur de l'avant-bras.

Le grand dorsal est également utilisable pour restaurer la flexion du coude en cas de paralysie nerveuse ou de destruction de la loge brachiale antérieure.

Technique de prélèvement :

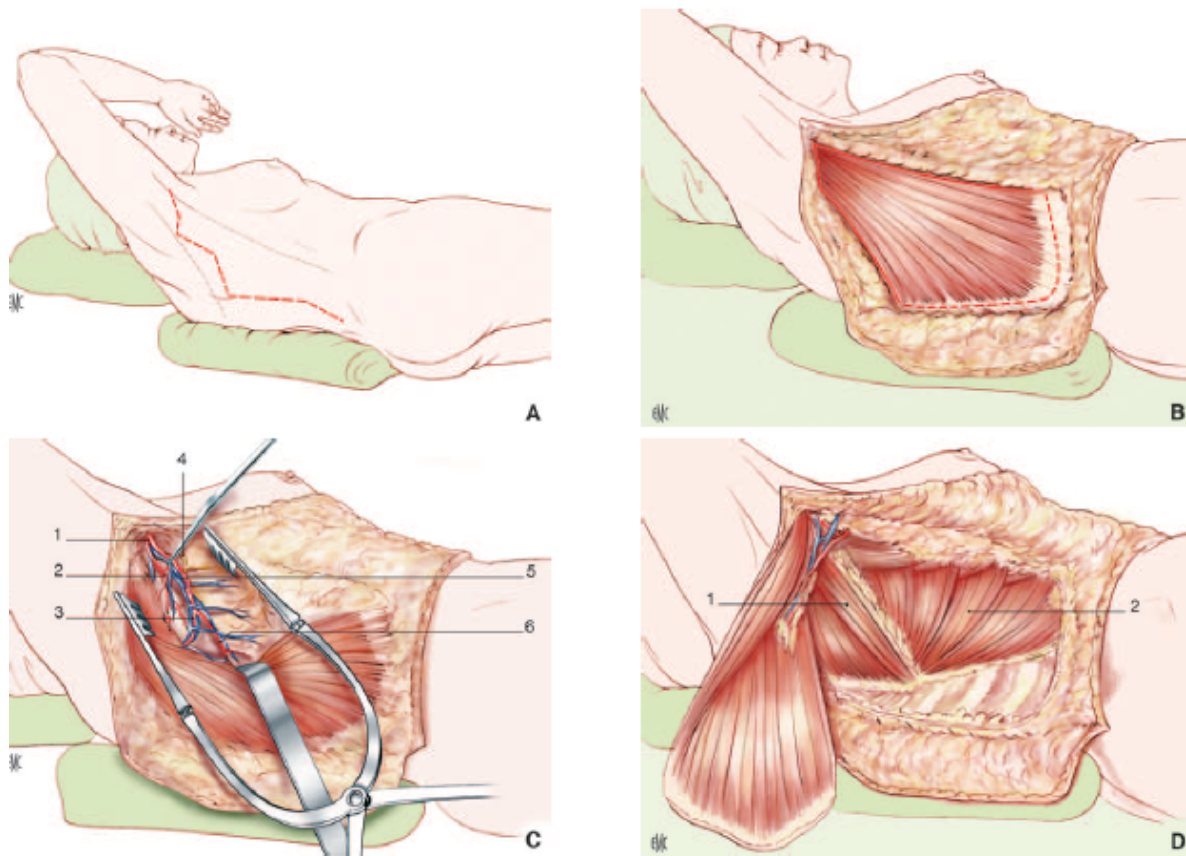


Figure 78 ^[277] :Prélèvement du grand dorsal.

A. Installation et incision.

B. Exposition du muscle.

C. Dissection du pédicule. 1. Vaisseaux sous-scapulaires ; 2. vaisseaux scapulaires circonflexes ; 3. pédicule neurovasculaire du muscle ; 4. nerf moteur du grand dorsal ; 5. vaisseaux thoracodorsaux ; 6. pédicule du serratus anterior. **D.** Mobilisation du muscle sur son pédicule. 1. Muscle grand rond ; 2. dentelé antérieur.

Suites opératoires :

Le site donneur est refermé en capitonnant la face profonde du décollement cutané au thorax. Le drainage est maintenu une huitaine de jours. Les hématomes secondaires et les séromes ne sont pas rares et leur survenue éventuelle doit faire partie de l'information au patient. La tendance actuelle est de prélever le corps musculaire par endoscopie, pour limiter l'incision cutanée [276]. Cependant cette technique ne réduit pas le risque d'hématome postopératoire.

a. 8 - Microchirurgie et brûlures de la main ^[132] :

La microchirurgie est une technique qui fait partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien plasticien et qui trouve des applications en chirurgie infantile.

La réalisation d'un acte microchirurgical dans la prise en charge des brûlures de la main ne se conçoit que si cette brûlure (dans le type de lésions qu'elle a provoqué) s'apparente à un traumatisme.

Il doit donc s'agir de brûlures localisées, profondes qui ont amené à des actes d'amputation d'un rayon, d'une pulpe... Une brûlure de la totalité de la main est un problème plus complexe dans lequel la microchirurgie a généralement peu de place.



Fig. 79-1 ^[132]. Perte de substance au niveau du tiers inférieur



Fig. 79-2 ^[132]. Réalisation en

urgence d'un lambeau libre de l'avant-bras (dans un contexte de brûlure électrique) chinois permettant une couverture de qualité mettant à nu l'ensemble des tendons de la loge antérieure et le nerf médian.

b – Traitement des séquelles :

b.1 – Buts :

La prise en charge des séquelles de brûlures électriques doit répondre à deux impératifs thérapeutiques : l'un fonctionnel et l'autre esthétique ; le but de la reconstruction des séquelles est donc de restaurer la fonction, mais aussi l'aspect esthétique afin de permettre à cet enfant électrisé une totale réintégration sociale [278].

la reconstruction secondaire ne doit débuter que quand l'état du patient est stabilisé et en général le traitement chirurgical secondaire ne commence que quand la cicatrice est mature, ce qui veut dire six mois ou plus [279].

Cependant, il faudra parfois avancer la date du début de la reconstruction dans les cas où les séquelles de brûlures sont responsables d'une atteinte fonctionnelle ou d'une gêne à la croissance chez un enfant [278, 279].

La schématisation du traitement chirurgical est difficile car ces séquelles sont diverses (forme, association), parfois multiples. Chaque brûlé représente en fait un cas particulier [278].

C'est une longue marche pour le brûlé avec un but final qui est sa réhabilitation et sa réintégration physique et psychique dans la société, et ce, le plus rapidement possible [278].

b.2 –Moyens chirurgicaux [179]:

■ **Incisions ou excisions :**

Les incisions et excisions ont pour objectif de libérer les brides et les rétractions cicatricielles.

Ces phénomènes sont liés à la présence d'une fibrose cicatricielle intéressant le plan cutané et sous-cutané. L'incision de l'ensemble de ce tissu fibrotique jusqu'à obtenir un plan tissulaire sain est indispensable pour que le geste soit complet.

L'écartement important des berges de l'incision après libération des rétractions témoigne de l'efficacité du geste réalisé et du déficit de tissu préexistant. Les séquelles

anciennes peuvent s'accompagner de fibrose aponévrotique, musculaire ou de rétractions tendineuses nécessitant des gestes d'allongement de ces éléments mais le plus souvent, la simple libération cutanée est suffisante.

Les moyens de couverture de la perte de substance créée dépendent de la quantité de tissu nécessaire à son comblement.

■ **Plasties :**

Elles permettent le traitement des brides linéaires entourées de peau saine en utilisant des lambeaux cutanés de transposition ou de translation. L'intérêt des plasties cutanées est de supprimer les brides en intercalant des lambeaux de peau saine au sein de la cicatrice. Les plasties en Z, en IC et en trident sont les plus communément utilisées. Elles permettent à la fois d'augmenter la longueur de la cicatrice et de la briser pour permettre sa meilleure intégration esthétique au sein de la région concernée.

■ **Greffes de derme artificiel :**

Il doit permettre la diminution des séquelles cicatricielles tout en préservant les sites donneurs habituels de greffes de peau totale ou de lambeaux.

■ **Grefe de peau :**

La greffe de peau constitue un moyen principal dans l'arsenal thérapeutique disponible du traitement chirurgical des séquelles de brûlures. Gestes faussement réputés simples, ils ne donnent de bons résultats cosmétiques qu'en cas de réalisation minutieuse, de prise totale et d'indications rigoureuses.

■ **Expansion cutanée :**

La chirurgie réparatrice des séquelles de brûlures est essentiellement le remplacement de la peau brûlée cicatricielle par de la peau saine. Elle trouve ses limites dans la quantité de peau saine disponible.

Grâce à l'expansion cutanée, il est possible d'augmenter ces réserves de peau au moyen de prothèses gonflables placées sous la peau et progressivement remplies de sérum physiologique.

b.3 – Indications :

b.3.1 - Séquelles cutanées :

- **Cicatrices dystrophiques [279]:**

Les soins locaux permettent la cicatrisation mais en cas de récurrence chronique de ces cicatrices, le remplacement cutané est souvent la seule solution

- **Cicatrices dysesthésiques [279]:**

En cas de gêne très importante, la mise en place d'un traitement par neuroleptiques peut améliorer ces phénomènes.

- **Cicatrices dyschromiques [279]:**

Il n'existe pas de traitement médical efficace des dyschromies et le recours au tatouage ou au maquillage permet de les diminuer. L'exérèse peut parfois être réalisée s'il s'agit d'une petite zone. Le remplacement d'unité anatomique entière pour les séquelles dyschromiques du visage est la meilleure solution mais est de réalisation difficile.

- **Cicatrices hypertrophiques :**

Le traitement des cicatrices hypertrophiques est avant tout préventif [280]. Il est basé sur [281]:

- l'application précoce de techniques compressives sur les zones cicatrisées ou greffées, avec des vêtements faits sur mesure (25 à 30 mm de Mercure de pression porté 22 h sur 24 h). Chez l'enfant, il est nécessaire de faire des mesures fréquentes pour adapter ses vêtements si l'on veut éviter les troubles de la croissance. La firme Médical Z1 répond à tous ces critères ;
- l'utilisation de gel de silicone ;

- l'utilisation d'injections de corticoïdes ou de pansements imprégnés de corticoïdes.

Une fois l'hypertrophie installée, on peut procéder à un traitement curatif chirurgical qui consiste en une résection cicatricielle :

- la résection simple de la cicatrice ;
- la dermabrasion ;
- l'excision tangentielle avec overgrafting ;
- la résection cicatricielle avec greffe : la greffe de peau mince prend facilement mais se rétracte beaucoup, reste fragile, et garde une coloration anormale. La greffe de peau totale doit être minutieusement dégraissée et nécessite un lit bien vascularisé ; elle résiste à la rétraction ;
- la résection cicatricielle avec expansion cutanée.

- **Cicatrices chéloïdiennes :**

Les chéloïdes se caractérisent par la récurrence fréquente après excision [280]. L'infiltration de corticoïdes retard est proposée à visée symptomatique et a une valeur prédictive [280]. L'association d'une chirurgie d'exérèse intramarginale et de curiethérapie diminue le taux de récurrences [281].

- **Rétractions et brides :**

Leurs traitements font appel aux techniques de chirurgie plastique qui permettent l'allongement de ces cicatrices ou le remplacement partiel ou total du placard cicatriciel en cause [279].

Chez l'enfant en cours de croissance, la prise en charge de ce type de rétraction constitue une urgence thérapeutique, la fibrose liée à ces rétractions pouvant empêcher le bon développement de certaines régions du corps de l'enfant [279].

La libération de ces brides et rétractions nécessite d'inciser et d'exciser les tissus fibreux jusqu'au plan sain, graisseux ou aponévrotique [279]. Elle provoque des pertes de substance souvent plus importantes que prévu, reflet de la rétraction cicatricielle

caractéristique des séquelles de brûlures [279]. Les moyens les plus souvent utilisés pour couvrir les pertes de substance ainsi créées sont les greffes de peau totale et les lambeaux locaux ou régionaux [279].

Le meilleur moyen thérapeutique permettant de prévenir l'apparition de ces séquelles est l'excision greffe précoce (dans la première semaine qui suit la brûlure) qui permet de court-circuiter la phase de bourgeonnement responsable des rétractions secondaires [282].

- **Dégénérescence cicatricielle :**

Le développement d'un cancer cutané sur la cicatrice de brûlure est une éventualité possible mais rare [121, 283]. Elle survient après un délai de 10 à 20 ans et s'agit d'un carcinome spinocellulaire susceptible de métastases ganglionnaires et viscérales [284].

Son traitement fait appel à une exérèse large du carcinome suivi d'une couverture, voire d'un traitement complémentaire (curage ganglionnaire et radiothérapie) [284].

- **Alopécie cicatricielle [222] :**

le cuir chevelu apparaît comme le site où l'on réalise le plus d'expansions avec 45 % de nos indications. Il survient une complication dans 21,7 % des cas. Cependant, l'expansion dans cette zone aboutit la plupart du temps à un bon résultat avec 50 % de résultats jugés excellents, soit la proportion la plus élevée de l'ensemble. Cela confirme les données de la littérature [285—288] selon lesquelles c'est le seul traitement qui permet de restituer un aspect cosmétique normal (Figure 80) ;



Figure 80 : Exemple de reconstruction du cuir chevelu : Exemple de reconstruction du cuir chevelu :

Patient présentant une séquelle de brûlure au niveau de l'extrémité céphalique responsable d'une alopecie temporopariétale. . Un expandeur en forme rectangulaire a été mis en place en zone chevelue au contact de la lésion. Le protocole a permis de traiter entièrement l'alopecie et rétablir la ligne d'implantation chevelue de façon symétrique par rapport à l'autre côté.

- **Reconstruction de l'oreille [289] :**

En cas de destruction de l'oreille par brûlures, seule une analyse précise de la peau disponible et de sa qualité permettra de poser l'indication chirurgicale la plus adaptée.

À la phase des séquelles, la correction est soumise aux mêmes principes qu'une reconstruction auriculaire pour microtie ou pour amputation (traumatique ou tumorale) :

- toujours privilégier une reconstruction par tissus autologues par rapport à la pose d'une épithèse ou l'utilisation d'un implant de Medpor1 ;
- reproduire les reliefs détruits grâce à une maquette de cartilage costal ;
- recouvrir cette maquette de peau ;
- décoller l'oreille reconstruite en créant le sillon retroauriculaire.

b.3.2 - Séquelles tendineuses [284] :

Les séquelles tendineuses se voient essentiellement au niveau des doigts associant de façon variable des doigts en boutonnière, des doigts en col de cygne et des doigts en maillet [121, 290]. Leur prise en charge est difficile, associant moyens chirurgicaux (ténolyse, réparation tendineuse, greffe tendineuse) et kinésithérapie (mobilisation, orthèses statique ou dynamiques).

b.3.3 - Séquelles fonctionnelles [255] :

L'atteinte fonctionnelle des séquelles de brûlures surtout des membres est très rarement liée à une atteinte tendineuse ou osseuse. La brûlure n'altère que rarement les articulations, mais leur fonction est altérée par la brûlure du revêtement cutané. Les réductions des amplitudes articulaires et les déformations sont liées à la rétraction du placard cicatriciel.

Les solutions thérapeutiques proposées sont différentes en fonction du type de séquelles. Mais il faut garder à l'esprit qu'une réparation fonctionnelle doit également être esthétique.

Ces séquelles fonctionnelles peuvent être améliorées par des gestes chirurgicaux relativement simples et n'imposent pas d'attendre la fin de la croissance.

Au contraire, ils doivent parfois être réalisés avant la croissance pour permettre un bon développement statural, d'autant plus qu'une interposition de peau saine sous forme de lambeaux locaux ou de greffe de peau totale dans un placard cicatriciel représente un gain de peau immédiat, mais surtout une possibilité d'expansion ou d'extension physiologique progressive avec le temps et la croissance [291]. Il convient néanmoins de proposer la réparation une fois la maturation cicatricielle obtenue aidé par la motivation du patient.

C – Apport de la médecine physique :

➤ Les objectifs [157] :

Le remodelage cicatriciel chez l'enfant est guidé par des processus physiques, non douloureux, préventifs de troubles de croissance par rétraction cutanée.

