



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITÉ MOHAMMED V
DE RABAT
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE
RABAT



Année : 2023

Thèse N° : 189

BANQUE DE PEAU : INTERET EN CHIRURGIE PLASTIQUE ET CHIRURGIE DES BRULES

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le : / /2023

PAR

Madame Meriem CHAOUQI
Ancienne Interne du CHU Ibn Sina de Rabat

Pour l'Obtention du Diplôme de
Docteur en Médecine

Mots Clés : Allogreffe cutanée; Banque de peau; Brûlure; Don d'organe

Membres du Jury :

Monsieur Karim ABABOU

Professeur de Chirurgie Réparatrice et Plastique

Monsieur Abdelhafid ACHBOUK

Professeur de Chirurgie Réparatrice et Plastique

Monsieur Jalal HAMAMA

Professeur de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

Monsieur Amine KHALES

Professeur de Chirurgie Réparatrice et Plastique

Monsieur Jawad HAFIDI

Professeur de Chirurgie Réparatrice et Plastique

Président du jury

Directeur de thèse

Juge

Juge

Juge

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ قَالُوا سُبْحَنَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ
الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴾ (٣٢)

[سُورَةُ الْبَقَرَةِ: ٣٢]

صِدْقُ اللَّهِ الْعَظِيمِ



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
2013 _ 2022: Professeur Mohamed ADNAOUI

ORGANISATION DECANALE :

- *Doyen*
Professeur Brahim LEKEHAL
- *Vice-Doyen chargé des Affaires Académiques et Estudiantines*
Professeur Amal THIMOU
- *Vice-Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération*
Professeur Taoufiq DAKKA
- *Vice-Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie*
Professeur Younes RAHALI
- *Secrétaire Général*
Mr. Mohamed KARRA

SERVICES ADMINISTRATIFS :

- *Chef du Service des Affaires Administratives*
Mr. Abdellah KHALED
- *Chef du Service des Affaires Estudiantines, Statistiques et Suivi des Lauréats*
Mr. Azzeddine BOULAAJOUL
- *Chef du Service de la Recherche, Coopération, Partenariat et des Stages*
Mr. Najib MOUNIR
- *Chef du service des Finances*
Mr. Rachid BENNIS
- *Chef du Service Informatique*
Mr. Abdelhakim EL MESSAOUDI

1 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS ET PHARMACIENS

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Décembre 1984

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

Médecine Interne – [Clinique Royale](#)
Anesthésie -Réanimation
Pathologie Chirurgicale

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Janvier et Novembre 1990
Pr. KHARBACH Aïcha

Médecine Interne

Gynécologie -Obstétrique

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZAD Rachid
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. SOULAYMANI Rachida

Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique [Méd. Chef Maternité des Orangers Rabat](#)
Pharmacologie [Doyen de la Fac. Phar. Abulcassis Rabat](#)
Pharmacologie- [Dir. Centre Anti Poison et de Pharmacovigilance](#)

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale [Doyen de FMPT](#)
Anesthésie Réanimation
Neurochirurgie
Cardiologie
Anatomie
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. SENOUCI Karima

Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques [Doyen de la FMPA](#)
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale – [Directeur du CHIS Rabat](#)
Immunologie
Chirurgie pédiatrique
Chirurgie Générale
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHERKAoui Lalla Ouafae
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie [*Inspecteur du SSM*](#)
Pédiatrie
Traumatologie – Orthopédie
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAoui Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. EL MESNAoui Abbes
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Décembre 1996

Pr. BELKACEM Rachid
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Chirurgie Pédiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Néphrologie
Cardiologie [*Directeur HMI Mohammed V Rabat*](#)

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BIROUK Nazha
Pr. FELLAT Nadia
Pr. KADDOURI Nouredine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAoui CHAFIQ
Pr. TOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Neurologie
Cardiologie
Chirurgie pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie [*Directeur Hôp. Ar-razi Salé*](#)
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER-RIHANI Hassan
Pr. BENKIRANE Majid*

Neurologie [*Doyen de la Fac. Méd. Abulcassis Rabat*](#)
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Hématologie

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUAMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine

Pneumo-phtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie

Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
 Pr. ECHARRAB El Mahjoub
 Pr. EL FTOUH Mustapha
 Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
 Pr. TACHINANTE Rajae
 Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Pneumo-phtisiologie
 Neurochirurgie
 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. GHARBI Mohamed El Hassan
 Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Neurologie
 Gastro-Entérologie
 Chirurgie Générale
 Cardiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Pédiatrie
 Urologie
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques
 Pédiatrie

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
 Pr. BENABDELJLIL Maria
 Pr. BENAMAR Loubna
 Pr. BENELBARHDADI Imane
 Pr. BENNANI Rajae
 Pr. BENOUACHANE Thami
 Pr. BEZZA Ahmed*
 Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
 Pr. BOUMDIN El Hassane*
 Pr. CHAT Latifa
 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. KABIRI EL Hassane*
 Pr. LAMRANI Moulay Omar
 Pr. LEKEHAL Brahim
 Pr. MEDARHRI Jalil
 Pr. MOHSINE Raouf
 Pr. NOUINI Yassine
 Pr. SABBAH Farid
 Pr. SEFIANI Yasser
 Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation
 Neurologie
 Néphrologie
 Gastro-Entérologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Rhumatologie
 Anatomie
 Radiologie
 Radiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique [Directeur Hôp. d'Enfants Rabat](#)
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie -
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie Générale [Directeur Hôpital Ibn Sina Rabat](#)
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique – [Doyen de la FMPR](#)
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Urologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Pédiatrie