L'objectif principal de l'intervention en médecine physique et réadaptation sera de retrouver les compétences antérieures de l'organe peau qui sera support de la physiothérapie.

L'objectif secondaire est d'utiliser les capacités fonctionnelles préservées et de les développer, ce qui dépend des localisations de l'atteinte car le déficit en capacité physique pourra amener une incapacité à se servir du membre ou une incapacité à effectuer certains gestes.

Les objectifs fonctionnels de la médecine physique s'appuient sur la locomotion, la préhension, la communication et concourent au développement psychomoteur et relationnel dans le milieu familial, social et scolaire. La gravité de l'atteinte cutanée et la possibilité d'accompagnement par l'environnement habituel de l'enfant entrent en compte dans les indications de suivi en soins de suite et réadaptation dont les modalités sont diverses.

➤ **Moyens et indications :**

• **Rééducation fonctionnelle et kinésithérapie :**

En plus des séquelles fonctionnelles propres aux brûlures, les hospitalisations et les interventions multiples justifient ainsi de longues durées d'incapacité temporaire (déficit fonctionnel temporaire) totale et partielle.

Le travail de kinésithérapie permet de mobiliser les articulations, d'assouplir les tissus mous, d'améliorer la qualité des prises manuelles et de suivre la récupération des secteurs fonctionnels perdus par l'immobilisation prolongée et la douleur [34].

La rééducation des patients brûlés est capitale car elle permet d'éviter la perte des fonctions du membre. Elle doit être débutée précocement et poursuivie jusqu'à stabilisation cutanée [132].

À l'issue du séjour en centre, la rééducation est poursuivie en libéral avec un suivi régulier. Chez l'enfant, le suivi est important durant la phase de croissance, l'effet limitant de la bride pouvant s'accroître lorsque l'enfant grandit [132].

• **Pressothérapie :**

La pressothérapie est utilisée précocement dès la cicatrisation des lésions initiales. On considère que seules les brûlures ayant cicatrisé en plus de 3 semaines ou ayant été greffées nécessitent une pressothérapie [278]. Elle permet, par une compression continue des zones cicatricielles, de diminuer leurs risques d'évolution vers le mode hypertrophique [292].

La pressothérapie est le traitement de référence de la cicatrice hypertrophique à sa phase inflammatoire, le but recherché étant la création d'une hypoxie locale tout en évitant l'ischémie [293, 294].

L'appareillage exerçant cette pressothérapie peut être le bandage compressif, le vêtement compressif provisoire ou définitif, l'appareillage rigide sur moulage en thermoformage basse température ou haute température, ce dernier relevant de techniques d'orthoprothésiste [157].

- **Cures thermales :**

Les cures thermales sont un complément très intéressant, diminuant le prurit et améliorant la souplesse de la cicatrice [7]. Leur effet bénéfique et anti-inflammatoire sur la cicatrisation est reconnu par tous.

Parmi les soins thermaux, on citera la douche filiforme, acte médical réalisé quotidiennement, avec des jets de pression entre 4 et 15 bars. Son action est excoriante, décontractante, anti-prurigineuse et permet un massage profond du derme. En France, les cures spécifiques aux soins de brûlés (Saint-Gervais et La Roche-Posay) sont prises en charge par l'Assurance maladie à raison de deux cures de 3 semaines par an [278]. Au Maroc, ce type de soin n'existe pas.

- **Appareillage:**

Il comprend les orthèses de maintien (en thermoplastique ou en plâtre) dont le but est la prévention d'une rétraction cicatricielle ou le maintien, après posture, du gain réalisé et les orthèses de compression qui vont permettre de créer une hypoxie locale [132].

Les orthèses de posture préviendront donc les rétractions et déformations en association avec des mobilisations douces et progressives [7].



Figure 81^[285]: Plâtre du membre supérieur gauche pour posture du membre.

- **La cryothérapie :**

La cryothérapie consiste à congeler une lésion avec de l'azote liquide, provoquant une destruction cellulaire et microvasculaire. La nécrose tissulaire et la formation d'une escarre provoquées par l'anoxie entraînent alors un aplatissement du tissu. L'efficacité de la cryothérapie varie selon qu'elle est utilisée seule ou en association avec d'autres traitements.

Lorsqu'elle est utilisée seule, 51% à 74% des patients présentent un aplatissement des chéloïdes après deux ou trois séances de cryothérapie.

Lorsqu'elle est utilisée en association avec des corticoïdes intralésionnels, les résultats s'améliorent jusqu'à un taux de réponse de 84%. Les jeunes cicatrices et les cicatrices hypertrophiques moins anciennes répondent mieux à la cryothérapie que les chéloïdes

- **Massage [132] :**

Le massage contribue à la réduction des myofibroblastes par l'hypoxie qu'il génère. Mais seuls le palper-rouler, manuel ou par machine vacuodépressive, et le pétrissage garantissent cette hypoxie.

L'effleurage est à proscrire car il provoque une augmentation de la pression d'oxygène.

- **Soins d'hygiène [132]:**

La toilette avec un savon surgras est préconisée. L'hydratation avec des cosmétiques qui ne sont pas toujours pris en charge, est indispensable, les topiques antisolaires sont nécessaires pendant plusieurs années.

D – Soutien psychologique :

Un accompagnement psychologique est souvent organisé pour l'enfant, les parents et la fratrie [7]. En effet, dans ce contexte de soins longs, répétés, douloureux, de séparation de l'environnement familial et d'hospitalisation prolongée, différents troubles psychologiques peuvent être observés [7]. Il s'agit surtout de troubles du sommeil (insomnie, cauchemars), troubles du comportement, épisodes dépressifs et troubles alimentaires de type anorexiques [295]. Certains troubles du comportement sont antérieurs à l'accident ou ont été favorisés par celui-ci : instabilité, hyperactivité, conduites à risque [7].

Du côté des parents, la cellule familiale se retrouve fragilisée par l'accident. Une aide psychologique est souvent nécessaire pour passer le cap et aider à la restauration d'un climat plus propice à la convalescence de l'enfant [132].

Les parents doivent être placés en position de partenaires du projet de soin proposé par l'équipe soignante [132]. Même si une participation active et efficace ne peut pas être obtenue dans tous les cas, il est important que les parents se sentent impliqués dès la phase aiguë pour préparer la continuité des soins après l'hospitalisation [132].

XI- ANALYSE DES DONNEES :

A-Analyse des données épidémiologiques :

1-Age :

Notre étude révèle que l'âge des enfants touchés par les brûlures électriques est entre 2 et 15 ans (âge moyen est de 8,5ans). On observe 2 pics de fréquence : le premier est constaté chez les enfants de 5 ans, alors que le second est remarqué chez l'adolescent de 13 ans. On relève également dans les études internationales les résultats suivants :

En *Inde*, une étude rétrospective, partant de janvier 2015 à décembre 2015 dans l'unité des brûlés et de chirurgie plastiques de l'hôpital du Gouvernement Kilpauk Medical College à Chennai [300] (étude sur adultes et enfants) conclue que 4.5% des victimes des brûlures électriques sont des enfants de moins de 10 ans.

Aux *Etats-Unis*, Simon G. Talbot [301] constate les résultats suivants : 40% des enfants sont âgés entre 10 et 15 ans, 31% d'enfants sont âgés de 1 à 5 ans, et 17% des enfants sont âgés de 5 à 10 ans

Au *Pakistan*, Muhammad Saaiq [302] observe que l'âge des enfants varie entre 1 et 15 ans (l'âge moyen est de $10,47 \pm 4,09$ ans).

En *Turquie*, Aslihan ARASLI YILMAZI [303] constate que l'âge moyen est de 6.6 ± 4.71 (Moyenne $\pm$ écart-type) ans. Le plus jeune a 9 mois et le plus âgé est de 15 ans. Sur les 36 patients victimes d'électrisation, 22 enfants (61,1%) sont d'âge préscolaire (0-5 ans), 10 enfants (27,8%) sont d'âge scolaire (6-12 ans) et 4 enfants (11,1%) sont des adolescents (13-17 ans).

En *Australie*, une étude rétrospective, (de novembre 1995 au décembre 2003) incluant tous les enfants âgés de moins de 16 ans [209], montre que l'âge moyen des enfants victimes des brûlures électriques est de 7,6 ans (entre 8 mois à 14,3 ans).

Il ressort de ces résultats que les brûlures électriques chez l'enfant peuvent survenir à tout âge pour diverses raisons. Les jeunes enfants avant l'âge de 05 ans sont très curieux, ils sont

inconscients, maladroits, agités, prêts à explorer leur milieu de vie, cherchant, toujours, à tout découvrir c'est pourquoi, ils touchent à tout. L'électrisation peut être évitée si les parents et les responsables d'enfants surveillent attentivement les jeunes enfants et s'assurent qu'ils ne sont pas dans une situation qui pourrait les mettre en danger.

Au -delà de 6 ans et surtout pendant l'adolescence, les accidents électriques sont dus à plusieurs facteurs parmi lesquels, on peut mentionner la négligence, ou l'imprudence ou encore l'ignorance des enfants qui adoptent des comportements à risque.

2. Le sexe :

Une légère prédominance masculine est observée dans notre étude (59%). Nos résultats concordent avec celles de plusieurs études menées dans ce sens:

Tableau 14 : comparaison du sexe-ratio

Pays/Etude	Sexe masculin	Sexe féminin	Sex-ratio H/F
Canada /Miguel M ^[304]	72%	28%	2,57
Etats-Unis /Simon G. Talbot ^[301]	77%	33%	2,33
Pakistan /Saaiq M ^[302]	89,41%	10,58%	8,45
Notre série	59%	41%	1,43

Les garçons sont plus touchés que les filles à cause de leur turbulence et de leur conduite à risque. Ils projettent leur corps contre un monde qui ne se reconnaît pas encore et ils utilisent des moyens plus radicaux de mise en jeu de leur intégrité physique tout en montrant leur courage par des conduites dangereuses.

3. Source du courant :

Tableau 15: comparaison selon la nature de la source du courant

Source du courant	Pays/Etude			
	Turquie/ <u>Celik A</u> ^[305]	Australie/ Katherine ^[299]	Pakistan / Saaq M ^[304]	Notre série
Bas voltage	37 %	86%	15.29%	69%
Haut voltage	63%	14	71.76%	24%
Foudre	-	-	1.17%	7%

Notre série rapporte que 69% des cas sont victimes de brûlures électriques à bas voltage, suivie par les brûlures électriques à haut voltage dans 24% et la foudre dans 7 % des cas. Cela concorde avec l'étude de Katherine [299] qui a montré également une prédominance des brûlures électriques à bas voltage.

L'étude de Saaq M [302] et de Celik A [305] consate que la grande majorité des enfants sont victimes de brûlures électriques à haut voltage (71.76% pour l'étude Saaq M et 63% pour l'étude de Celik A)

D'après ces résultats, on constate que les différentes études ont rapporté de façon variable la nature de la source rencontrée lors des brûlures électriques.

4. Circonstance de survenue :

Dans notre étude, l'accident domestique constitue l'étiologie principale de brûlures électriques chez l'enfant à bas voltage (95%) dont la manipulation des prises électriques est le mécanisme le plus prépondérant dans 17 cas, suivi par des brûlures labiales lors du port à la bouche d'une prise électrique chez un seul patient. Enfin, les brûlures électriques par plaque de Bistouri électrique sont observées seulement chez un seul patient. Tous ces patients victimes de brûlures électriques par bas voltage appartiennent le plus souvent aux groupe d'âge entre : 2 à 7 ans.

Notre étude montre que les brûlures électriques à haut voltage concernent essentiellement les garçons âgés de 10 à 15 ans. Cette observation est conforme à plusieurs études publiées où les enfants plus âgés et les adolescents sont les plus fréquemment atteints de brûlures électriques à haut voltage. [306, 307, 308, 309, 310].

Rai et al. [311] constate également que les brûlures électriques à basse tension prédominent dans le groupe d'âge de 0-5 ans, alors que les brûlures électriques à haute tension (le plus souvent lors d'un contact avec des lignes électriques) sont plus fréquentes chez les garçons entre 11 à 18 ans.

Lee et al [312] de la Corée du Sud, dans leur série de 63 patients victimes de brûlures électriques chez les enfants, ont signalé que l'insertion de baguettes d'acier dans les prises murales était le mécanisme de blessure le plus fréquent chez les enfants (90,47%).

Concernant la foudre, Notre étude montre que la foudre est le mécanisme le moins incriminé dans les brûlures électriques chez l'enfant. Nos résultats concordent avec celles de plusieurs études menées dans ce sens:

Tableau 16: Comparaison selon le pourcentage de la foudre aux différents pays

Canada/Miguel M ^[304]	Pakistan/Saaq M ^[302]	Notre série
14%	1,47%	7%

En ce qui concerne les enfants de 2 à 5 ans, on remarque la très grande majorité des accidents liés à l'électricité survient à domicile. Ces accidents sont souvent la conséquence de la curiosité de l'enfant et de défaut de surveillance rapprochée par les parents.

Dès qu'il commence à se déplacer à quatre pattes, l'enfant est attiré par les prises. Les prises de courant représentent un réel danger d'électrisation, l'enfant peut s'est brûlé en y glissant les doigts ou des petits objets en métal. Le protège bloc multiprises avec protection des alvéoles prises empêche le tout petit de jouer avec les fils et d'accéder aux alvéoles des prises. Attention aussi aux enfants de moins de 3 ans, qui portent tout ce qu'ils trouvent à la bouche, fils et rallonges électriques compris.

Pour les enfants d'âge scolaire, les électrisations résultent le plus souvent d'un contact avec une source de courant de distribution (haute tension), alors que l'enfant explore un endroit interdit comme un poste de distribution ou grimpe dans un poteau de distribution pour atteindre un objet haut.

B- Analyse des données cliniques :

1. Motif de consultation :

Dans notre étude, nous avons constaté que 72,5% des consultations étaient pour des brûlures électriques aiguës, 45% pour les brûlures électriques aiguës Bas voltage, 20,5% pour les brûlures électriques aiguës Haut voltage et 7 % pour la foudre. Alors que 27,5% des consultations étaient pour des séquelles des brûlures électriques représentées essentiellement par des brides cicatricielles.

Simon G. Talbot [301] a trouvé que 25 enfants (soit 52% des cas) ont été admis pour des brûlures électriques aiguës, alors que 48% sont admis à la phase des séquelles pour des éventuels gestes de reconstruction.

On constate qu'il reste ainsi un nombre non négligeable des enfants consultant à la phase des séquelles. Ce nombre élevé et la gravité de certaines séquelles, confirment la nécessité d'attirer l'attention sur l'importance d'une prise en charge spécialisée urgente et adéquate.

2. Délai de consultation :

Dans notre étude nous avons constaté que le délai entre la brûlure électrique et la prise en charge diffère selon qu'il s'agit d'un courant de bas ou de haut voltage. La majorité des enfants victimes de brûlure électrique à haut voltage ou bien les enfants foudroyés se rendent à l'hôpital le premier jour de la brûlure. Alors que 75 % (14 patients) des cas de brûlures électriques à bas voltage consultent pour un délai datant de plus d'un jour.

Notre étude montre que le délai d'acheminement à l'hôpital varie donc en fonction de la gravité du tableau clinique. Cela est expliqué par le fait que les lésions occasionnées par le passage du courant électrique de haut voltage sont importantes et graves obligeant une consultation immédiate.

Alors que les brûlures électriques à bas voltage engendrent seulement des brûlures aux points d'entrée et de sortie du courant. Ceci explique que ces brûlures ne donnant pas tous lieu à une consultation ou à une hospitalisation immédiate. L'absence d'amélioration voire l'aggravation de ces lésions dans le temps oblige finalement les parents à consulter. Cela veut dire que l'atteinte cutanée mineure et rassurante engendrée par le passage du courant électrique de bas voltage ne préjuge pas des lésions organiques sous-jacentes où la destruction cellulaire existe sur tout le trajet parcouru par le courant (réseau vasculo-nerveux, muscles,...).

3. Surface cutanée brûlée:

Dans notre étude, La surface cutanée brûlée était variable avec des extrêmes allant de <1% à 50% :

- 62 %, ont eu des brûlures dont la surface était <1% de la surface corporelle totale;
- 24%, ont eu des brûlures électriques dont la surface était comprise entre 1 et 5%;
- 9,5 % des brûlés ont eu des brûlures dont la surface était comprise entre 5 et 10%;
- 3,5% ont subi des brûlures étendue à plus de 10%.