Décembre 2002

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. CHOHO Abdelkrim*
Pr. CHKIRATE Bouchra
Pr. EL ALAMI EL Fellous Sidi Zouhair
Pr. FILALI ADIB Abdelhai
Pr. HAJJI Zakia
Pr. KRIOUILE Yamina
Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RAISS Mohamed
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
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. HACHI Hafid
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. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENYASS Aatif*

Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie [Directeur HMI Moulay Ismail-Meknès](#)
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Chirurgie pédiatrique
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie [V-D chargé Aff Acad. Est.](#)
Chirurgie Générale [Directeur de l' ERPPLM](#)

Ophtalmologie
Anatomie Pathologique
Oto-Rhino-Laryngologie
Gastro-Entérologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Neurologie
Traumatologie orthopédie [Directeur HM Avicenne-Marrakech](#)
Anatomie Pathologique
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Traumatologie orthopédie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Rhumatologie
Ophtalmologie
Rhumatologie [Directeur Hôp. Al Ayachi Salé](#)
Pédiatrie
Cardiologie

Pr. DOUDOUH Abderrahim*
 Pr. HESSISSEN Leila
 Pr. JIDAL Mohamed*
 Pr. LAAROUSSI Mohamed
 Pr. LYAGOUBI Mohammed
 Pr. ZERAIDI Najia

AVRIL 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
 Pr. BELMEKKI Abdelkader*
 Pr. BENCHEIKH Razika
 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. 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. SOUALHI Mouna
 Pr. TELLAL Saida*
 Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
 Pr. ACHACHI Leila
 Pr. AMHAJJI Larbi*
 Pr. AOUI Sarra
 Pr. BAITE Abdelouahed*
 Pr. BALOUCH Lhousaine*
 Pr. BENZIANE Hamid*
 Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 Pr. CHERKAOUI Naoual*
 Pr. EL BEKKALI Youssef*
 Pr. EL ABSI Mohamed
 Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 Pr. EL OMARI Fatima
 Pr. GHARIB Nouredine

Biophysique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Parasitologie
 Gynécologie Obstétrique

Rhumatologie
 Hématologie
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Chirurgie - Pédiatrique
 Chirurgie Cardio – Vasculaire. [Directeur Hôpital Ibn Sina Marr.](#)
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Médecine Interne
 Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Pharmacie Galénique
 Parasitologie
 Radiothérapie
 Psychiatrie
 Endocrinologie
 Pneumo – Phtisiologie
 Biochimie
 Pneumo – Phtisiologie

Réanimation Médicale
 Pneumo phtisiologie
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Anesthésie Réanimation
 Biochimie-Chimie
 Pharmacie clinique
 Ophtalmologie
 Pharmacie galénique
 Chirurgie cardio-vasculaire
 Chirurgie Générale
 Anesthésie Réanimation
 Psychiatrie
 Chirurgie plastique et réparatrice

Pr. HADADI Khalid*
 Pr. ICHOU Mohamed*
 Pr. ISMAILI Nadia
 Pr. KEBDANI Tayeb
 Pr. LOUZI Lhoussain*
 Pr. MADANI Naoufel
 Pr. MARC Karima
 Pr. MASRAR Azlarab
 Pr. OUZZIF Ez zohra*
 Pr. SEFFAR Myriame
 Pr. SEKHSOKH Yessine*
 Pr. SIFAT Hassan*
 Pr. TACHFOUTI Samira
 Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
 Pr. TANANE Mansour*
 Pr. TLIGUI Houssain
 Pr. TOUATI Zakia

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
 Pr. AGADR Aomar*
 Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
 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. 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. LAMSAOURI Jamal*
 Pr. MARMADE Lahcen
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. MSSROURI Rahal

Radiothérapie
 Oncologie médicale
 Dermatologie
 Radiothérapie
 Microbiologie
 Réanimation Médicale
 Pneumo phtisiologie
 Hématologie biologique
 Biochimie-Chimie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Radiothérapie
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Traumatologie-orthopédie
 Parasitologie
 Cardiologie

Médecine interne
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Neuro-chirurgie
 Radiologie
 Rhumatologie
 Neuro-chirurgie [Directeur Hôp. des Spécialités Rabat](#)
 Anesthésie Réanimation [Directeur de la Clinique Royale](#)
 Anatomie [Dir. Délégué de la Fondation Ch.Kh.Ibn Zaid](#)
 Biochimie-Chimie
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Traumatologie-orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Hématologie clinique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie
 Médecine interne
 Gynécologie obstétrique
 Rhumatologie
 Gastro-Entérologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale

Pr. NASSAR Ittimade
Pr. OUKERRAJ Latifa
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani*

Mars 2010

Pr. FILALI Karim*
Pr. CHEMSI Mohamed*

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
Pr. AMEZIANE Taoufiq*
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. CHADLI Mariama*
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
Pr. EL MAZOUZ Samir
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. LAMALMI Najat
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Décembre 2010

Pr. ZNATI Kaoutar

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil*
Pr. BENCHEBBA Driss*
Pr. DRISSI Mohamed*
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed

Février 2013

Pr. AHID Samir
Pr. AIT EL CADI Mina
Pr. AMRANI HANCHI Laila
Pr. AMOR Mourad
Pr. AWAB Almahdi
Pr. BELAYACHI Jihane
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
Pr. BENCHEKROUN Laila
Pr. BENKIRANE Souad

Radiologie
Cardiologie
Pneumo-Phtisiologie

Anesthésie-Réanimation *Directeur ERSSM*
Médecine Aéronautique

Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Physiologie
Microbiologie
Biochimie- Chimie
Chirurgie pédiatrique
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Plastique et Réparatrice
Urologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique

Anatomie Pathologique

Chirurgie pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Traumatologie-orthopédie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Chirurgie pédiatrique
Anatomie Pathologique

Pharmacologie *Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'UM6SS*
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie-Réanimation
Biochimie-Chimie
Hématologie

Pr. BENSGHIR Mustapha*	Anesthésie Réanimation
Pr. BENYAHIA Mohammed*	Néphrologie
Pr. BOUATIA Mustapha	Chimie Analytique et Bromatologie
Pr. BOUABID Ahmed Salim*	Traumatologie orthopédie
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba	Anatomie
Pr. CHAIB Ali*	Cardiologie <i>Président de la Ligue N. de L. contre les M. CV</i>
Pr. DENDANE Tarek	Réanimation Médicale
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali	Anesthésie Réanimation
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa	Radiologie
Pr. ELFATEMI NIZARE	Neuro-chirurgie
Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JAOUDI Rachid*	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologique
Pr. EL KHLOUFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryem	Radiologie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique <i>Vice-Doyen à la Pharmacie</i>
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua*	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan*	Gastro-Entérologie
Pr. ZERHOUNI Hicham	Chirurgie pédiatrique
Pr. ZINE Ali*	Traumatologie orthopédie

AVRIL 2013

Pr. EL KHATIB MOHAMED KARIM*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

MAI 2013

Pr. BOUSLIMAN Yassir*

Toxicologie

JUIN 2013

Pr. BENALI Bennaceur

Médecine du Travail

MARS 2014

Pr. ACHIR Abdellah

Pr. BENCHAKROUN Mohammed*

Pr. BOUCHIKH

Pr. EL KABBAJ Driss*

Pr. EL MACHTANI IDRISSE Samira*

Pr. HARDIZI Houyam

Pr. HASSANI Amale*

Pr. HERRAK Laila

Pr. JEAIDI Anass*

Pr. KOUACH Jaouad*

Pr. RHISSASSI Mohamed Jaafar

Pr. SEKKACH Youssef*

Pr. TAZI MOUKHA Zakia

Chirurgie Thoracique

Traumatologie- Orthopédie

Mohammed Chirurgie Thoracique

Néphrologie

Biochimie-Chimie

Histologie- Embryologie-Cytogénétique

Pédiatrie

Pneumologie

Hématologie Biologique

Génécologie-Obstétrique

CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE

Médecine Interne

Génécologie-Obstétrique

DECEMBRE 2014

Pr. ABILKASSEM Rachid*

Pr. AIT BOUGHIMA Fadila

Pr. BEKKALI Hicham*

Pr. BOUABDELLAH Mounya

Pr. DERRAJI Soufiane*

Pr. EL AYOUBI EL IDRISSE Ali

Pr. EL GHADBANE Abdedaim Hatim*

Pr. EL MARJANY Mohammed*

Pr. FEJJAL Nawfal

Pr. JAHIDI Mohamed*

Pr. LAKHAL Zouhair*

Pr. OUDGHIRI NEZHA

Pr. RAMI Mohamed

Pr. SABIR Maria

Pr. SBAI IDRISSE Karim*

Pédiatrie

Médecine Légale

Anesthésie-Réanimation

Biochimie-Chimie

Pharmacie Clinique

Anatomie

Anesthésie-Réanimation

Radiothérapie

Chirurgie Réparatrice et Plastique

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

Cardiologie

Anesthésie-Réanimation

Chirurgie pédiatrique

Psychiatrie

Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène

AOÛT 2015

Pr. MEZIANE Meryem

Pr. TAHIRI Latifa

Dermatologie

Rhumatologie

JANVIER 2016

Pr. BENKABBOU Amine
Pr. EL ASRI Fouad*
Pr. ERRAMI Nouredine*

Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Oto-Rhino-Laryngologie

JUIN 2017

Pr. ABI Rachid*
Pr. ASFALOU Ilyasse*
Pr. BOUAITI El Arbi*
Pr. BOUTAYEB Saber
Pr. EL GHISSASSI Ibrahim
Pr. HAFIDI Jawad
Pr. MAJBAR Mohammed Anas
Pr. OURAINI Saloua*
Pr. RAZINE Rachid
Pr. SOUADKA Amine
Pr. ZRARA Abdelhamid*

Microbiologie
Cardiologie
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Oncologie Médicale
Oncologie Médicale
Anatomie
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Chirurgie Générale
Immunologie

PROFESSEURS AGREGES :

MAI 2018

Pr. AMMOURI Wafa
Pr. BENTALHA Aziza
Pr. EL AHMADI Brahim
Pr. EL HARRECH Youness*
Pr. EL KACEMI Hanan
Pr. EL MAJJAOUI Sanaa
Pr. FATIHI Jamal*
Pr. GHANNAM Abdel-Ilah
Pr. JROUNDI Imane
Pr. MOATASSIM BILLAH Nabil
Pr. TADILI Sidi Jawad
Pr. TANZ Rachid*

Médecine interne
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Urologie
Radiothérapie
Radiothérapie
Médecine Interne
Anesthésie-Réanimation
Médecine préventive, santé publique et Hygiène
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Oncologie Médicale