ET que la majorité des brûlures électriques à bas voltage ont une surface cutanée brûlée < 1 %, alors que les brûlures de plus de 1,5% de la surface corporelle totale ont été attribuées aux brûlures électriques à haut voltage

Notre étude concorde avec celle de Simon G. Talbot [301] qui a trouvé les résultats suivants : Parmi les 24 malades, la surface cutanée brûlée était 1–10% chez 23 patients (48%), 11–20% chez 5 patients (10%), 21–30% chez 5 patients (10%), 31–40% chez 2 patients (4%), 51–60% chez 4 patients (8%), 71–90% chez 2 patients (4%), et inconnu chez 7 patients (15%). Cette étude a révélé également que toutes les brûlures électriques provoquées par le courant domestique avaient une surface cutanée brûlée de 1 à 10%, alors que toutes les brûlures de plus de 10% de la surface corporelle totale étaient attribuées à des courants de haut voltage.

Katherine [299] a montré que la surface cutanée brûlée était en moyen de 3,7 % avec des extrêmes variant de 0 à 35%.

Garcia CT [313] a révélé que toutes les patients victimes des brûlures électriques ont une surface inférieure à 1%.

Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les brûlures électriques surtout à bas voltage sont caractérisées par des brûlures profondes et bien limitées, sur une faible surface cutanée. Contrairement aux brûlures à haut voltage où la surface cutanée brûlée peut être très importante avec des lésions tissulaires plus délabrantes.

4. Profondeur:

Dans notre série, la plupart des brûlures étaient de 3^{ème} degré. En effet, 93% des patients ont été hospitalisés pour des brûlures du 3^{ème} degré, et 7 % ont été hospitalisés pour des brûlures du 2^{ème} degré.

Simon G. Talbot [301] a démontré que: 23 % des enfants ont subi des brûlures du 1^{er} ou du 2^{ème} degré au niveau des mains et des avant bras et que 38% ont subi des brûlures du 2^{ème} ou 3^{ème} degré profond.

Miguel M [304] a montré que pour les enfants victimes des brûlures électriques : 58% des brûlures ont été du 1^{ème} degré, 38% du 2^{ème} degré et 4 % ont été des brûlures du 3^{ème} degré. Concernant la foudre: 20% des brûlures étaient du 1^{er} degré et 20% étaient du 2^{ème} degré.

Nous constatons alors que les lésions des brûlures électriques peuvent aller du simple érythème (premier degré) jusqu'à l'existence de zones cartonnées, blanchâtres, insensibles (troisième degré). Mais il apparait donc que ces lésions sont essentiellement de 3^{ème} degré profond, associé à une moindre proportion à du 2^{ème} degré profond . Ceci explique le caractère profond des brûlures électriques.

5. Topographie :

Dans notre série, la localisation la plus fréquente est celle du membre supérieur (43,3%), du membre inférieur (21,6%), du tronc (13,5%), de l'abdomen, des fesses et des OGE (5,4 %), enfin celle des lèvres et de l'oreille (2,7 %)

Ces résultats rejoignent ceux de l'étude de Saaiq M [302] qui a constaté que les zones les plus fréquemment brûlées étaient: le membre supérieur (92.94%), le membre inférieur (76.47%), le tronc (12.94%), la face, la tête et la nuque (9.41%), enfin les OGE (3.52%).

L'étude de Katherine [299] trouve également que les brûlures électriques touchent les mains et les membres supérieurs dans 68% des cas.

L'étude de Miguel M [304] a démontré que les atteintes les plus rencontrées étaient celles : du poignet et des bras chez 23 patients, de la tête et la nuque chez 4 patients, du membre supérieur chez 3 patients, du membre inférieur chez 2 patients, du tronc chez 2 patients, enfin l'atteinte de l'abdomen était retrouvée chez 1 patient.

Dans notre étude, la fréquence de l'atteinte de la bouche et des lèvres par les brûlures électriques est de 2,7%, alors pour Katherine [299] la fréquence est de 4,5%, et pour Célik [314], elle est de 2,6%, bien en deçà des 8-23% de fréquence retrouvés dans la revue de la littérature.

Nous avons constaté que quelle que soit l'étendue de la brûlure, aucune région du corps n'est épargnée. Par contre, les mains constituent le seul véritable site préférentiel des brûlures électriques. Elles sont souvent touchées lors des brûlures électriques à bas voltage, dans le cadre d'un accident domestique.

Les enfants utilisent fréquemment leurs mains pour l'exploration et la découverte de leur environnement. Mais l'insouciance, associée à l'ignorance du risque, expose beaucoup plus cette partie de leur corps aux accidents d'électrisation. De surcroît, les brûlures des mains chez l'enfant en croissance sont potentiellement graves car, en cas de prise en charge non optimale, elles peuvent conduire à des séquelles fonctionnelles dramatiques [314].

6. Points d'entrée et de sortie :

Notre étude montre que le point d'entrée se situe au niveau des mains dans 88 % des cas (main droite 48%, et main gauche 40 %) , les lèvres, la fesse et l'abdomen rencontrés chacun dans 4 %. Et pour le point de sortie, il se situe au niveau des membres inférieurs dans 37% des cas, ainsi qu'au niveau des mains dans 11 % des cas, et dans 52% des cas le point de sortie était absent.

Aslıhan ARASLI YILMAZ [303] a montré que Les points d'entrée et de sortie étaient les suivants: main vers la main 30,6%; Aucune lésion d'entrée ou de sortie dans 22,2%; Main vers pied dans 13,8%; Et point d'entrée remarquable, mais pas de lésion de sortie dans 13,4%.

Claudet [315], a montré qu'aucun point d'entrée ou de sortie n'était visualisé chez 18 enfants (37,5 %), alors qu'un point d'entrée sans point de sortie était évident chez 13 patients (27 %).

Devant toute brûlure électrique vraie, il faut toujours rechercher le point d'entrée et le point de sortie du courant. La recherche de ces points reste capitale afin de déterminer le trajet du courant.

7. Lésions associées :

Dans notre étude, les lésions associées aux brûlures électriques étaient représentées par : 2 cas d'atteintes nerveuses (paralysie du nerf médian et paralysie des nerfs radio médio cubital), 1 cas de lésion tendineuse, 1 cas de luxation de l'articulation interphalangienne distale, et 1 cas de défaillance multiviscérale.

Simon G. Talbot [301] a trouvé 23% des enfants ayant subi des lésions vasculaires, tendineuses et/ou nerveuses lors des brûlures électriques d'un membre.

Miguel M [304] a trouvé seulement un patient qui a présenté une fracture secondaire à la chute lors d'électrisation à haut voltage.

Célik [305] a trouvé 6 patients (16%) avec des lésions traumatiques associées type de fractures des os longs, des os du crâne, de la face, du pelvis et de lésions hémorragiques type hémorragie abdominale et hémopneumothorax. Toutes ces lésions traumatiques ont été consécutives à la chute de l'enfant lors de l'électrisation.

Katherine [299] a constaté un cas de fracture de jambe (soit 4,5% des patients). Zubair [8] a noté également un cas de fracture de jambe chez un enfant grand électrisé, secondaire à sa chute et non à la contraction musculaire.

Les brûlures électriques chez l'enfant sont souvent «l'arbre qui cache la Forêt». Il faut penser à rechercher systématiquement les lésions organiques sous-jacentes fréquemment associées, souvent plus étendues et sources de complications graves.

8. Durée d'hospitalisation:

Concernant la durée minimale d'hospitalisation, on ne retrouve pas de réel consensus dans la revue de la littérature.

Selon Claudet [315], si l'enfant est asymptomatique, l'ECG est normal et qu'il n'existe aucun facteur de risque : (peau mouillée, tétanie sur la source, trajet vertical du courant, perte de connaissance, cardiopathie préexistante) une surveillance par cardioscope n'est pas nécessaire et un retour à domicile est conseillé.

Et d'après Bailey B, si l'ECG est anormal et/ou un ou des facteurs de risque présents et/ou absence de témoin, une surveillance hospitalière avec cardioscope est conseillée durant 24 heures minimum selon l'évolution [316].

Pour notre part, quand la lésion est limitée avec un ECG normal, un bilan biologique normal, sans trouble de conscience, l'enfant, après avoir bénéficié des soins locaux, est renvoyé chez lui et adressé à la consultation pour son suivi en ambulatoire. La durée d'hospitalisation est de 24 heures minimum quand l'enfant est vu immédiatement après l'accident électrique. Quand il se présente, au-delà des 24 heures, l'hospitalisation est de quelques heures, pour évaluation des lésions cutanées et éventuel bilan complémentaire si nécessaire. Puis entre le 5^{ème} et le 7^{ème} jour, le bilan lésionnel cutané est complété ainsi que la stratégie thérapeutique est définie.

Durant notre étude et sur l'ensemble des hospitalisations, la durée d'hospitalisation varie de quelques heures (<24 h) à 2 mois avec une moyenne de 30 jours, moyenne plus élevée que celles retrouvées dans les séries pédiatriques analysées :

- Pour Katherine [299] : entre < 24h et 58 jours, moyenne de 6 jours.
- Pour Saaq M [302] : entre 1 et 25 jours, moyenne de 6.78 ± 5.01 jours
- Pour Aslihan ARASLI YILMAZ [5]: entre 1 et 6 jours, moyenne de 2.50 ± 1.06 jours
- Pour Célik [305] : entre 2 et 48 jours, moyenne de 23,8 jours $\pm 14,2$
- Pour Zubair [306] : une hospitalisation moyenne de 2 à 3 jours pour les BE de bas voltage et de 32 jours pour les BE de haut voltage.

C-Analyse des données paracliniques :

A l'admission en phase aigüe, Tous les enfants électrisés (21/29) avaient eu un ECG à l'admission et d'un dosage d'enzymes cardiaques (CPK), aucune anomalie cardiaque clinique ou électrique n'a été constatée parmi les patients de notre série.

Selon Claudet [315], Quarante-cinq enfants avaient eu un ECG à l'admission. Une anomalie était notée chez 8 patients : tachycardie sinusale (n = 4), bloc de branche droit incomplet (n = 3), onde T négative en D1, V1 (n = 1). Parmi eux, 3 avaient des facteurs de risque d'arythmie identifiés. Dans tous les cas d'anomalies ECG, le trouble du rythme était transitoire et résolutif dans les 12 h.

Dans les autres séries, ces complications cardiaques sont rares et sans conséquences. Les auteurs rapportent, comme seules anomalies, des modifications électriques à l'ECG (anomalies des ondes ST, T) [299, 305, 317] ou des troubles de rythme à type de tachycardies sinusales ou d'extrasystoles, toutes spontanément résolutive [306].

Les dosages biologiques de la fonction rénale et de la myoglobulinurie sont à réaliser systématiquement chez les patients victimes de Brûlure électriques à haut voltage à la recherche d'une insuffisance rénale aiguë le plus souvent secondaire à un « Crush syndrome »

Kathrine [1] rapporte un cas d'atteinte rénale, Célik [7] quatre, avec myoglobulinurie et altération de la fonction rénale qui s'est normalisée après traitement et Zubair [8], deux cas, ayant bien évolués sous traitement médical. Ramakrishnan [10] ne rapporte aucune complication rénale.

Dans notre étude, Une radiographie standard surtout des mains pour évaluer l'état de l'os et des articulations, est réalisée chez 1 patient et qui a montré une luxation au niveau de l'articulation interphalangienne distale de 4^{ème} doigt.

Les imageries sont à réaliser systématiquement devant tout point d'appel clinique ostéoarticulaire après une électrisation, même en l'absence de traumatisme secondaire direct.

D-Analyse des données thérapeutiques :

1 -Prise en charge des brûlures électriques à la phase aiguë :

A l'admission, tous les enfants électrisés (21/29) ont été admis initialement aux Urgences Chirurgicales Pédiatriques (UCP) où ils ont bénéficié :

- d'une mise en condition avec prise systématique d'une voie veineuse périphérique associée à une voie veineuse centrale en cas d'une brûlure étendue, avec une réanimation hydro-électrolytique selon la formule de Carvajal ;
- d'un bilan initial (ECG, bilan biologique) ;
- et d'une surveillance.

Le recours à l'intubation voire la sédation était nécessaire chez un seul patient, il est justifié par la gravité du tableau clinique engendré par l'électrisation de haut voltage.

Les patients victimes d'électrisation de haut voltage ont bénéficié des gestes chirurgicaux en urgences : 1 patient a bénéficié d'incision de décharge au niveau du membre supérieur et 3 patients ont bénéficié d'aponévrotomie. Alors que deux patients victimes d'électrisation de bas voltage ont nécessité des amputations en urgence

Les enfants admis au service de chirurgie plastique pédiatrique seront ensuite hospitalisés ou traités d'emblée en ambulatoire.

Initialement, la cicatrisation dirigée type pansement occlusif à base du corps gras et de sulfadiazine d'argent est réalisée dans 62% des cas (13 patients) : 9 patients victimes d'électrisation de bas voltage, 2 patients victimes d'électrisation de haut voltage et 2 patients victimes de la foudre. Les changements de pansements se font un jour sur deux.

Entre le 5^{ème} et le 7^{ème} jour, après délimitation des lésions, un nouveau bilan lésionnel est établi et une stratégie thérapeutique est alors proposée. Schématiquement, elle se base sur les règles suivantes : excision des zones de 3^{ème} degré, puis, si aucune exposition d'éléments nobles (tendon, nerf, vaisseau), on préconise une cicatrisation dirigée ou une greffe de peau totale ou une greffe de peau semi-épaisse. S'il y a une exposition d'éléments nobles, on a recours aux lambeaux locaux, régionaux ou à distance.

A la phase intermédiaire, la greffe cutanée a été réalisée chez 9 patients : 2 patients ont bénéficié de greffe de peau totale dont le site du prélèvement était la région inguinale, et 7 patients ont bénéficié de greffe de peau demi épaisse dont le site du prélèvement était la cuisse.

La prise de la greffe va dépendre de nombreux facteurs (dégraissage méthodique et minutieux de la peau totale, vascularisation du site receveur, et immobilisation de la région greffée pendant les premiers jours postopératoires) [20] et c'est elle qui conditionnera le résultat esthétique final.

Pour les pertes de substance ou il y'a une exposition d'éléments nobles, la couverture par lambeau cutané sera le traitement de choix. 3 patients ont bénéficié d'un lambeau de couverture :

- Il y avait 1 patient traité par lambeau de Cross finger après exposition tendineuse de fléchisseur commun profond du 5ème doigt. Ce lambeau est complété par une greffe de peau totale sur la face dorsale de D4 prélevé au niveau de la région hypothénarienne, et la séparation des 2 doigts a été faite après 3 semaines en ambulatoire.
- Le deuxième patient a bénéficié d'un lambeau de couverture type lambeau de Foucher, le reste de la zone donneuse sera greffée par une greffe de peau totale prélevée au niveau de la région hypothénarienne. La découverte de la greffe est faite à J₇ et la zone donneuse est maintenue occluse pendant 3 semaines.

- Et le dernier patient a bénéficié d'un empochement selon Colson après l'échec de la prise de la greffe de peau totale.

Plusieurs études ont démontré la variété de procédés thérapeutiques utilisés dans la prise en charge des brûlures électriques à la phase aiguë:

Dans l'étude d'Aslıhan ARASLI YILMAZ [303], tous les enfants victimes d'électrisation (36 patients) ont bénéficié d'une cicatrisation dirigée et aucun patient n'a nécessité d'une prise en charge chirurgicale.

Muhammed Saiq [302], a montré que plusieurs interventions chirurgicales ont été réalisées chez les enfants électrisés : l'excision radicale de la plaie/ fasciotomies / libération du canal carpien étaient le traitement chez 41 patients, amputations des membres (n = 35), amputations des doigts et des orteils (N = 19), les greffes cutanées (n = 13), la couverture des lambeaux (N = 7), les commissuroplasties (n = 2) et les explorations : laparotomie / iléostomie (n = 1). Cette étude a montré également que l'amputation était réalisée aussi bien chez les patients victimes de brûlures électriques de haut et de bas voltage, dans 57,37% des patients victimes d'électrisation à haut voltage ont bénéficié d'amputation.

Katherine [299] a montré que chez 22 enfants victimes d'électrisation, la prise en charge n'était pas chirurgicale dans 55% des cas (12 patients). Alors que le débridement et la fermeture des plaies sont réalisés chez 3 malades. La greffe de peau semi épaisse est réalisée chez 3 patients et la greffe de peau totale est réalisée chez 2 patients. Dans cette étude, un seul patient a bénéficié d'une amputation sous le genou après une nécrose tissulaire étendue.

Simon G [301] a montré que parmi les 48 patients victimes des brûlures électriques au niveau des membres supérieurs : 23 patients (48%) n'avaient nécessité aucune intervention chirurgicale, 9 patients (19%) ont subi une chirurgie à type d'excision greffe, 2 patients (5%) ont nécessité un réarrangement tissulaire local, 3 patients (6%) ont nécessité une libération et une greffe et 9 patients (19%) avaient besoin d'un lambeau de couverture.

Hanna Alemayehu [317] a montré que tous les enfants victimes d'électrisation ont été initialement traités par une cicatrisation dirigée en utilisant le plus souvent le Sulfadiazine d'argent dans 36 % (9 patients), pommade antibiotique dans 4 % des cas (1 patients), peroxyde d'hydrogène dans 4 % des cas (1 patients), alors que Les données initiales sur les soins locaux n'étaient pas disponibles chez 11 patients.

La greffe de peau semi épaisse était réalisée chez 6 patients dont 16 % ont été bénéficié d'une seule greffe, alors que 8 % ont été bénéficié de 2 greffes. Et pour le type de greffe de peau ; 83% (5patients) ont bénéficié d'autogreffe, et 17 (1patients) ont bénéficié d'allogreffe.

2- Prise en charge des brûlures électriques à la phase des séquelles:

Les brides cicatricielles ont été présenté chez 8 patients, elles interessent surtout la main et les doigts avec un retentissement fonctionnel.

Une greffe de peau totale a été réalisée chez 3 patients après libération des brides et excision des placards cicatriciels. Le prélèvement de peau totale était réalisé au niveau du pli inguinal dans 100 % des cas. Avant la fixation de la greffe, on a procédé à l'embrochage articulaire en extension des doigts chez 2 patients. Puis, le greffon était fixé au niveau du site receveur, après dégraissage, par des points de suture séparés au Vicryl rapide chez les enfants, puis scarifié pour drainer toute collection.

Le pansement de la zone receveuse était réalisé à base d'un bourdonnet gras. Le premier pansement de la zone receveuse était réalisé après 7 jours en post opératoire, et le rythme de changement du pansement était 1j/2 jusqu'à la cicatrisation complète. L'ablation des broches était réalisée après 15 jours du post opératoire. Les malades étaient mis sous topiques cicatrisants en massage avec prescription de vêtements compressifs, associés ou non à des plaques de gel de silicone, à partir de la 4ème semaine pour limiter l'apparition des séquelles hypertrophiques.

D'après l'étude de Sankale [319] l'excision suivie de greffe semble donner des résultats meilleurs que la seule plastie en Z : 52,5% d'excellents et de bons résultats contre

31,5%. Pour Baux [283] dans les crochets digitaux de la face palmaire, il faut préférer la greffe de peau totale à la plastie en Z pour la fermeture cutanée après incision de la bride. Il y a deux raisons pour cela: d'une part, parce que l'incision de la bride fait apparaître un défaut cutané toujours plus important que prévu; et d'autre part, parce qu'il y a un risque de nécrose de la pointe des Z qui se situent près des zones brûlées [320]. Pour Vasseur[321] il est préférable de recourir aux greffes de peau totales pour le traitement des rétractions cutanées de la paume et la face palmaire des doigts, malgré l'hyperpigmentation constante qu'elles présentent[322] et aux plasties locales pour les commissures. Dans notre série, pour les brides digitopalmaires, on a recours toujours à une libération en plasties en Z à chaque fois que cela est possible,

Cela permet de gérer au mieux le capital cutané et réduire la perte de substance à greffer minimisant ainsi la morbidité du site donneur.

Par contre, lorsque les brûlures sont profondes et exposent tendons, os ou pédicules vasculo-nerveux, la vitalité même de la main est menacée. La couverture par lambeau cutané ou fascio-cutané, musculaire ou musculo-cutané, est alors la seule solution de sauvetage [323]. C'est le cas de 2 patients qui ont bénéficié de la couverture par lambeau (1 lambeau Cross-Finger, 1 empochement selon Colson)

E- Analyse des complications:

Dans notre série, 5 patients (dans 17,4 % des cas) avaient présentés des complications :

- Un patient avait une prise partielle de la greffe de peau et exposition articulaire IPD D4
- Un patient avait présenté une paralysie du nerf médian
- Un patient avait présenté paralysie radiomédiocubitale
- Un patient avait présenté une microstomie

Katherine [299] a montré que 4 patients (18% des cas) avaient eu des complications : deux patients avaient présenté une infection de la plaie, un patient avait présenté des anomalies à l'ECG mais qui ont été transitoire et résolutif et un patient avait présenté à la fois

des troubles visuels et une paresthésie du membre nécessitant une thérapie médicale et un soutien scolaire Pendant 10 mois.

Katherine [299] a montré également que 3 patients (14% des cas) avaient présenté une morbidité importante à long terme : un patient avait développé des réactions psychologiques et des complications psychiatriques comme des attaques de panique, un autre patient avait développé des cicatrices significatives dans le torse.

Dans notre série, le taux de mortalité est de 3,45% (1patient victime de brûlure électrique de haut voltage) dont la défaillance multivisérale est la cause directe de décès. Notre étude se concorde avec celle de Celik A [305] qui a révélé également un seul cas de décès dont la cause était un choc septique.

Saaïq M [302] a révélé que le taux de mortalité par brûlure électrique était de l'ordre de 2.35%.

Aslıhan ARASLI YILMAZ [303] révèle que sur les 36 patients inclus dans l'étude, aucun patient n'a décédé.

La mortalité due aux brûlures électriques est associée à la nature de la source du courant, une étude [324] a démontrant une mortalité de 3% pour les brûlures à basse tension, une mortalité de 5% pour les brûlures à haute tension et une mortalité de 18% pour la foudre.

F-Analyse des résultats:

La rééducation fonctionnelle était recommandée chez 11 patients, soit 38 %. Elle était commencée chez tous les malades entre le 11^{ème} et le 15^{ème} jour après l'intervention chirurgicale et consistant en une mobilisation active et passive douce, avec des mouvements du palper- rouler pour assouplir la peau.

D'abord les patients ont été revus en consultation de façon régulière une fois par semaine jusqu'à cicatrisation complète. Après les patients ont été revus une fois tous les 3 mois dans un but d'évaluer le gain fonctionnel, le regain de la sensibilité du greffon et le résultat esthétique.

Sur le plan fonctionnel et esthétique, les résultats ont été jugés en fonction du degré de récupération comme suit:

- Satisfaisant : récupération esthétique et fonctionnelle complète, cicatrisation complète.
- Relativement satisfaisant: présence de séquelle esthétique et/ou récupération fonctionnelle partielle.
- Insatisfaisant : absence de fonctions du doigt, présence de douleur résiduelle, présence de raideur articulaire.

Au service de Chirurgie Plastique Pédiatrique (chirurgie C), les résultats de la prise en charge ont été dans la quasi-totalité des cas (19 patients soit 65,5 % des cas) jugés comme satisfaisant, relativement satisfaisant dans 13,8 % des cas (4 patients) et insatisfaisant dans 20,7 % (5 patients). Enfin 4 patients ont été perdus de vue.

G-Analyse des gestes prévus:

Dans notre étude, 17 % de nos malades (5 patients) doivent être bénéficié d'interventions secondaires :

- un patient doit bénéficier d'une greffe tendineuse à cause d'une lésion du tendon fléchisseur commun profond du 3^{ème} doigt.
- un patient doit bénéficier d'un transfert d'orteil suite à l'amputation du pouce de la main droite.
- un patient doit bénéficier d'amputation du 4^{ème} doigt, car les résultats initiaux étaient insatisfaisant aussi bien sur le plan fonctionnel qu'au niveau esthétique.
- Pour le patient qui a été victimes de brûlure électrique au niveau des lèvres, il a bénéficié d'une commissuroplastie après 6 mois d'intervalle. Cette commissuroplastie fait appel aux lambeaux muqueux d'avancement et au dédoublement du muscle orbiculaire pour recréer une néocommissure.

- un patient a bénéficié d'expansion cutanée au niveau du tronc.

Hanna Alemayehu [317] a montré également que parmi les 25 enfants victimes de brûlures électriques, 3 patients avaient besoin d'interventions chirurgicales secondaires : un patient avait bénéficié de la libération d'une bride rétractile au niveau de la main, un patient avait bénéficié d'une plastie en Z pour une brûlure buccale et un patient avait bénéficié d'un débridement osseux avec une greffe de peau totale.

Une reprise chirurgicale secondaire garde toute son importance pour avoir un bon résultat aussi bien sur le plan esthétique qu'au sur le plan fonctionnel.



CONCLUSION



Les brûlures électriques chez l'enfant restent un accident très grave nécessitant une hospitalisation immédiate et une prise en charge urgente et adéquate, car l'évolution peut être émaillée de complications graves liées au passage du courant électrique dans l'organisme entre un point d'entrée et un point de sortie.

Heureusement, chez l'enfant, ces complications sont exceptionnelles permettant ainsi de focaliser la stratégie thérapeutique sur la gestion des lésions de brûlures. Un avis spécialisé doit toujours être demandé. Si ces lésions de brûlures électriques ne sont pas prises en charge correctement, elles peuvent, en effet, être responsables de séquelles esthétiques et fonctionnelles importantes d'autant plus qu'elles surviennent chez un enfant jeune avec un fort potentiel de croissance.

Notre travail est une étude rétrospective sur 29 cas de brûlures électriques chez l'enfant colligés au service de la Chirurgie Plastique Pédiatrique (chirurgie C) à l'Hôpital d'Enfants de Rabat (HER), sur une durée de 5 ans de juin 2011 à décembre 2016. Notre étude a abouti aux conclusions suivantes :

- Les jeunes enfants de 5 ans et les adolescents de 13 ans sont ceux qui sont le plus souvent touchés par les brûlures électriques.
- Une prédominance de l'atteinte masculine 59% contre 41% d'atteinte féminine.
- Les brûlures par bas voltage sont les brûlures électriques les plus fréquentes 69%, suivi par les brûlures électriques à haut voltage dans 24% des cas, puis la foudre dans 7% des cas.
- Les brûlures électriques par bas voltage surviennent majoritairement chez les enfants âgés entre : 2 à 7 ans dont l'accident domestique est l'étiologie principale dans 95% des cas, alors que les brûlures électriques, à haut voltage, concernent essentiellement les garçons âgés de 10 à 15 ans lors d'un contact avec une source de distribution haute tension.
- 72,5 % des cas ont été consulté lors de la phase aiguë, alors que 27,5 % des cas ont été consulté à la phase séquellaire.

- La majorité des enfants victimes de brûlure électrique, à haut voltage, ou foudroyés sont consultés le premier jour de l'accident soit 71,5 %. Et 75 % des cas de brûlures électriques, à bas voltage, sont consultés dans un délai datant de plus d'un jour.
- Plus de la moitié des victimes ont une surface cutanée brûlée inférieure à 1% soit 62%.
- 93% de brûlures sont de 3^{ème} degré et 7% de 2^{ème} degré.
- La localisation la plus fréquente est celle du membre supérieur, suivi par celle du membre inférieur
- Le point d'entrée se situe dans la majorité des cas au niveau des mains (88% des cas). Alors que le point de sortie se situe dans les membres inférieurs dans 37 % des cas.
- On retrouve les lésions associées dans 17,24 % des cas. Celles-ci concernent les atteintes nerveuses type : paralysie du nerf médian et paralysie des nerfs radio médio cubital, atteinte tendineuse, luxation de l'articulation interphalangienne distale, et défaillance multiviscérale
- La durée moyenne d'hospitalisation, de 69 % des cas, est de 30 jours, alors que 31 % patients ont été pris en charge d'emblée en ambulatoire.
- Lors de la phase aiguë, on a constaté, d'abord, que le traitement chirurgical a été réalisé dans 38% des cas, puis, la cicatrisation dirigée a été mise en place dans 38 % des cas. Enfin, l'association de la cicatrisation dirigée et la chirurgie (greffe et lambeaux de couverture) est retrouvée dans 24 % des cas.
- Les séquelles cutanées des brûlures électriques ont été dominées par les brides cicatricielles (50%) dont la localisation était au niveau des mains dans 87,5% des cas. Leur gestion a fait appel à plusieurs interventions chirurgicales. Celles-ci se répartissent en : plastie en Z 36,5%, greffe de peau 27,5%, lambeaux 18%, commissuroplastie 9%, et expansion cutanée 9%.

- Les résultats de la majorité des cas (69 % des cas) semblent satisfaisants, par contre, 10, 3% des cas sont évalués comme assez satisfaisants et 17,27 % ont été jugés comme insatisfaisant
- Enfin, on note un seul cas de décès dû à une brûlure électrique étendue et compliquée par une défaillance multiviscérale.

De telles constations nous permettent de déduire l'importance de la prise en charge urgente et adéquate de ces patients dans des centres de références par des chirurgiens spécialisés.

La prévention reste, toutefois, le point capital pour réduire l'incidence des accidents électriques. Cette opération se base sur la surveillance des enfants et l'élimination de facteurs de risque dans les foyers, en maintenant les installations électriques ainsi qu'en informant et en éduquant le public.



RESUME



RESUME

Titre : Les brûlures électriques chez l'enfant : Expérience du Service de Chirurgie Plastique Pédiatrique - RABAT.

Auteur : AJEROUASSI Ahlam.

Rapporteur : Pr FEJJAL Nawfal.

Mots clés : Brûlure électrique – Enfant - Séquelles.

Les brûlures électriques correspondent à l'ensemble des manifestations dûes au passage du courant électrique dans l'organisme, entre un point d'entrée et un point de sortie. Ce sont des brûlures graves nécessitant une prise en charge urgente. Dans certains cas, les lésions cutanées aussi minimales soient-elles ne permettent pas toujours d'apprécier la gravité et l'étendue réelle des brûlures électriques. Elles exigent un bilan hospitalier systématique, à la recherche d'autres lésions associées. L'objectif de notre travail est de déterminer le profil épidémiologique, clinique et thérapeutique des brûlures électriques chez l'enfant.

Le Service de Chirurgie plastique Pédiatrique (chirurgie C) à l'Hôpital d'Enfants de Rabat a pris en charge 29 enfants lors de la phase aiguë ou séquellaire, pendant 5 ans (de juin 2011 à décembre 2016).

L'âge moyen des enfants est de 8,5 ans, avec une prédominance masculine (n=17 - 59%). 72,5 % des enfants ont consulté à la phase aiguë, 27,5 % des cas ont consulté à la phase des séquelles. Les brûlures par bas voltage sont les plus fréquentes 69%. Ils surviennent, majoritairement, chez les enfants âgés entre : 2 à 7 ans dont l'accident domestique est l'étiologie principale dans 95%.

Sur le plan thérapeutique, les gestes réalisés à l'admission consistent en : incision de décharge 5%, aponévrotomie 15%, amputation 15% et la cicatrisation dirigée 65%. Alors que la gestion des séquelles de brûlure électrique fait appel à : plastie en Z 36, 5%, greffe de peau 27,5%, lambeaux 18%, commissuroplastie 9% et expansion cutanée 9%. Pour limiter les risques de brûlures électriques chez l'enfant la prévention, en l'occurrence, la sécurité domestique, demeure fondamentale.

ABSTRACT

Title: Electric burn in children: the experience of plastic surgery service - RABAT

Author: AJEROUASSI Ahlam.

Reporter: Pr FEJJAL Nawfal.

Keywords: Electric burn -children- residua

The Electric burn Correspond to all the manifestations due to the passage of the electric current in the organism between an entry point and an exit point. This is a serious childhood accident requiring prompt and adequate care. A systematic hospital review remains important in the search for associated lesions in a situation where the cutaneous state does not allow to appreciate the severity and the actual extent of electrical burn.

The objective of our work is to determine the epidemiological, clinical and therapeutic profile of electrical burns in children by comparing our results with other series.