NOVEMBRE 2018

Pr. AMELLAL Mina
Pr. SOULY Karim
Pr. TAHRI Rajae

Anatomie
Microbiologie
Histologie-Embryologie-Cytogénétique

NOVEMBRE 2019

Pr. AATIF Taoufiq*
Pr. ACHBOUK Abdelhafid*
Pr. ANDALOUSSI SAGHIR Khalid
Pr. BABA HABIB Moulay Abdellah*
Pr. BASSIR Rida Allah
Pr. BOUATTAR Tarik
Pr. BOUFETTAL Monsef
Pr. BOUCHENTOUF Sidi Mohammed*
Pr. BOUZELMAT Hicham*
Pr. BOUKHRIS Jalal*
Pr. CHAFRY Bouchaib*
Pr. CHAHDI Hafsa*
Pr. CHERIF EL ASRI ABAD*
Pr. DAMIRI Amal*
Pr. DOGHMI Nawfal*
Pr. ELALAOUI Sidi-Yassir
Pr. EL ANNAZ Hicham*
Pr. EL HASSANI Moulay El Mehdi*
Pr. EL HJOUJI Abderrahman*
Pr. EL KAOUI Hakim*
Pr. EL WALI Abderrahman*
Pr. EN-NAFAA Issam*
Pr. HAMAMA Jalal*
Pr. HEMMAOUI Bouchaib*
Pr. HJIRA Naouafal*
Pr. JIRA Mohamed*
Pr. JNIE NE Asmaa
Pr. LARAQUI Hicham*
Pr. MAHFOUD Tarik*
Pr. MEZIANE Mohammed*
Pr. MOUTAKI ALLAH Younes*
Pr. MOUZARI Yassine*
Pr. NAOUI Hafida*
Pr. OBTEL MAJDOULINE
Pr. OURRAI ABDELHAKIM*
Pr. SAOUAB RACHIDA*
Pr. SBITTI YASSIR*
Pr. ZADDOUG OMAR*
Pr. ZIDOUH SAAD*

Néphrologie
Chirurgie réparatrice et plastique
Radiothérapie
Gynécologie-Obstétrique
Anatomie
Néphrologie
Anatomie
Chirurgie-Générale
Cardiologie
Traumatologie-Orthopédie
Traumatologie-Orthopédie
Anatomie Pathologique
Neuro-chirurgie
Anatomie Pathologique
Anesthésie-Réanimation
Pharmacie-Galénique
Virologie
Gynécologie-Obstétrique
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Radiologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Oto-Rhino-Laryngologie
Dermatologie
Médecine interne
Physiologie
Chirurgie-Générale
Oncologie Médicale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Parasitologie-Mycologie
Médecine préventive, santé publique et Hygiène
Pédiatrie
Radiologie
Oncologie Médicale
Traumatologie-Orthopédie
Anesthésie-Réanimation

NOVEMBRE 2020

Pr. LALYA ISSAM*

Radiothérapie

SEPTEMBRE 2021

Pr. ABABOU Karim*	Chirurgie Réparatrice et Plastique
Pr. ALAOUI SLIMANI Khaoula*	Oncologie Médicale
Pr. ATOUF OUAFA	Immunologie
Pr. BAKALI Youness	Chirurgie Générale
Pr. BAMOUS Mehdi*	CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE
Pr. BELBACHIR Siham	Psychiatrie
Pr. BELKOUCH Ahmed*	Médecine des Urgences et des Catastrophes
Pr. BENNIS Azzelarab*	Traumatologie-Orthopédie
Pr. CHAFAI ELALAOUI Siham	Génétique
Pr. DOUMIRI Mouhssine	Anesthésie-Réanimation
Pr. EDDERAI Meryem*	Radiologie
Pr. EL KTAIBI Abderrahim*	Anatomie Pathologique
Pr. EL MAAROUFI Hicham*	Hématologie Clinique
Pr. EL OMRI Naoual*	Médecine Interne
Pr. EL QATNI Mohamed*	Médecine Interne
Pr. FAHRY Aicha*	Pharmacie Galénique
Pr. IBRAHIM RAGAB MOUNTASSER Dina*	Néphrologie
Pr. IKEN Maryem*	Parasitologie
Pr. JAAFARI Abdelhamid*	Anesthésie-Réanimation
Pr. KHALFI Lahcen*	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Pr. KHEYI Jamal*	Cardiologie
Pr. KHIBRI Hajar	Médecine Interne
Pr. LAAMRANI Fatima Zahrae	Radiologie
Pr. LABOUDI Fouad	Psychiatrie
Pr. LAHKIM Mohamed*	Radiologie
Pr. MEKAOUI Nour	Pédiatrie
Pr. MOJEMMI Brahim	Chimie Analytique
Pr. OUDRHIRI Mohammed Yassaad	Neurochirurgie
Pr. SATTE AMAL*	Neurologie
Pr. SOUHI Hicham*	Pneumo-phtisiologie
Pr. TADLAOUI Yasmina*	Pharmacie Clinique
Pr. TAGAJDID Mohamed Rida*	Virologie
Pr. ZAHID Hafid*	Hématologie
Pr. ZAJJARI Yassir*	Néphrologie
Pr. ZAKARYA Imane*	Pharmacognosie

(*) Enseignants Chercheurs Militaires

2 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie-Chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BARKIYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie <i>Vice-Doyen chargé de la Rech. et de la Coop.</i>
Pr. FAOUZI Moulay El Abbès	Pharmacologie
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire/Biotechnologie
Pr. RIDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie

PROFESSEURS HABILITES :

Pr. AANNIZ Tarik	Microbiologie et Biologie moléculaire
Pr. BENZEID Hanane	Chimie
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia	Biochimie-Chimie
Pr. CHERGUI Abdelhak	Botanique, Biologie et physiologie végétales
Pr. DOUKKALI Anass	Chimie Analytique
Pr. EL BAKKALI Mustapha	Physiologie
Pr. EL JASTIMI Jamila	Chimie
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Histologie-Embryologie
Pr. LAZRAK Fatima	Chimie
Pr. LYAHYAI Jaber	Génétique
Pr. OUADGHIRI Mouna	Microbiologie et Biologie
Pr. RAMLI Youssef	Chimie Organique Pharmaco-Chimie
Pr. SERRAGUI Samira	Pharmacologie
Pr. TAZI Ahnini	Génétique (<i>mis en disponibilité</i>)
Pr. YAGOUBI Maamar	Eau, Environnement