From June 2011 to December 2016, 29 children were treated for acute or sequential electrical burns in the Department of Pediatric Plastic Surgery (surgery C) at the Rabat Children's Hospital. Data are obtained retrospectively through the study of a computerized database.

The mean age of the children was 8.5 years, with a male predominance (n = 17 -59%) 72.5% of the children consulted in the acute phase, compared with 27.5% of the cases that consulted in the phase of the sequelae. Low-voltage burns are the most frequent 69%, most of them occur in children between the ages of 2 to 7 years, the primary cause of which is 95% in the home.

On the therapeutic plan, the actions taken at admission consisted: relief incision 5%, aponeurotomy 15%, directed cicatrization 65%. While the management of residua of electrical burn injuries resulted in: Z-plasty 36.5%, thickness graft 27.5%, flap 18%, commissuroplasty 9%, and cutaneous expansion 9%.

To reduce the risk of electrical burns in children, prevention, especially home safety, remains fundamental

الملخص

العنوان: الحروق الكهربائية عند الطفل: تجربة مصلحة الجراحة الرأبئية الطفلية بالرباط

المؤلفة: أجرواسي أحلام

المقرر: الأستاذ فجال نوفل

الكلمات الأساسية: الحروق الكهربائية – الطفل – المتبقيات

تمثل الحروق الكهربائية مجموع الظواهر المتعلقة بمرور تيار كهربائي في الجسم من نقطة دخول إلى نقطة خروج. يتعلق الأمر بحادث طفولة وخيم والذي يتطلب تدبيراً سريعاً وكاف. تكمن أهمية إجراءات التشخيص المستشفوي المنهجي في البحث عن الآفات المرافقة عندما لا تسمح حالة الجلد بتقدير وخامة والمجال الحقيقي للحرق الكهربائي.

يتجلى الهدف من عملنا في تحديد الشكل الوبائي والسرييري والعلاجي للحروق الكهربائية عند الطفل، وذلك بمقارنة نتائجنا مع نتائج أعمال أخرى.

تم تدبير 29 طفل من الذين أصيبوا بحروق كهربائية من يونيو 2011 إلى غاية دجنبر 2016، سواء أثناء الطور الحاد أو طور المتبقيات، بمصلحة الجراحة الرأبئية الطفلية (الجراحة س) بمستشفى الأطفال بالرباط، وحصلنا على المعطيات بطريقة استيعادية من خلال دراسة قاعدة بيانات مُحَوَّسَةٍ.

بلغ متوسط الأعمار 8.5 سنوات مع هيمنة ذكورية بنسبة 59 %، ولقد تقدم للفحص الطبي 72.5% من الحالات في الطور الحاد مقابل 27.5% في طور المتبقيات. تتردد الحروق بالجهد المنخفض بنسبة 69 %، ويذهب ضحيتها الأطفال البالغين من العمر السنتين إلى 7 سنوات، ويكون الحادث المنزلي السبب الرئيسي بنسبة 95%.

أما على المستوى العلاجي، فقد أنجزت عند إدخال المرضى بعض التدخلات والتي كانت كالتالي: شقُّ التقرُّج بنسبة 5%، ويَضَعُ السِّفَاق بنسبة 15%، والبتَر بنسبة 15%، والتندب المُوجَّه بنسبة 65%. أما في ما يخص متبقيات هذه الحروق، فقد أنجز لإلأَبُّ بِشَكْلِ Z عند 36.5 %، و الطُعْمُ الْجُلْدِيَّ عند 27.5 %، والسَدَائِل بنسبة 18%، ورأب الصوار عند 9% والتَمَدُّد الجلدي عند 9%.

تظل الوقاية والسلامة المنزلية بشكل خاص، ضرورة للحد من مخاطر الحروق الكهربائية.



BIBLIOGRAPHIE



- [1] Caroline LHOIR Approche psychosociale des pratiques des ménages sobres en matière de consommation d'électricité 2010 – 2011
- [2] Commission de la sécurité des consommateurs Fiche de prévention, habitat (Mise à jour – Août 2016) www.securiteconso.org
- [3] Carpentier J.P., Petrognani R.: Pendaison-électrocution. Dans: Samii K. (éd.) «Anesthésie-réanimation chirurgicale», 1676-81, Flammarion, Paris, 1995
- [4] Cancio LC, Jimenez-Reyna JF, Barillo DJ, WalkerSC, Mc Manus AT, Vaughan GM. One hundred ninety-five cases of high-voltage electric injury. J Burn Care Rehabil 2005 ; 26 : 331-40.
- [5] PY Gueugniaud, G Vaudelin, M Bertin-Maghit, P Petit Accidents d'électrisation Conférences d'actualisation SFAR 1997
- [6] Accidents domestiques : protégeons les enfants de 0 à 6 ans www.inps.sante.fr octobre2016
- [7] Plancq MC, L. Goffinet, V. Duquennoy-Martinot . Les spécificités de la brûlure chez l'enfant. Ann Chir Plast Esthet (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2016.06.009>
- [8] Aline MENARD, Jean louis- POYARD La prévention du risque électrique textes réglementaires relevant du code de travail institut national de recherche et de sécurité (INRS)
- [9] CAUMON Laurent , Les accidents de la fulguration, le 13 février 1998, 2p
- [10] Christian Bouquegneau La foudre : phénoménologie,effets et protection lesrisques électriques et leur management
- [11] L'électricité de la centrale à la maison Hydro-Québec 2010, p7

- [12] Jex-Blake AJ. The Gulstonian lectures on death from electricity in the late nineteenth century. *Med Instrum.* 1975; 9:267
- [13] Kobernick M. Electrical injuries: pathophysiology and emergency management. *Ann Emerg Med.* 1982;11:633.
- [14] Death from electrical current, *New-York Medical Journal*, 22 février 1890
- [15] Zahid A.,* Atannaz J., Alaoui M., Rafik A., Ezzoubi M., Diouri M., Chlihi A., Bahechar N., Boukind E.H. Profil épidémiologique des brûlures d'enfants admis au Centre National des Brûlés, Maroc *Annals of Burns and Fire Disasters* - vol. XXIV - n. 4 - December 2011
- [16] Pasquereau A, Thélot B. Hospitalisations pour brûlures à partir des données du programme de médicalisation des systèmes d'information. France métropolitaine 2011 et évolution depuis 2008.[Internet] Institut de veille sanitaire; 2014 [Available from: <http://www.invs.sante.fr>].
- [17] Gall O. Prise en charge antalgique de l'enfant brûlé aux urgences.[Internet] CNRD — centre national de ressources de lutte contre la douleur; 2004[Available from: <http://www.cnrdr.fr>].
- [18] Beaufile O, Gutknecht S, Hejazi-Moughari A, Berthezene J-M, Benatia P. Fracture secondaire à une électrisation : à propos d'un cas. *J Eur Urgences* 2004;17(4):211—4.
- [19] Nathalie Milhorat Ibos; Isabelle Claudet; Université Paul Sabatier (Toulouse); Université Paul Sabatier (Toulouse). Faculté des sciences médicales Rangueil. Électrisation de l'enfant par courant domestique: à propos de 62 enfants admis aux urgences de l'Hôpital des Enfants de Toulouse de 2001 à 2011

- [20] Bailey B, Gaudreault P. Électrisation. In : Lacroix J, Gauthier M, Hubert P, Leclerc F, Gaudreault P. Urgences et soins intensifs pédiatriques. Éditions du CHU Sainte-Justine, Masson 2007 : 989-97.
- [21] Cander B, Dur A, Koyuncu F, Gül M, Girişgin S. The demographical characteristic and affecting factors on length of stay in hospital due to electrical injuries. *Akademik Acil Tıp Dergisi* 2010; 2: 72–74 (in Turkish with English abstract).
- [22] W. Rogmans Les accidents domestiques et de loisirs des jeunes de moins de 25 ans dans l'Union Européenne : défis pour demain *Santé publique* 2000, volume 12, no 3, p 288
- [23] Marguerite alléluia Ngo Nsoul Déterminants des accidents domestiques chez les enfants de moins de 5 ans Diplôme d'Etat d'Infirmier 201
- [24] Thomas SS. Electrical burns of the mouth: still searching for an answer. *Burns*. 1996;22:137–40.
- [25] Thomson HG, Juckes AW, Farmer AW. Electric burns to the mouth in children. *Plast Reconst Surg*. 1965;35:466–77.
- [26] Fogh–Andersen P, Sorensen B. Electric oral burns in Danish children with special reference to prevention. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1984;18:107–10.
- [27] Vorhies JM. Electrical burns of the commissure. *The angle orthodontist* 1987 Jan;2–17.
- [28] Claudet I, Maréchal C, Debuissou C, Salanne S. Risk of arrhythmia and domestic low-voltage electrical injury. *Arch Pediatr* 2010;17:343–9.
- [29] Chahine C, Losser MR. Accidents dus à l'électricité. EMC (Elsevier Masson SAS Paris), Pathologie professionnelle et de l'environnement.16-515-A-10. 2009.

- [30] Rai J, Jeschke MG, Barrow RE, Herndon DN. Electrical injuries: a 30-year review . J Trauma. 1999;46(5):933–6. 6 Arnold
- [31] Marc Revol, Jean-Marie Servant (Manuel de chirurgie plastique reconstructrice et esthétique. Editions Pradel, Paris, 1993)
- [32] Senet P. – Physiologie de la cicatrisation cutanée- EMC (Elsevier SAS, Paris), Dermatologie, 98-040-A-10, 2007.
- [33] Singer A.J. Clark R.A.F – Cutaneous Wound Healing – N Engl J Med, 1999; vol. 341 : 738-746.
- [34] A. Lakhel, J.-P. Pradier, M. Brachet, A. Duhoux, P. Duhamel, S. Fossat, E. Bey. Chirurgie des brûlures graves au stade Aigu. 2008 *Elsevier Masson SAS*.
- [35] J. Sanchez a,b, F. Antonicelli b, D. Tuton c, S. Mazouz Dorval d, C. François. Particularités de la cicatrisation de l'enfant. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2016) 61, 341—347
- [36] Echinard C.Latarjet J. Brûlures graves : évolution de la lésion, cicatrisation et séquelles. In : Les brûlures. Abrégés. Paris: Masson;2010. p.454 .
- [37] Marc Revol, Jean-Marie Servant Cicatrisation cutanée ; (Manuel de chirurgie plastique reconstructrice et esthétique. Editions Pradel, Paris, 1993)
- [38] Bullard KM, Longaker MT, Lorenz HP. Fetal wound healing: current biology. *World J Surg* 2003;27:54—61.
- [39] Mahdavian Delavary B, van der Veer WM, Ferreira JA, Niessen FB. Formation of hypertrophic scars: evolution and susceptibi- lity. *J Plast Surg Hand Surg* 2012;46:95—101.

- [40] Seidenari S, Giusti G, Berton L, Magnoni C, Pellacani G. Thick-ness and echogenicity of the skin in children as assessed by 20- MHz ultrasound. *Dermatol Basel Switz* 2000;201:218—22.
- [41] Sussman MD. Effect of increased tissue traction upon tensile strength of cutaneous incisions in rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 1966;123(1):38—41.
- [42] Curtis AS, Seehar GM. The control of cell division by tension or diffusion. *Nature* 1978;274(5666):52—3.
- [43] Brody GS, Peng ST, Landel RF. The etiology of hypertrophic scar contracture: another view. *Plast Reconstr Surg* 1981;67(5): 673—84.
- [44] Akaishi S, Ogawa R, Hyakusoku H. Keloid and hypertrophic scar: neurogenic inflammation hypotheses. *Med Hypotheses* 2008;71(1):32—8.
- [45] Ogawa R. Keloid and hypertrophic scarring may result from a mechanoreceptor or mechanosensitive nociceptor disorder. *Med Hypotheses* 2008;71(4):493—500.
- [46] Rockwell WB, Cohen IK, Ehrlich HP. Keloids and hypertrophic scars: a comprehensive review. *Plast Reconstr Surg* 1989;84: 827—37.
- [47] Bayat A, Arscott G, Ollier WER, McGrouther DA, Ferguson MWJ. Keloid disease: clinical relevance of single versus multiple site scars. *Br J Plast Surg* 2005;58:28—37.
- [48] Butzelaar L, Ulrich MMW, Mink van der Molen AB, Niessen FB, Beelen RHJ. Currently known risk factors for hypertrophic skin scarring: a review. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2016;69: 163—9.
- [49] Enoch S, Price PE. Cellular, molecular and biochemical differences in the pathophysiology of healing between acute wounds, chronic wounds and wounds in the aged. *World Wide Wounds* 2004 [online].

- [50] Stevenson S, Thornton J. Effect of estrogens on skin aging and the potential role of SERMs. *Clin Interv Aging* 2007;2:283e97.
- [51] Chaibdraa A., Medjellekh M.S., Bentakouk M.C. ELECTRISATION. Mars 2009. *Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXII - n. 1*
- [52] Marie-Josée Ross, ing. La sécurité reliée à l'électricité Comprendre et prévenir. 2^{ème} édition.2011. 40p
- [53] L'électricité. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles. Edition INRS ED 596. 7^{ème} édition (1991). 94 p
- [54] Guy Sabourin. Fini le travail sous tension au Québec. Prévention au travail Automne 2010.14p
- [55] Dr Marc Niquille. Dr Olivier Grosгурin. Dr Christophe Marti Les accidents d'électrisation . Revue Médicale Suisse – www.revmed.ch – 24 août 2011
- [56] Touria Essayagh .épidémiologie de l'infection chez les brulés hospitalisés à l'unité des brulés de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat. UNIVERSITEMOHAMED V SOUISSI FACULTE DEMEDECINE ET DE PHARMACIE DE RABAT. 2013. 108p
- [57] Risques électriques. *Institut National de Recherche et Sécurité* (INRS). Santé et sécurité au travail. Mis à jour le 04/09/2014.Disponible en : www.inrs.fr/risques/electriques.html
- [58] Bakkali H., Ababou K., Bellamari H., Ennouhi A., Nassim Sabah T., Achbouk A., Moussaoui A., Fouadi F.Z., Siah S., Ihrari H. La prise en charge des brûlures électriques : à propos de 30 cas. Mars 2013. *Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXII - n. 1*

- [59] JEBALI A., LAMINE K., LABBENE I., MERMECH M., FERJANI M., DHAHRI M-A. Electrification et électrocution.
- [60] Garcia-Sanchez V, Gomez Morell P. Electric burns: high- and low-tension injuries. *Burns* 1999;25:357—60.
- [61] Carloni R, et al. Brûlures par flash électrique, à propos de 33 cas. Une étude rétrospective sur 10 ans. *Épidémiologie, traitement et prévention. Ann Chir Plast Esthet* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2014.02.005>
- [62] Rougé D, Laffite F, Laguerre I, Coni JW, Chavoin JBE, Arbus L, et al. Le flash électrique, mécanisme et prévention. *Ann Medit Burns Club* 1990;3:252—5.
- [63] Chaibdraa A., Medjellakh M.S., Saouli A., Bentakouk M.C. Accident d'électrification et hémorragie cérébro-meningée : a propos d'une observation. Septembre 2008 ; *Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXI - n. 3*
- [64] Marc Bertin-Maghit, Amélie Mazaud, Corina Spann, Laure Fayolle-Pivot, Diane Le Quang, Julien Textoris, Thomas Rimmelé. Prise en charge du patient électrisé ou foudroyé. 2015 Sfar. Le Congrès Médecins. Conférence d'Essentiel
- [65] Monika Haberkern, Luca Martinolli. Gestion des urgences dans les accidents électriques.2007
- [66] B. Blettery, J.-M. Doise. électrification et électrocution. Réanimation médicale. Collège national des enseignants de la réanimation médicale.
- [67] WEYN Patrick, TIRMARCHE Virginie .Le risque électrique. Centre de la gestion de la fonction publique. Disponible sur : <https://www.cdg62.fr/index.php/prevention/hygiene-et-securite-au-travail/11-prevention/309-le-risque-electrique>

- [68] Dr Eric Torres. *Dr Marie-Pierre Rudelin. Les accidents d'électrification* Physiopathologie et principes de prise en charge extrahospitalière. VENDREDI 19 MAI 2000.GÉNÉRALISTE N° 2033.
- [69] P.-A. Peyron *, P. Cathala, E. Baccino. Fractures osseuses par électrisations à basse tension : à propos de deux cas. Disponible sur Internet le 15 novembre 2014. Département de médecine légale, CHU Lapeyronie, 371, avenue du Doyen-Gaston-Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France
- [70] Dr. Marom Bikson. A review of hazards associated with exposure to low voltages. Department of Biomedical Engineering, City College of New York of the City University of New York.The Graduate School and University Center of the City University of New York New York, N.Y
- [71] Johan Cardinaels. Premiers secours et soins d'urgence
- [72] Circulaire n° C 807 -12. L'habilitation électrique et ses nouvelles obligations suivant le recueil de norme NF-18-510 de janvier 2012. Fédération des entreprises internationales de la mécanique et de l'électronique 43-45 rue de Naples 75008 PARIS www.ficime.fr.
- [73] Dr C. Sénéchaud. Electrification. N°5 Août 2004. Hôpital de La Chaux-de-Fonds Service des Urgences
- [74] R. Wick ; R.W. Byard .Electrocution and the Autopsy. Forensic Pathology Reviews, Volume 5,doi: 10.1007/978-1-59745-110-9_4,2008.
- [75] AINAUD P, STEPHANAZZI J, LE BEVER H, SCHIELE P,GOULENOK C, DEBIEN B. Brûlures électriques, électrification In : Brûlures et brûlé. Médecine et armées 2000 ; 28 (4) : 343-454
- [76] Dr J-P FAUVILLE. Les brûlures électriques. Centre de traitement des brûlés GHDC site IMTR

- [77] Lelloch A. Chaouat M. Mimoun M. Legrand M. Accidents dus à l'électricité. EMC-Pathologie professionnelle et de l'environnement 2016 ; 11 (4) : 1-14 [Article 16-515-A-10]
- [78] V.Cooray, C.Cooray , C.J. Andrews.NLightning caused injuries in humans. Elsevier Masson, Journal of Electrostatics 65(2007) 386-394.
- [79] I. CLAUDET. Électrisation de l'enfant. Urgences 2009
- [80] Electrical Installation Guide: According to IEC International Standards. 2008.SHneider electric.
- [81] Fabienne Saulnier. Accident d'électrisation. Actualités en réanimation et urgences 2005: XXXIIIe Congrès de la société de réanimation de langue française.
- [82] Ainaud P., Hautier A., Bernini V., Magalon G., Manelli J.-C. Électrifications. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris). Traité de Médecine Akos. 7-1054, 2008.
- [83] M. A.Cooper. Emergent Care of Lightning and Electrical Injuries. Department of Emergency Medicine, University of Illinois at Chicago 60612-7354, USA. Semin Neurol. 1995 Sep; volume 15(3):268-78, PMID: 8570929 [PubMed].
- [84] Aurengo H, Bargues L, Folliot D. Accidents d'électrisation : Conditions du traumatisme et physiopathologie des dommages
- [85] Gastine H., Mathé D., Gay R.: Electrification. Données actuelles et conduite à tenir. Rev. Prat., 33: 229-36, 1983.
- [86] Pintat A, Kras É. Brûlures électriques vraies chez l'enfant. Presse Med. (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.lpm.2016.05.025>
- [87] Véronique Dode. Prise en charge des électrifications à propos de 135 cas. Thèse en médecine, GRENOBLE, N° :84,1991.

- [88] AURENGO André, PETITCLERC Thierry, KAS Aurélie. Biophysique (4^e ÉDITION). 2013. Paris. Lavoisier SAS
- [89] E. Gachie, V. Casoli. Séquelles de brûlures des mains. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2011) 56, 454—465
- [90] Coban Y. Rhabdomyolysis, compartment syndrome and thermal injury. *World J Crit Care Med* 2014 ; 3 ; 1-7
- [91] Kopp J, Loos B, Spiler G, Horch RE. Correlation between serum creatinine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns. *Burns* 2004;30:680-3.
- [92] Dr Soumia BOUGASSA . La prise en charge des brûlures graves de l'enfant en milieu de réanimation. Thèse de médecine. 2008. Faculté de médecine et de pharmacie de rabat
- [93] Carleton SC. Cardiac problems associated with electrical injury. *Cardiol Clin* 1995;13:263-6.
- [94] Beauchier J-P. Traité de médecine légale, 2^{ème} édition, De Boeck; 2011.
- [95] Koumbourlis AC. Electrical injuries. *Crit Care Med* 2002;30(Suppl.):S424–30.
- [96] Jensen PJ, Thomsen PE, Bagger JP, et al. Electrical injury causing ventricular arrhythmias. *Br Heart J* 1987;57:279–83.
- [97] Siah S., Fouadi F.E., Ababou K., Ihrai I., Drissi N.K. Arrêt cardiocirculatoire par accidents d'électrisation : intérêt de défibrillateur semi automatique . *Annals of Burns and Fire Disasters* - vol. XXIV - n. 1 - March 2011
- [98] Ku CS. Myocardial damage associated with electrical injury. *Am Heart J*. 1989;148:365. [[PubMed](#)]

- [99] Walton AS. Myocardial infarction after electrocution. Med J Aust. 1988;148:365. [\[PubMed\]](#)
- [100] A. Landié, A. Delahaye. Électrisé, foudroyé. Service de Réanimation, Hôpital Jacques Puel, 12000 Rodez. Le Congrès 2014 SFAR
- [101] Kim SH, Cho GY, Kim MK, Park WJ, Kim JH, Lion HE, Lim SY, Shim C. Alteration in left ventricular function assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography and the clinical utility of cardiac troponin I in survivors of high-voltage electrical injury. Crit Care Med 2009 ; 37 : 1282-7.
- [102] Fish RM. Electric injury, part I: treatment priorities, subtle diagnostic factors, and burns. J Emerg Med 1999;17:977-83.
- [103] Park KH, Park WJ, Kim MK, Kim HS, Kim SH, Cho GY, Choi YJ. Alterations in arterial function after high-voltage electrical injury. Crit Care 2012 ; 16 : R 25.
- [104] Moussaoui A., Fejjal N., Achbouk A., Tourabi K., Ribag Y., Bakkali H., Ababou K., Ihrai H. L'attitude chirurgicale dans les brûlures électriques grave par haut voltage : à propos de deux cas. Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXI - n. 2 - June 2008
- [105] Belmir R., Fejjal N., El Omari M., El Mazouz S., Gharib N., Abassi A., Belmahi A. Les brûlures électriques par haut voltage à propos de 10 cas Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXI - n. 3 - September 2008
- [106] Chuang SS, Yu ML. Delayed obturator artery rupture: A complication of high-voltage electrical injury. Burns. 2003;29(4):395-398. [PubMed](#) | [Google Scholar](#)
- [107] Duff K, McCaffrey RJ. Electrical injury and lightning injury: a review of their mechanisms and neuropsychological, psychiatric and neurological sequelae. Neuropsychology Review. 2001; 11 (2): 101-116. [PubMed](#) | [Google Scholar](#)

- [108] Chabernaude JL, Claudet I, Rebouissoux L. Accidents et jeux dangereux chez l'enfant. *EMC – Pédiatrie* 2016;0(0):1-19 [Article 4-121-D-10].
- [109] Garcia CT, Smith GA, Cohen DM, Fernandez K. Electrical injuries in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med* 1995 ; 26 : 604-8.
- [110] Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL, Turgeon JP. Cardiac monitoring of children with household electrical injuries. *Ann Emerg Med* 1995 ; 25 : 612-7.
- [111] Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL. Experience with guidelines for cardiac monitoring after electrical injury in children. *Am J Emerg Med* 2000 ; 18 : 671-5.
- [112] Wilson CM, Fatovich DM. Do children need to be monitored after electric shocks? *J Paediatr Child Health* 1998 ; 34 : 474-6.
- [113] Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL. Cardiac monitoring of high-risk patients after an electrical injury: a prospective multicentre study. *Emerg Med* 2007 ; 24 : 348-52.
- [114] Cohen JA. Autonomic nervous system disorders and reflex sympathetic dystrophy in lightning and electrical injuries. *Semin Neurol*, 1995, 15 (4) : 387-390.
- [115] Wibourn AJ. Peripheral nerve disorders in electrical and lightning injuries. *Semin Neurol* 1995 ; 15 : 241-55.
- [116] Pliskin NH, Capelli-Schellpfeffer M, Law RT, Malina AC, Kelley KM, Lee RC. Neuropsychological symptom presentation after electrical injury. *J Trauma*, 1998, 44 (4) : 709-715.
- [117] Janus TJ, Barrash J. Neurologic and neurobehavioral effects of electric and lightning injuries. *J Burn Care Rehabil*, 1996, 17 (5) : 409-415.
- [118] Grube BJ, Heimbach DM, Engray LH, Copass MK. Neurologic consequences of electrical burns. *J Trauma* 1990 ; 30 : 250-8

- [119] Cherington M. Central nervous system complications of lightning and electrical injuries . Semin Neurol 1995 ; 15 : 233-40
- [120] Remensnyder JP. Acute electrical injuries. In: Martyn JA, editor. Acute management of the burned patient. Philadelphia: WB Saunders; 1990. p. 66-86.
- [121] Echinard C.Latarjet J. Les brûlures. Abrégés. Paris: Masson; 1993. p. 227-40.
- [122] Gueugniaud PY. Apport de l'hémodiafiltration continue au traitement des brûlés graves. In: Journois D, éd. Hémodiafiltration continue . Paris: Elsevier, 1993:209-19
- [123] MILLER F.E, PETERSON D. MILLER J.Abdominal visceral perforation secondary to electrical injury :Case report and review of the littérature. BURNS,1986, vol : 12(7), p :505-507.
- [124] Echinard C.Latarjet J. Brûlures électriques. In : Les brûlures. Abrégés. Paris: Masson; 2010. p.452.
- [125] Dr Philippe Brissaud. Complications ostéoarticulaires des accidents électriques
- [126] Jeanne Mager Stellman. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, Volume 2
- [127] E. Conti. Les brûlures de la main chez l'enfant. Chirurgie de la main 32S (2013) S63–S71.Elsevier Masson SAS
- [128] Folliot D. Accidents dus à l'électricité. In: Toxicologie-pathologie professionnelle. Paris France: Encycl. Méd. Chir.; 1991. p. 1-15.
- [129] Hafidi J., El Mazouz S., El Mejatti H., Fejjal N., Gharib N.E., Abbassi A., Belmahi A.M. Lambeaux autofermants pour le traitement des brûlures électriques de scalp par haut voltage. June 2011.Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXIV - n. 2 - June 2011
- [130] Martinez JA, Nguyen T. Electrical injuries. South Med J 2000;93(12):1165-8.

- [131] Dubien PY, Bertin-Maghit M, Gueugniaud PY, Bouchard C, Ould-Aoudia T, Petit P. Brûlures par électrisation. *Presse Med* 1996;25(36):1781-5.
- [132] Echinard C, Latarjet J. Les brûlures. Abrégés. Paris: Masson;2010. p.454 .
- [133] M. Costagliola. Principes généraux de la chirurgie reconstructrice des séquelles de brûlures. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2011) 56, 354—357
- [134] K. Chekaroua, J.-L. Foyatier. Traitement des séquelles de brûlures : généralités. *EMC-Chirurgie 2* (2005) 153—161
- [135] LINARES H.A. Elastic tissue and hypertrophic scars. *Burns*, 1977; 3; 7- 12
- [136] Spurr ED, Shakespeare PG. Incidence of hypertrophic scarring in burn-injured children n.d. *Burns* 1990;16(3):179—81, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030541799090034T>.
- [137] Baker RHJ, Townley WA, McKeon S, Linge C, Vijh V. Retro-spective study of the association between hypertrophic burn scarring and bacterial colonization. *J Burn Care Res* 2007;28:152—6.
- [138] Cubison TCS, Pape SA, Parkhouse N. Evidence for the link between healing time and the development of hypertrophic scars (HTS) in paediatric burns due to scald injury. *Burns* 2006;32:992—9.
- [139] Plancq M-C, Canarelli J-P, James I. Cicatrisation physiologique et pathologique. Réparation tissulaire chez l'enfant. Montpellier: Sauramps médical; 2014: 23.
- [140] Correia N, Binet A, Caliot J, Poli-Merol M-L, Bodin F, François- Fiquet C. [The role of balneology in plastic surgery]. *Ann Chir Plast Esthet* 2016;61:16—22.
- [141] Tuan TL, Nichter LS. The molecular basis of keloid and hyper-trophic scar formation. *Mol Med Today* 1998;4(1):19—24.

- [142] Martinet L. La cicatrice chéloïde, étude rétrospective sur 15 ans, indications thérapeutiques. Nantes: Faculté de médecine; 2007.
- [143] Lancerotto L, Stecco C, Macchi V, Porzionato A, Stecco A, De Caro R. Layers of the abdominal wall: anatomical investigation of subcutaneous tissue and superficial fascia. *Surg Radiol Anat* 2011;33:835—42.
- [144] Chopra J, Rani A, Rani A, Srivastava AK, Sharma PK. Re- evaluation of superficial fascia of anterior abdominal wall: a computed tomographic study. *Surg Radiol Anat* 2011;33: 843—9.
- [145] Revol M, Biender J, Danino A, May P, Servant J. Manuel de chirurgie plastique, esthétique et reconstructrice. Montpellier: Sauramps médical; 2009: 272—5.
- [146] A. Mojallal, J.-P. Comparin, A. Chichery, D. Voulliaume, J.-L. Foyatier . Traitement des séquelles de brûlures des membres. *EMC-Chirurgie 2* (2005) 565–578
- [147] **Wallace BH, Cone JB, Vanderpool RD, et al.** Retrospective evaluation of admission criteria for paediatric electrical injuries. *Burns* 1995;21:590–3.
- [148] **Cunningham PA.** The need for cardiac monitoring after electrical injury. *Med J Aust* 1991;154:765–6.
- [149] International Liaison Committee on Resuscitation. The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) consensus on science with treatment recommendations for pediatric and neonatal patients: pediatric basic and advanced life support. *Pediatrics* 2006 ; 117 : e955-77.
- [150] **Brown K, Lightfoot C.** The 2005 guidelines for CPR and emergency cardiovascular care: implications for emergency medical services for children. *Clin Ped Emerg Med* 2006 ; 7 : 105-13.