Mise à jour le 20/02/2023

KHALED Abdellah

Chef du Service des Affaires Administratives

FMPR

Le Doyen





À ma chère maman,

Latifa AKKIF

Tu es et tu as toujours été ma lumière tout au long de cette aventure. Tu m'as inspiré avec ta patience, ton dévouement, ta force intérieure. Ton amour inconditionnel et ta douceur m'ont toujours porté et guidé dans mon périple, m'ont réconforté dans les moments les plus sombres et ont été un pilier solide sur lequel je repose. Ta présence bienveillante a toujours été un soutien pour moi, même lorsque les choses semblaient impossibles. Je te dédie cette thèse avec tout mon amour et ma gratitude pour tout ce que tu as fait pour moi en espérant te rendre fière de moi.

Aucun mot ne pourra exprimer à quel point je t'aime.

À mon cher père,

Abderrahim CHAOUQI

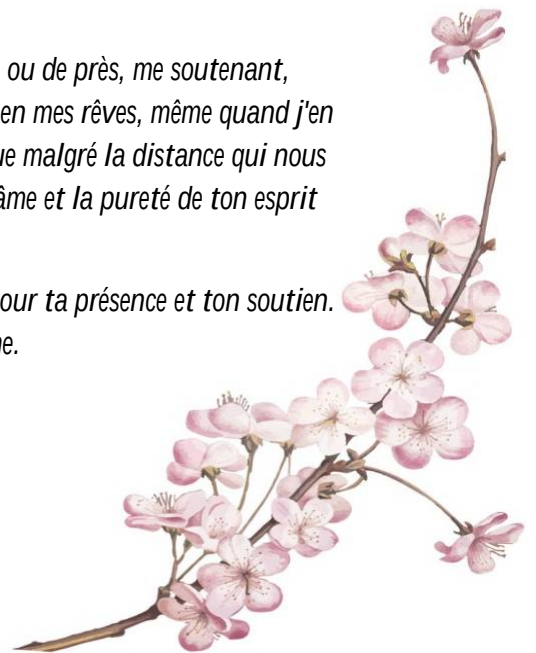
Je voudrais te dédier ce travail en témoignage de ma profonde gratitude pour ton soutien permanent. Tout au long de ces années d'études, tu as été présent à mes côtés, m'encourageant à poursuivre mes rêves et m'offrant ton appui sans faille. Je n'aurais pas pu réussir sans ta bienveillance et ta compréhension. Tu es un exemple de détermination, de courage et une source d'inspiration perpétuelle pour moi. Merci pour tout, papa. Je t'aime énormément.

A ma sœur,

Hind CHAOUQI

Depuis toujours, tu as été présente à mes côtés, que ce soit de loin ou de près, me soutenant, m'encourageant et me faisant confiance. Tu as toujours cru en moi et en mes rêves, même quand j'en doutais moi-même. Je sais que ton amour pour moi est immense, et que malgré la distance qui nous sépare je le sens et ça me donne beaucoup de force. La bonté de ton âme et la pureté de ton esprit m'ont inspiré depuis mon jeune âge.

Je suis fière de t'avoir comme sœur et je te remercie du fond du cœur pour ta présence et ton soutien. Cette réussite est aussi la tienne. Je t'aime.





**A mon frère, Achraf CHAOUQI
et sa merveilleuse épouse Ilham SALMRODI,**

Mon cher frère, Je tiens à te témoigner mon immense gratitude. Ton soutien indéfectible, tes conseils et tes encouragements tout au long de cette aventure ont été d'une aide inestimable pour moi. Tu m'as toujours encouragé à poursuivre mes rêves et à me surpasser, même dans les moments les plus difficiles. Grâce à toi, j'ai pu persévérer dans cette voie et atteindre mes objectifs. Tu es une source d'inspiration pour moi et je suis fière de t'avoir à mes côtés. Merci pour tout.

Ma chère Ilhame, Je tiens à te dédier ce travail, en reconnaissance de ton amour, de ton soutien et de tes encouragements constants tout au long de mes études. Ta présence, tes gestes et ton support ont été inestimables pour moi, et je suis fière de t'avoir comme membre de ma famille. Je loue Dieu qui m'a béni d'une deuxième sœur si dévouée et si attentionnée.

Je vous aime.

A mes adorables nièces Yasmine, Maissa et Nesrine

Ce travail représente une étape importante dans ma vie. En le dédiant à chacune d'entre vous, je veux vous dire à quel point vous êtes importante pour moi, et à quel point je suis fière de vous voir grandir. Je suis certaine que vous allez accomplir de grandes choses dans votre vie. J'espère que ce travail vous inspirera à poursuivre vos rêves avec détermination.

À ma meilleure amie, ma sœur de cœur,

Laila EI MRINI

Je dédie mon travail à toi, qui as toujours été présente pour moi, dans les bons comme dans les mauvais moments. Tu as été un pilier pour moi, une oreille attentive, un cœur bienveillant. Tu as cru en moi quand je doutais de moi-même, tu m'as encouragée à persévérer et tu m'as aidée à réaliser mes rêves. Tu es une amie exceptionnelle, une sœur de cœur, et je suis reconnaissante de t'avoir dans ma vie. Je te remercie pour tout ce que tu as fait pour moi.