- [151] **Jowdar S., Kismoune H., Boudjemia F, Bacha D.** Les brûlures électriques - Etude rétrospective et analytique à propos de 588 cas sur une décennie 1984-1993. *Annals of Burns and Fire Disasters* - vol. X - n. 1 - March 1997
- [152] **Spies C, Trohman RG.** Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries. *Ann Intern Med* 2006 ; 145:531-7
- [153] **B. Blettery, J.-M. Doise.** électrisation et électrocution. Réanimation médicale. Collège national des enseignants de la réanimation médicale.
- [154] **Duffy JB, McLaughlin PM, Eichelberger MR.** Assessment, triage, and early management of burns in children. *Clin Ped Emerg Med* 2006 ; 7 : 82-93.
- [155] **Demling RH, Lalonde C.** Electrical burns. In : Blaisdell FW. Trunkey DP, eds. *Burn Trauma, Trauma Management Volume IV*. New York: Thieme, 1989:221-4
- [156] **Choinière M, Melzack R, Rondeau J, Girard N, Paquin MJ.** The pain of burns: characteristics and correlates. *J Trauma* 1989;29(11):1531—9.
- [157] **Gottrand L, et al.** Apport de la médecine physique et réadaptation en chirurgie plastique pédiatrique. *Ann Chir Plast Esthet* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2016.07.007>
- [158] **Hyland E, D'Cruz R, Harvey J, Moir J, Parkinson C, Holland A.** An assessment of early child life therapy pain and anxiety management: a prospective randomized controlled trial. *Burns* 2015;41(8):1642—52.
- [159] **Gastinne H, Mathé D, Gay R.** Électrisation. Données actuelles et conduite à tenir. *Rev Prat* 1983;33:229-36
- [160] **Coudriou C, et al.** Faut-il choisir entre le risque thrombotique et le risque hémorragique chez les brûlés par électrisation. *Le Praticien en anesthésie réanimation* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.pratan.2014.03.008>

- [161] Jaloux C, et al. Les cicatrices chéloïdes (deuxième partie) : arsenal et stratégie thérapeutique. Ann Chir Plast Esthet (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2016.04.006>
- [162] Alster T. Laser scar revision: comparison study of 585-nm pulsed dye laser with and without intralesional corticosteroids. Dermatol Surg 2003;29(1):25—9.
- [163] Tredget EE, Nedelec B, Scott PG, Ghahary A. Hypertrophic scars, keloids, and contractures. The cellular and molecular basis for therapy. Surg Clin North Am 1997;77(3):701—30.
- [164] Ranson M-O, Coti-Bertrand P, Hohlfeld J, De Buys R. La prise en charge nutritionnelle de l'enfant brûlé. Arch Pediatr 2010;17:877—8.
- [165] Chang D, DeSanti L, Demling R. Anticatabolic and anabolic strategies in critical illness: a review of current treatment modalities. Shock 1998;10(3):155—60.
- [166] **C.-A. Bach, P. Richard d, I. Constant, M.-P. Vazquez, E. Conti.** Le pansement par exposition à l'air dans le traitement des brûlures de l'enfant The exposure method of treatment of burns in children Annales de chirurgie plastique esthétique (2013) 58, 373—378
- [167] **Sandrine Wiramus, Elisa Richter, Noémie Desbordes, Anthony Kern, Corinne Birra, Catherine Sartor, Pierre Ainaud, Victor Bernini, Jacques Albanese.** Incidence des infections de brûlures : intérêt d'un protocole de toilette et pansement (étude observationnelle avant/après) <http://dx.doi.org/10.1016/j.anrea.2015.07.466>
- [168] Simons MA, Kimble RM. 2010. Les brûlures chez les enfants. In: JH Stone, M Blouin, editors. International Encyclopedia of Rehabilitation. Available online: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/fr/article/119/>

- [169] **Lamy Jérémie.** Place des substituts cutanés dans le traitement chirurgical des grands brûlés sur plus de 60% de la Surface corporelle. Revue de patients sur 10 ans dans le centre des brûlés adultes du CHRU de Tours.2011. Thèse de médecine. Faculté de médecine de TOURS
- [170] **Pietsch J, Netscher D, Nagaraj H, Groff D.** Early excision of major burns in children: effect on morbidity and mortality. J Pediatr Surg 1985;20(6):754—7.
- [171] **Revol M, Servant J,-M.** Principes de la chirurgie plastique EMC (Elsevier Masson SAS, paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, 45-020, 2010
- [172] **N. Sakhi , N. Bery , M. Ezzoubi , M. Diouri , A. Chlihi , N. Bahechar , El Boukind.** Cicatrisation chez les enfants brûlés. Centre national des brules et de la chirurgie réparatrice, Ibn Rochd, Casablanca, Maroc
- [173] **C. de Vaumas, R. Bronchard, P. Montravers.** Traitements non médicamenteux des infections cutanées graves : oxygénothérapie hyperbare, pansements et thérapeutiques locales. Annales Françaises d’Anesthésie et de Réanimation 25 (2006) 986–989
- [174] **Winter GD.** Effect of air exposure and occlusion on experimental human skin wounds. Nature 1963;200:378–9.
- [175] **Tredget EE, Shankowsky HA, Groeneveld A, Burrell R.** A matched-pair, randomized study evaluating the efficacy and safety of acticoat silvercoated dressing for the treatment of burn wounds. J Burn Care Rehabil 1998;19:531–7.
- [176] **Fong J, Wood F, Fowler B.** A silver coated dressing reduces the incidence of early burn wound cellulitis and associated costs of inpatient treatment: comparative patient care audits. Burns 2005;31:562–7.

- [177] **A.-S . de Buys Roessingh, J. Hohlfeld.** Brûlure chez l'enfant : évaluation en surface et profondeur Soins primaires : pansements. Disponible sur science direct
- [178] **Artz CP, Gasto NB. A.** reappraisal of the exposure method in the treatment of burns, donor sites and skin grafts. *Ann Surg* 1960;151:939—50.
- [179] **Pinatel B, Bach C, Braye F.** Les incisions de décharge chez le brûlé : indications et technique chirurgicale. *Urgence Prat* 2010;100:33—4.
- [180] **Holman SP, Shaya ES, Hoffmeister FS, Edgerton Jr MT.** Studies on burns. I The exposure method vs occlusive dressings in the local treatment of experimental burns *Ann Surg* 1956;143:49— 56.
- [181] **le Collège de la Haute Autorité de santé** Actes de prise en charge de plaies complexes à l'aide d'un appareil de traitement par pression négative. Date de validation par le collège : 03 février 2016
- [182] **G. Philouze M. Scotté .** Cicatrisation dirigée par pression négative avec le système VAC : principes, techniques et indications. 2013 Elsevier Masson SAS <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpuro.2013.05.006>
- [183] European Wound Management Association (EWMA). Document de Référence : la pression négative topique dans la prise en charge des plaies. Londres: MEP Ltd; 2007.
- [184] Kalailieff D. Vacuum-assisted closure: wound care technology for the new millennium. **Perspectives** 1998;22(3):28-9.
- [185] **H. Maillard.** La thérapie à pression négative : la TPN. *Annales de dermatologie et de vénéréologie* (2015) 142, 498—501
- [186] **Mouës CM, Heule F, Hovius SER.** A review of topical negativepressure therapy in wound healing: sufficient evidence? *Am JSurg* 2011;201:544—56.

- [187] **DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX, et al.** The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower-extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg* 2001;108(5):1184-91.
- [188] Haute Autorité de santé. Traitement des plaies par pression négative (TPN). 2011.
- [189] Traitement des plaies complexes. Thérapie par pression négative (TPN). Juin 2015. Institut national d'excellence en santé et en services sociaux
- [190] **Jouglaard JP, Manelli JC, Gaujoux F.** Brûlures récentes. In: Banzet P, Servant JM, editors. *Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*. Paris: Flammarion; 1994. p. 615-45.
- [191] **Ong YS, Samuel M, Song C.** Meta-analysis of early excision of burns. *Burns* 2006;32:145-50.
- [192] **Gemmsor.** Rééducation de la main et du poignet : Atlas pratique d'anatomie et de rééducation. 2013. Elsevier Masson SAS
- [193] **Conti E.** Les brûlures de la main chez l'enfant. *Chir Main* 2013;32(Suppl. 1):S63
- [194] **Dr David Picovski.** Le traitement chirurgical des brûlures récentes. Dernière mise à jour le 28 septembre 2012
- [195] **Desai MH, Herndon DN, Broemling L, et al.** Early burn wound excision significantly reduces blood loss. *Ann Surg* 1990 ; 221 : 753-612.
- [196] **Pape SA, Skouras Ca, Byrne PO.** An audit of the use of Laser Doppler Imaging in the assesment of burns of intermediate depth. *Burns* 2001 ; 27 : 223-239.
- [197] **Deitch EA, Wheelahan TM, Rose MP, et al.** Hypertrophic burn scars ; analysis of variable. *J Trauma* 1983 ; 23 : 895-898.

- [198] **Irei M, Abston S, Bonds E, et al.** The optimal time for excision of scald burns. *J Burn Care Rehabil* 1986 ; 7 : 508-510.
- [199] **Fabia R, Groner JI.** Advances in the care of children with burns. *Adv Pediatr* 2009;56:219—48.
- [200] **Janzekovic Z.** A new concept in the early excision and immediate grafting of burns. *J Trauma* 1970;10(12):1103—8.
- [201] **Boussard N, Gayet C, Rose E, Prevot J.** Excision greffe précoce chez l'enfant brûlé : à propos de 49 cas. Étude rétrospective 1986—1987. *Chir Pediatr* 1988;29(6):336—41.
- [202] **GURUNLUOGLU R.** Experiences with waterjet hydrosurgery system in wound debridement. 2007.
- [203] **Revol M, Servant J-M.** Greffes cutanées. *EMC - Tech Chir - Chir Plast Reconstr Esthet* 2010;5:1—11. [http://dx.doi.org/ 10.1016/S1286-9325\(10\)31926-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1286-9325(10)31926-1).
- [204] **Depoortère C, et al.** Particularités de la greffe cutanée en chirurgie plastique pédiatrique. *Ann Chir Plast Esthet* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2016.07.015>
- [205] **Amar R, Dessapt B.** In: *Les greffes de peau. Biologie et technique.* Paris: Masson; 1985. p. 31-7.
- [206] **K. Chekaroua, J.-L. Foyatier.** Traitement des séquelles de brûlures : généralités. *EMC-Chirurgie 2* (2005) 153–161
- [207] Comparative study of split thickness skin grafts taken from the scalp and thigh in children. - PubMed - NCBI n.d. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/doc-distant.univ-lille2.fr/pubmed/8198719> (accessed July 1, 2016).

- [208] **Chester SJ, Stockton K, De Young A, Kipping B, Tyack Z, Griffin B, et al.** Effectiveness of medical hypnosis for pain reduction and faster wound healing in pediatric acute burn injury: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2016;17:223. <http://dx.doi.org/10.1186/s13063-016-1346-9>.
- [209] **Pannier M, Martinot V, Castède JC, Guitard J, Robert M, Le Touze A, et al.** Efficacy and tolerance of Algosteril (calcium alginate) versus Jelonet (paraffin gauze) in the treatment of scalp graft donor sites in children. Results of a randomized study. *Ann Chir Plast Esthet* 2002;47:285—90.
- [210] **BEAUVILLAIR DE MONTREUIL C, BESSEDE JP.** Chirurgie des tumeurs cutanées de la face. Page : 118
- [211] **Dr BOUKIND SAMIRA.** La greffe de peau totale dans le traitement des brûlures de la main : à propos de 40 cas. Thèse de médecine. Université CADI AYYAD, Faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech
- [212] **Touria Olbrdad.** Le derme artificiel dans la reconstruction cutanée : Matriderm R et Integra R . Sciences pharmaceutiques. 2013.
- [213] **J.G.MARCHAND** Integra®, matrice de régénération dermique, quelques indications atypiques dans service de la chirurgie plastique du CHU de Poitiers. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, 2007. Université de Poitiers. P.33.
- [214] **JF et AL.BURKE.** Successful use of a physiologically acceptable artificial skin in the treatment of exclusive burn injury. *Ann Surg.* 1981; 194(4): 413-428.
- [215] **T.SAKSIC, JF.BURN.** The use of “artificial skin” for burns. *Ann Rev Med.* 1987; 38: 107-117.

- [216] **JF.BURKE.** Observations on the development and clinical use of artificial skin - An attempt to employ regeneration rather than scar formation in wound healing-. Jpn J sug. 1987; 17(6): 431-438.
- [217] **F.CHARLOTTE.** Histologie et mécanisme de la cicatrisation. ANMSR 1995. Disponible à partir de URL : <http://www.anmsr.asso.fr/anmsr00/36Cica/cicachar.html>
- [218] Peau artificiel Integra®, matrice de régénération dermique ; manuel d'instruction destiné au pharmacien hospitalier. Integra LifeScience corporation. 2001: 9-10.
- [219] Peau artificiel Integra®, matrice de régénération dermique ; manuel d'instruction destiné au pharmacien hospitalier. Integra LifeScience corporation. 2001: 40-41.
- [220] **E.DANTZER, FM.BRAYE.** Integra, a new surgical alternative for the treatment of massive burns. Clinical evaluation of acute and reconstructive surgery: 39 cases. Ann Chir Plast Esthet, 2001; 46(3): 137-189.
- [221] Congrès National de la Société Française de Chirurgie Plastique Reconstructrice et Esthétique No41, Paris , FRANCE (23/10/1996). 1996, vol. 41, no 5, pp. 413-594 (31 ref.), pp. 511-540
- [222] **M. Duclert-Bompaire, A. Sallot, H. Lardy, A. Le Touze.** L'expansion cutanée chez l'enfant : indications et gestion des complications. Notre expérience sur 10 ans.. Annales de chirurgie plastique esthétique 2016
- [223] **Pr Dominique CASANOVA.** L'expansion cutanée : technique et indications. Mise à jour : 2006 www.cicatrisation.info
- [224] **Baux S., Mimoun M., Kirsh S.M., Dubert T.:** Les prothèses d'expansion cutanée et leur utilisation en dehors de la reconstruction mammaire (54 cas). Anal. Chirur. Plast. Esthét., 33: 159-62, 1989.

- [225] **Chossagne J.F., Brice M., Maxaut P., Flot F., Dindhoan G.**: Evolution des idées dans les techniques de réparation du scalp. *Anal. Chirur. Plast. Esthét.*, 31: 325-35, 1986.
- [226] **Ezzoubi M., Ettalbi S., Fassi Fihri J., El Mounjid S., Benbrahim A., Bahechar N., Boukind E.H.** Expansion cutanée dans les séquelles de brûlures .*Annals of Burns and Fire Disasters* – vol. XVI- n.4- December 2003
- [227] **Jean-Pierre Chavoin, Jean- Louis Grolleau- Raoux, Vincent Pinsolle, Ignacio Garrido –Stowhas, Dimitri Gangloff, François Canizares, Corinne Guegantou.** Chirurgie plastique et esthétique: Techniques de base. 2009 Elsevier Masson SAS
- [228] Expansion cutanée. Chirurgie plastique générale I. <http://www.hopitalsaintlouis.org/>
- [229] **E. CHERENFANT, L. TEOT, S. OTMAN, O. GRIFFE.** Intérêt de l'expansion cutanée dans le traitement des brides cutanées rétractiles de la région du cou après brûlure. Service des Brûlés – Hôpital Lapeyronie. 34059 MONTPELLIER Cedex. <http://www.sffpc.org/>
- [230] **S. Pascal, C. Philandrianos, B. Bertrand, J. Bardot, N. Degardin, D. Casanova.** Les complications de l'expansion cutanée en pédiatrie : diagnostic, prise en charge et prévention. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2016)
- [231] **Gibstein LA, Abramson DL, Bartlett RA, Orgill DP, Upton J, Mulliken JB.** Tissue expansion in children: a retrospective study of complications. *Ann Plast Surg* 1997;38(4):358—64
- [232] **De Agustin JC, Morris SF, Zuker RM.** Tissue expansion in pediatric burn reconstruction. *J Burn Care Rehabil* 1993;14(1): 43—50.
- [233] **Iconomou TG, Michelow BJ, Zuker RM.** Tissue expansion in the pediatric patient. *Ann Plast Surg* 1993;31(2):134—40.

- [234] **De Agustín JC, Morris SF, Zuker RM.** [Tissue expansion in the reconstruction of post-burn lesions in childhood]. *Cir Pediatr* 1994;7(4):174—8.
- [235] **Casanova D, Bali D, Bardot J, Legre R, Magalon G.** Tissue expansion of the lower limb: complications in a cohort of 103 cases. *Br J Plast Surg* 2001;54(4):310—6.
- [236] **Neale HW, High RM, Billmire DA, Carey JP, Smith D, Warden G.** Complications of controlled tissue expansion in the pediatric burn patient. *Plast Reconstr Surg* 1988;82(5): 840—8.
- [237] **Adler N, Dorafshar AH, Bauer BS, Hoadley S, Tournell M.** Tissue expander infections in pediatric patients: management and outcomes. *Plast Reconstr Surg* 2009;124(2):484—9.
- [238] **Londner J, Magalon G, Bardot J.** Expansion cutanée : techniques et indications. *EMC Tech Chir — Chir Plast Reconstr Esthet*, Paris: Elsevier Masson SAS; 2010. p. 1—20 [5(3)].
- [239] **Huang X, Qu X, Li Q.** Risk factors for complications of tissue expansion: a 20-year systematic review and meta-analysis. *Plast Reconstr Surg* 2011;128(3):787—97.
- [240] **Friedman RM, Ingram AE, Rohrich RJ, Byrd HS, Hodges PL, Burns AJ, et al.** Risk factors for complications in pediatric tissue expansion. *Plast Reconstr Surg* 1996;98(7):1242—6.
- [241] **Thierry Bezzola.** Efficacité de l'application de sangsues sur un modèle de lambeau cutané de type « RANDOM » chez le chat. Thèse de médecine. 2007. Faculté de médecine. Section de médecine clinique. Département de Chirurgie. Service de Chirurgie plastique et reconstructive. Université de Genève
- [242] **D. Le Nen.** Classification des lambeaux cutanés

- [243] **J-M Amici, M-L Dordain-Bigot, E wetterwald, J-Y Bailly.** Analyse des mouvements tissulaires et principes des lambeaux. Chirurgie dermatologique. 2012 Elsevier Masson SAS
- [244] **Preaux J.** Les bases de la réparation . Nouv Dermatol 1990 ; 9 : 559 – 67 .
- [245] **Robinson JK** Basic cutaneous surgery concepts. In : Robinson JK , Arndt KA, Le Boit PE, Wintroub BU , editors. Atlas of cutaneous surgery. Philadelphia : Saunders ; 1996. p. 1 – 4.
- [246] **Schoofs M., Ebelin M.** Couverture cutanée de la main et des doigts. Chirurgie plastique reconstructive et esthétique- techniques chirurgicales-EMC. Elsevier Masson, 2009, Vol. 45-700.
- [247] **Binder JP, Revol M.** Lambeaux fasciocutanés. EMC - Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique 2012;7(4):1-9 [Article 45-090].
- [248] **Ponten B** (1981) The fascio-cutaneous flap, its use in soft tissue defects of the lower leg. Br J Plast Surg 34: 215-20
- [249] **G.Magalon, R. Vanwijck.** Du pansement à la chirurgie. Guide des plaies. 2003. John Libbey Eurotest, Paris
- [250] **Binder JP, Servant JM, Revol M.** Lambeaux cutanés. EMC - Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique 2014;9(3):1-11 [Article 45-080].
- [251] **CallegariPR, TaylorGI, Caddy CM, Minabe T.** An anatomic review of the delay phenomenon. I. Experimental studies. Plast Reconstr Surg1992 ; 89 ; 397-407.
- [252] **MorrisSF, TaylorGI .** Predicting the survival of experimental skin flaps with ba knoweledge of the vascular architecture. Plast Reconstr Surg1993 ; 92 ; 1352-61.