Avec tout mon amour,

A Redouane LAMTAOUECH,

Ce modeste travail n'aurait jamais pu être réalisé sans ton assistance morale et ton soutien indéfectible, merci pour l'effort quotidien que tu as déployé et pour le temps que tu as consacré pour m'aider à avancer et surmonter mes blocages et surtout pour savoir éclaircir et façonner mes idées lorsque j'en avais besoin.

Tes compétences ont été une source constante d'inspiration pour moi, merci d'avoir été là à chaque étape de ce travail et à chaque étape de ma vie.

Ce travail est dédié à toi, pour ta contribution importante et ta générosité sans faille.

À ma famille, mes amis et mes collègues,

Vous m'avez encouragé, supporté, et avez cru en moi depuis le tout début. Vos conseils, votre soutien et votre amitié ont été essentiels pour moi. Grâce à vous, j'ai pu accomplir beaucoup de belles choses, et je suis extrêmement reconnaissante.

Ce travail n'est pas seulement le mien, il est le vôtre aussi. Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Avec toute ma gratitude et mon affection.





Remerciements



A mon Maître et président de thèse

Monsieur le professeur : ABABOU Karim

Professeur de chirurgie plastique, réparatrice et des brûlés – HMIMV Rabat :

Je souhaite exprimer ma gratitude pour votre accueil chaleureux et bienveillant ; c'est pour moi un grand honneur que vous ayez accepté de présider le jury de ma thèse, et je vous en suis infiniment reconnaissante.

Veillez trouver ici, cher maître, mes sentiments les plus respectueux et ma sincère reconnaissance pour votre soutien et votre expertise tout au long de ce processus.

A mon Maître et rapporteur de thèse

Monsieur le professeur : ACHBOUK Abdelhafid

Professeur de chirurgie plastique, réparatrice et des brûlés – HMIMV Rabat :

Je vous remercie d'avoir placé votre confiance en moi en m'attribuant ce sujet, et de m'avoir guidé avec vos précieux conseils tout au long de son élaboration, m'accordant avec une grande amabilité une partie de votre temps précieux.

Je suis honorée de votre confiance et je souhaite être à la hauteur de cet honneur.

Votre gentillesse et votre compétence sont une source d'inspiration pour moi, j'espère que ce travail témoignera de ma haute considération et de ma grande estime pour vous et votre expertise.





A mon Maître et juge de thèse

Monsieur le professeur : HAFIDI Jawad

Professeur de chirurgie plastique, réparatrice et des brûlés – Hôpital Ibn-Sina Rabat :

Votre compétence, votre sérieux et votre gentillesse sont pour moi un exemple à suivre et un noble idéal. C'est avec une grande fierté et un grand honneur que je sou mets ce travail à votre jugement éclairé. Veuillez accepter, cher maître, mes sincères remerciements ainsi que ce travail, qui témoigne de mon profond respect et de mon estime pour vous.

A mon Maître et juge de thèse

Monsieur le professeur : KHALES Amine

Professeur de chirurgie plastique, réparatrice et des brûlés – HMIMV Rabat :

Je suis très honorée que vous ayez accepté de juger mon travail. Cette occasion est pour moi une chance de vous exprimer mon admiration et ma gratitude pour votre soutien. J'espère que ce travail sera à la hauteur de vos attentes. Veuillez croire, cher maître, à mes sincères remerciements et à mon profond respect.

A mon Maître et juge de thèse

Monsieur le professeur : HAMAMA Jalal

Professeur de chirurgie maxillo-faciale – HMIMV Rabat :

Je suis profondément honorée que vous ayez accepté de siéger parmi les membres de mon jury de thèse. Je tiens à vous remercier du fond du cœur pour cette marque de considération et à vous exprimer mon respect pour votre engagement. Votre jugement éclairé sera pour moi un guide précieux pour continuer à progresser et à me perfectionner. Encore une fois, merci infiniment pour votre contribution et votre bienveillance.





Liste des abréviations

Abréviations

AAP	: Acide paracétique
AATB	: Association américaine de banque de tissu
AMPs	: Peptides antimicrobiens
BPF	: Bonne pratique de fabrication
CD	: Cellule dendritique
CEA	: Culture d'épiderme autologue
CEP	: Excision greffe précoce
CPA	: Allogreffe de peau cryoconservée
DMSO	: Diméthylsulfoxyde
GPA	: Allogreffe de peauconservée dans le glycérol
MEC	: Matrice extra cellulaire
SCT	: Surface cutanée totale
SCTB	: Surface cutanée totale brûlée
UBS	: Unit burn standard



Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : Structure de la peau.....	8
Figure 2 : Rôle de la flore cutanée dans le système immunitaire.....	13
Figure 3: Tissu de granulation de bonne qualité VS bourgeon hypertrophique	20
Figure 4: plaie infectée.....	20
Figure 5 : Étapes de la revascularisation de la greffe de peau : A, imbibition plasmatique ; B, inosculation ; C, croissance des vaisseaux.....	25
Figure 6 : Rasoir manuel largot-dufourmentel ; démonté (A et B) et assemblé (C)....	28
Figure 7 : Dermatome électrique. La pièce à main est connectée avec un câble à moteur (A, B). Permet de retirer les bandes droites très longues (C).....	28
Figure 8 : Bourdonnet	29
Figure 9 : Greffe en maille	31
Figure 10 : Skin graft expander	31
Figure 11 : Résultats d'une greffe de peau totale palpébrale à 12 semaines	32
Figure 12 : Dégraissage au ciseaux d'une peau totale.....	33
Figure 13 : Épaisseur de peau prélevée. a. Greffe de peau mince : 1,5 à 2,5/10e de mm ; b. Greffe de peau demi-épaisse : 3 à 6/10e de mm ; c. Greffe de peau totale.	34
Figure 14 : Préparation d'un substitut de peau issu de l'ingénierie tissulaire. Les lignes en gras indiquent le type de cellules et les lignes en pointillés indiquent la source des cellules.	35
Figure 15 : Epicel.....	38
Figure 16 : Autogreffe d'un épiderme cultivé sur un brûlé grave.....	39
Figure 17 : Integra.....	42
Figure 18 : Aspect de la peau traitée par l'integra et greffée par une peau mince autologue	43
Figure 19 : Comparaison à 1an d'un pli cutané après greffe conventionnelle (à gauche) et après traitement par integra (à droite).....	43

Figure 20 : Correction d'une cicatrice chéloïde séquellaire d'une brûlure cervicale par Integra et autogreffe de peau mince.....	44
Figure 21 : Les substituts cutanés les plus courants disponibles dans le commerce....	46
Figure 22 : Plan d'aménagement d'une banque de peau	56
Figure 23 : Résultats de la culture cutanée par rapport à la période de culture	65
Figure 24 : Événements physiques et cryo-lésions des cellules pendant la congélation. CPA : agent cryoprotecteur.	71
Figure 25 : Un flacon contenant des allogreffes de peau glycérolisées et étiqueté avec les références du donneur, le numéro de lot, les tailles et la date de péremption.	76
Figure 26 : Déclaration du consentement	85
Figure 27 : Brûlure thermique	95
Figure 28 : Brûlure chimique	96
Figure 29 : Brûlure électrique	98
Figure 30 : Brûlure radiologique	99
Figure 31: Incisions de décharge	106
Figure 32 : Greffe sandwich d'une autogreffe 6:1 et d'une allogreffe 3:1	114
Figure 33 : Le rôle de l'inflammation dans la physiopathologie des plaies chroniques courantes. ROS =espèces réactives de l'oxygène, ECM = extracellulaire.....	118
Figure 34 : Traitement d'un ulcère de jambe avec des allogreffes de peau cryoconservées.....	119
Figure 35 : Ulcère diabétique	121
Figure 36 : Application de derme acellulaire lyophilisé irradié aux rayons gamma sur une plaie chirurgicale déhiscente (chirurgie gastrique-oncologique).Cicatrisation complète évaluée après 30 jours ;.....	130

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition de la flore cutanée résidente et transitoire	10
Tableau 2: Sources de documents relatifs à la qualité dans les banques de peau.....	52
Tableau 3 : Recommandation pour les tests microbiologiques des échantillons de peau selon les données de la direction européenne de la qualité des médicaments et des soins de santé (EDQM).....	64
Tableau 4 : Les microorganisme pathogènes et non pathogènes fréquemment isolés dans les échantillons de peau selon l'étude de piray et Al	66
Tableau 5 : Taux de survie cellulaire selon la T° et la durée de stockage	73
Tableau 6 : Tableau comparant la cryoconservation et la glycérolisation de l'allogreffe de peau	77
Tableau 7: Cadre législatif relatif à la transplantation d'organe au Maroc.....	81
Tableau 8 : Principales Fatwas sur le don et la greffe d'organes.....	87



Sommaire

Introduction	1
Rappel : constitution de la peau, ses fonctions et ses propriétés immunologiques	4
1. Constitution de la peau	5
2. Fonctions	11
3. Les propriétés immunologiques de la peau	12
La greffe de peau et les substituts cutanés	14
I. La greffe de peau	15
1. Définition	15
2. Rappel historique	15
3. Classification	16
4. Physiologie de la greffe de peau	17
5. Techniques, indications et complications des greffes de peau	26
a. Greffe de peau mince et demi épaisse	26
b. Greffe de peau totale	31
c. Complications	34
II. Les substituts cutanés	35
1. La culture de kératinocytes	37
2. Les substituts dermiques	40
3. Les peaux totales reconstruites (Living Skin Equivalent)	45
La banque de peau	47
I. L’histoire de la création des banques de peau	48
II. Organisation des banques de peau	51
1. Les normes relatives aux banques de tissus	51

2. Systèmes de qualité	53
III. Infrastructure d'une banque de peau	54
IV. Aspects techniques de la banque de peau	57
1. Sélection des donneurs	57
2. Prélèvement de peau	59
3. Préparation des greffons cutanés en vue de leur congélation	63
4. Méthodes de conservation	67
5. Stérilisation de la peau : Irradiation par rayons gamma	78
V. Main-d'œuvre pour la banque de tissus	80
VI. Ou est-ce que l'on est au Maroc ?	80
1. Don d'organes et de tissus au Maroc	80
2. Défis et obstacles	88
Utilisation clinique des bioproduits de la banque de peau	92
I. Prise en charge des brûlés et place de l'allogreffe de peau	93
1. Généralités sur les brûlures	93
a. Définition	93
b. Epidémiologie	94
c. Etiopathogénie	94
2. Evaluation clinique de la brûlure	100
a. Interrogatoire	100
b. Surface	100
c. Profondeur	101
d. Localisation	102
e. Scores pronostiques	102
f. Critères de gravité d'une brûlure	102

3. Les principales étapes de la prise en charge thérapeutique	103
A- Moyens	103
a. En pré-hospitalier	103
b. Phase initiale (avant 48h)	103
c. Phase secondaire (après 48h)	107
B- Indications	110
C- Place de l'allogreffe chez les brûlés	110
1. Intérêt	110
2. Applications cliniques	111
II. Autres utilisations de l'allogreffe de peau en chirurgie plastique: plaies chroniques	115
III. Inconvénients potentiels de l'utilisation d'une allogreffe cutanée	124
1. Rejet	124
2. Transmission de maladies	126
Conclusion	132
Résumés	135
Bibliographie	139



La peau est le plus grand organe du corps humain, elle assure plusieurs fonctions dont la plus importante est de maintenir l'étanchéité de l'individu en bloquant d'une part la fuite hydro-électrolytique de l'intérieur à l'extérieur, et d'autre part en assurant une barrière contre les agents vulnérants externes. Il s'agit donc d'un organe vital et sa perte entraîne le décès en l'absence d'une prise en charge rapide.