- [253] **Taylor GI, Corlett RJ, Caddy CM, Zelt RG.** An anatomic review of the delay phenomenon. II. Clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 1992 ; 89 ; 408-16.
- [254] **Milton SH.** Pedicled skin-flaps: the fallacy of the length: width ratio. *Br J Surg* 1970;**57**:502–8.
- [255] **Mathes SJ, Nahai F.** Classification of the vascular anatomy of muscles : experimental and clinical correlation. *Plast Reconstr Surg* 1981 ;67 :177-87
- [256] **Pr. Philippe PELISSIER.** Plasties cutanées. Centre F.X. Michelet. CHU de Bordeaux www.e-plastic.fr
- [257] **Servant JM , Revol M .** Les lambeaux cutanés . EMC Techniques chirurgicales – Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique 1990 ; 45 – 080 .
- [258] **Larrabee WF, Sutton D.** The biomechanics of advancement and rotation flaps . *Laryngoscope* 1981 ; 91 : 726 – 34 .
- [259] **Imre J.** Lidplastik und plastische Operationen anderer weichteile des Gesichts. Budapest: Studium Verlag; 1928.vice de Chirurgie Plastique
- [260] **Dufourmentel C, Mouly R.** Plaies et cicatrices de la face. Paris: Masson; 1966.
- [261] **Kazanjian VH, Converse JM.** The surgical treatment of facial injuries. Baltimore: Williams and Wilkins; 1974. p. 585–603.
- [262] **McGregor IA, Jackson IT.** The groin flap. *Br J Plast Surg* 1972;25:3–16.
- [263] **Baron JL, Benichou M, Louchahi N, Gomis R, Reynaud JP, Allieu Y.** Technique et indications actuelles du lambeau inguinal pédiculé en chirurgie de la main : à propos de cent observations. *Ann Chir Plast Esthet* 1991;**36**:31–44.
- [264] **Chow JA, Bilos J, Hui P, Hall RF, Seyfer AE, Smith AC.** The groin flap in reparative surgery of the hand. *Plast Reconstr Surg* 1986;**77**:421–6.

- [265] **D.Voulliaume,I.Papalia et al.** Traitement des séquelles de brûlures. Brûlure des mains. *Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique reconstructive et esthétique-EMC*. Elsevier Masson, 2005, Vol. 2: 579-591.
- [266] **Dap F, Duteille F, Dautel G.** Les traumatismes de la première commissure. Indications chirurgicales. *Ann Chir Plast Esthet* 2002;**47**:17–29.
- [267] **Curtis RM.** Cross finger pedicle flaps in hand surgery. *Ann Surg* 1957; **145**:650-5.
- [268] **Johnson KK, Iverson RE.** Cross finger pedicle flaps in the hand. *J Bone Joint Surg Am* 1971;**53**:913-9.
- [269] **Paklam A.** The reversed dermis flap. *Br J Plast Surg* 1978;**31**:131-5.
- [270] **Foucher G, Merle M, Debry R.** Le lambeau désépidermisé retourné. *Ann Chir Main* 1982;**1**:355-7.
- [271] **Urbaniak JR, Koman LA, Goldner RD,Armstrong NB, Nunley JA.** The vascularized cutaneous scapular flap. *Plast Reconstr Surg* 1982;**69**: 772-8.
- [272] **Brumback RJ, McBrideMG,Ortolani NC.** Functional evaluation of the shoulder after transfer of the vascularized latissimus dorsi muscle. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:377-82.
- [273] **Germann G, Bickert B, Steinau HU, Wagner H.** Versatility and reliability of the subscapular system. *Plast Reconstr Surg* 1999;**103**: 1386-99.
- [274] **Kawamura K, Yajima H, Tomito Y, Kubata Y.** Restoration of elbow function with latissimus dorsi myocutaneous flap transfer. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;**16**:84-90.
- [275] **Rogachefsky RA,AlyA, BrearleyW.** Latissimus dorsi pedicled flap for upper extremity soft tissue reconstruction. *Orthopedics* 2002;**25**:403-8.

- [276] **Vasconez LO.** Endoscopic latissimus dorsi flap harvesting. *Am J Surg* 2007;**194**:170-7.
- [277] **Masquelet A.-C.** Lambeaux pédiculés des membres. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-070, 2008.
- [278] **M. Costagliola.** Principes généraux de la chirurgie reconstructrice des séquelles de brûlures. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2011) 56, 354—357
- [279] **K. Chekaroua, J.-L. Foyatier.** Traitement des séquelles de brûlures : généralités. EMC-Chirurgie 2 (2005) 153—161
- [280] **Mustoe T.A., Cooter R.D., Gold M.H., Hobbs F.D., Ramelet A.A., Shakespeare P.G.:** International Advisory Panel on Scar Management. International clinical recommendations on scar management. *Plast. Reconstr. Surg.*: 110: 560-71, 2002.
- [281] **Ollstein R.N.:** Treatment of keloids by combined surgical excision and immediate post-operative X-ray therapy. *Ann. Plast. Surg.*, 7: 281-5, 1981.
- [282] Congrès National de la Société Française de Chirurgie Plastique Reconstructrice et Esthétique N°41, Paris , FRANCE (23/10/1996).1996, vol. 41, n° 5, pp. 413-594 (31 ref.), pp. 511-540
- [283] **Baux S.:** Les séquelles des brûlures. *Revue du Praticien*, pp. 577- 92: février 1980.
- [284] **Chafiki N., Fassi Fihri J., Boukind E.H** Les séquelles des brûlures : Epidémiologie et traitements. . *Annals of Burns and Fire Disasters* - vol. XX - n. 3 - September 2007
- [285] Singhal D, Chen YC, Seselgyte R, Chen PKT, Chen YR. Cranio-facial neurofibromatosis and tissue expansion: long-term results. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2012;65(7):956—9.

- [286] Voulliaume D, Chichery A, Chekaroua K, Comparin JP, Foyatier JL. [Tissue expansion in surgical treatment of burn scars of the scalp]. *Ann Chir Plast Esthet* 2007;52(6):590—9.
- [287] Gouet O, Boureau M, Pradet G, Iselin F. [Expansion of the facial integument in children]. *Ann Chir Plast Esthet* 1989;34(5): 421—5.
- [288] Mimoun M, Boccara D, Chaouat M. [Tissue expansion in burns sequelae]. *Ann Chir Plast Esthet* 2011;56(5):358—68.
- [289] F. Firmin, A. Marchac. La reconstruction auriculaire en cas de destruction par brûlures. *Annales de chirurgie plastique esthétique* (2011) 56, 408—416
- [290] **Atiyeh B.S., Ghanimeh G., Nasser A.A., Musharrafieh R.S.:** Surgical management of the burned hand: An update and review of the literature. *Annals of Burns and Fire Disasters*, 13: 230-3, 2000.
- [291] **Comparin JP, Foyatier JL, Masson CL.** Lambeaux de transposition et greffe de peau totale utilisées comme tissus d'interposition : L'expansion physiologique progressive. *Ann Chir Plast Esth* 1996 ; 41 : 541-546.
- [292] Dantzer E, Dias Garson MT, Queruel P. Device of the burnt face. Role of compression and splints. *Ann Chir Plast Esthet* 1995;**40**:293—301.
- [293] Desmoulière Hygia Paris 301111 1 — Desmouliere_Hygia_Paris_301111_pour_site.pdf. [Online]. Available: http://www.a-cadpharm.org/dos_public/Desmouliere_Hygia_Paris_301111_-pour_site.pdf [accessed: 09 May 2016].
- [294] **Li-Tsang CWP, Feng B, Huang L, Liu X, Shu B, Chan YTY, et al.** A histological study on the effect of pressure therapy on the activities of myofibroblasts and keratinocytes in hypertrophic scar tissues after burn. *Burns J Int Soc Burn Inj* 2015; 41(5):1008—16.

- [295] Mustoe TA et al. Plast Reconstr Surg 2002;110:560-571
- [296] Bayat A et al. BMJ 2003;326:88-92
- [297] Duquennoy-Martinot V, et al. La reprise de cicatrice chez l'enfant : situations cliniques et solutions. Ann Chir Plast Esthet (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.anplas.2016.05.009>
- [298] **Walha A, Kabuth B, le Duigou-Marchenoir N.** Troubles psycho-pathologiques chez les enfants brûlés. Étude de 24 enfants hospitalisés à l'hôpital d'enfants de Nancy. Neuropsychiatr Enfance Adolesc 2005;53(6):314—20.
- [299] Katherine L Tomkins and Andrew JA Holland. Electrical burn injuries in children.2008. Journal of Paediatrics and Child Health 44 (2008) 727–730
- [2] Sellamoni, S., Begum, U., Kumar, V., & Karthikeyan, G. (2016). Demographic Profile of Electrical Burns in a Tertiary Burn Care Centre. *IRA-International Journal of Applied Sciences*, 4(2), 284-295. doi:<http://dx.doi.org/10.21013/jas.v4.n2.p9>
- [301] Simon G. Talbot & Joseph Upton & Daniel N. Driscoll Changing trends in pediatric upper extremity electrical burns. American Association for Hand Surgery 2011
- [302] Muhammad Saaq, MBBS, FCPS. Epidemiology and Outcome of Childhood Electrical Burn Injuries at Pakistan Institute of Medical Sciences Islamabad, Pakistan. 2014 by the American Burn Association 1559-047X/2014.
- [303] Aslıhan ARASLI YILMAZ, Ali Osman KÖKSAL, Osman ÖZDEMİR, Mehtap ACAR, Gülten KÜÇÜKKONYALI, Yasemin İNAN, Sibel ÇELİK, Mine GÜVELOĞLU, Nesibe ANDIRAN, Sacit GÜNBEY. Evaluation of children presenting to the emergency room after electrical injury. Turkish Journal of Medical Sciences. (2015) 45: 325-328 © TÜBİTAK doi:10.3906/sag-1402-48

- [304] Miguel M. Glatstein, MD,* Itay Ayalon, MD,† Ehud Miller, MD,† and Dennis Scolnik, MB ChB. Pediatric Electrical Burn Injuries; Experience of a Large Tertiary Care Hospital and a Review of Electrical Injury. 2013. *Pediatric Emergency Care & Volume 29, Number 6, June 2013*
- [305] Celik A, Ergün O, Ozok G. J. Pediatric electrical injuries: a review of 38 consecutive patients. *Pediatr Surg.* 2004 Aug;39(8):1233-7.
- [306] Zubair M, Besner GE. Pediatric electrical burns: management strategies. *Burns* 1997;23:413–20.
- [307] George EN, Schur K, Muller M, Mills S, Brown TL. Management of high voltage electrical injury in children. *Burns* 2005;31:439–44.
- [308] Ramakrishnan MK, Babu M, Mathivanan, Ramachandran B, Balasubramanian S, Raghuram K. High voltage electrical burn injuries in teenage children—case studies with similarities (An Indian perspective). *Ann Burns Fire Disasters* 2013;26:121–4.
- [309] Tiwari VK, Sharma D. Kite-flying: a unique but dangerous mode of electrical injury in children. *Burns* 1999;25:537–9.
- [310] Luz DP, Millan LS, Alessi MS, et al. Electrical burns: a retrospective analysis across a 5-year period. *Burns* 2009;35:1015–9.
- [311] Rai J, Jeschke MG, Barrow RE, Herndon DN. Electrical injuries: a 30-year review. *J Trauma.* 1999;46(5):933–6.
- [312] Lee JW, Jang YC, Oh SJ. Paediatric electrical burn: outlet injury caused by steel chopstick misuse. *Burns* 2004;30:244–7.
- [313] Garcia CT, Smith GA, Cohen DM, Fernandez K. Electrical injuries in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med.* 1995 Nov;26(5):604-8.

- [314] Palmieri T, Nelson-Mooney K, Kagan R, Stubbs T, et al. Impact of hand burns on health-related quality of life in children younger than 5 years. *J Trauma Acute Care Surgery*. 2012;73:S197–204. [[PubMed](#)]
- [315] I. Claudet, C. Maréchal, C. Debuissou, S. Salanne. Risque de trouble du rythme et électrisation par courant domestique. Disponible en ligne 1 mars 2010
- [316] Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL. Cardiac monitoring of high-risk patients after an electrical injury: a prospective multicentre study. *Emerg Med* 2007 ; 24 : 348-52.
- [317] H.Alemayehu and A.Tarkowski et al. Management of electrical and chemical burns in children. *Journal of the Surgical Research*. 2014. available: www.sciencedirect.com.
- [318] Chekaroua K, Foyatier J-L, XXXXX XXXXX, et al. Traitement des séquelles de brûlures: Généralités. *Encyc. Méd. Chir. Techniques chirurgicales. Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*. 2005;2:153–61. [[Ref list](#)]
- [319] Sankale-Diouf AA, et al. Les cicatrices rétractiles de la main brûlée chez l'enfant. Une revue de 79 cas. *Ann Chir Main*. 1999;18:21–7. [[PubMed](#)]
- [320] Baux S. Crochets digitaux après brûlures. *Ann Chir Main*. 1983;2,4:354–5.
- [321] Vasseur C, et al. Les brûlures palmaires de la main de l'enfant. 81 observations. *Ann Chir Main*. 1994;13:233–9. [[PubMed](#)]
- [322] Chirurgie plastique cutanée de la main et de la pulpe. 2e éd. Paris: Masson; 1977.
- [323] Voulliaume D, Mojallal A, Comparin JP, Foyatier JL *Ann Chir Plast Esthet*. 2005 Aug; 50(4):314-9. [[PubMed](#)] [[Ref list](#)]
- [324] Arnoldo BD, Purdue GF, Kowalske K, et al. Electrical injuries: a 20 year review. *J Burn Care Rehabil* 2004;25:479.

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 le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- ◀ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية.
 - ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه.
 - ◀ وأن أمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول.
 - ◀ وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي.
 - ◀ وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب.
 - ◀ وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي.
 - ◀ وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي.
 - ◀ وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها.
 - ◀ وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد.
 - ◀ بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بالله.
- والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس – الرباط
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 86

سنة: 2017

الحروق الكهربائية عند الطفل
بمصلحة الجراحة التجميلية للأطفال
بمستشفى ابن سينا – الرباط
(بصدد 29 حالة)

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرفه

الآنسة: أحلام أجرواسي
المزودة في 17 غشت 1991

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: الحروق الكهربائية – الطفل – المتبقيات.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس	السيد: طارق المدحي
مشرف	أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
	السيد: نوفل فجال
	أستاذ في الجراحة الترميمية والتجميلية
	السيد: سيدي زوهير العلمي الفلوس
	أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
أعضاء	السيد: هشام زرهوني
	أستاذ في جراحة الأطفال
	السيد: محمد رامي
	أستاذ في جراحة الأطفال