Les pertes de substances cutanées étendues induites par les brûlures profondes ou par d'autres étiologies aiguës ou chroniques nécessitent une prompte couverture afin de ne pas engager le pronostic vital des patients, et cela, par l'application des greffes de peau et des substituts cutanés sur ces larges plaies.

Généralement, lorsque la perte de substance nécessite une couverture par greffe de peau, cette dernière est prélevée sur le patient lui-même « autogreffe » à condition que ses zones cutanées donneuses soient suffisantes et intactes. A défaut, comme dans le cas des grands brûlés avec un capital cutané résiduel restreint, le traitement repose sur des greffes de peau prélevées sur des cadavres humains et préalablement conservées « allogreffe ».

La conservation de ces tissus se fait dans des structures techniques appelées « banques de peau » destinées à l'obtention, le traitement, la conservation, le stockage et la distribution des greffons cutanés dans le but de leur transplantation.

L'histoire de la banque de peau est contemporaine dont les bases ont été fondées au début du vingtième siècle permettant une ouverture sur de nouveaux moyens thérapeutiques en chirurgie réparatrice. Depuis le temps, nous en comptons des centaines à travers le monde.

L'intérêt de notre recherche :

Mettre en évidence l'importance du don de la peau humaine qui permet de sauver des vies lorsque les moyens thérapeutiques classiques ne sont plus suffisants.

Mettre en évidence le rôle primordial que peut jouer la banque de peau, dans la prise en charge des grands brûlés en particulier et des pertes de substances en globalité, comme fournisseur de greffons de peau pour les services de chirurgie plastique surtout lorsque le potentiel cutané des zones donneuses des patients est insuffisant, réduisant ainsi chez ces derniers le taux de mortalité-morbidité.

***Rappel : constitution
de la peau, ses fonctions
et ses propriétés
immunologiques***

La peau est un organe complexe qui recouvre toute la surface du corps et qui est en continuité avec les muqueuses qui tapissent les orifices du corps. Elle représente environ 15 % du poids total du corps adulte (2 à 4kg), sa surface est d'environ 2m² constitue donc le plus grand organe du corps.

1. Constitution de la peau :

La peau est composée de trois couches superposées qui sont de la superficie vers la profondeur :

L'épiderme :

Un épithélium stratifié pavimenteux orthokératosique innervé mais non vascularisé. Il est constitué de 4 types de cellules :

Les kératinocytes (80%) qui se disposent en quatre couches de la profondeur à la superficie :

- la couche basale ou germinative : disposée en une seule couche cellulaire, elles sont dites germinatives vu l'intensité de leur activité mitotique ; seuls les kératinocytes de cette couche peuvent se multiplier donnant naissance aux kératinocytes des autres couches et permettant ainsi le renouvellement de l'épiderme. Ce cycle de renouvellement est de 21 jours pour une peau normale ;
- la couche épineuse : disposée en 4 à 6 couches de cellules qui ont une forme polygonale avec une tendance à s'aplatir dans les parties superficielles, ces cellules sont caractérisées par un grand nombre de desmosomes ce qui leur confèrent un aspect épineux en observation histologique ;

- la couche granuleuse : est constituée de 3 couches de kératinocytes qui sont aplatis, elle contient des grains de kératohyaline (précurseurs de la kératine), possède également des kératinosomes, ces derniers déversent des lipides qui exercent un rôle de ciment entre les cellules, qui avec les desmosomes assurent l'adhésion cellulaire ;
- la couche cornée : on en distingue deux sous couches ; une couche compacte et une couche desquamante, cette dernière se trouve en surface et se détache de l'épiderme marquant la différenciation centrifuge des kératinocytes qui se transforment tout en s'éloignant de la jonction dermo-épidermique de kératinocytes basaux (cellules vivantes) en kératinocytes cornés (cellules mortes) qui desquament.

Les mélanocytes : La deuxième grande population des cellules épidermiques, responsable de la pigmentation de la peau grâce à la sécrétion de la mélanine, leur répartition n'est pas homogène et en fonction de la quantité de mélanine sécrétée on définit le phototype cutané.

Les cellules de merckel : ce sont des cellules neuro-épithéliales qui ont un rôle sensitif et sécrétoire.

Les cellules de Langerhans : cellules dendritiques présentatrices d'antigène, représentent l'un des éléments du système immunitaire cutané, elles sont responsables des réactions antigéniques.

⇒ Les cellules de l'épiderme sont séparées de celles du derme par la **jonction dermo-épidermique** qui assure la solidité d'accrochage et la surface d'échange entre les 2 couches.

Le derme :

- C'est un tissu conjonctif constitué de fibroblastes qui synthétisent l'élastine, le collagène, les glycoprotéines de structure et la substance fondamentale, on y trouve également des cellules impliquées dans l'immunité : leucocytes, mastocytes et macrophages.
- Il est fait de 2 couches : une superficielle « le derme papillaire » qui est accolé à la membrane basale, et une profonde « le derme réticulaire » qui est plus épais et plus dense, composé de fibres de collagène et d'élastine.
- Le derme profond constitue la zone d'implantation des **annexes cutanées**, ces dernières sont représentées par les glandes sébacées et sudoripares ainsi que les follicules pileux. Les annexes pilo-sébacées jouent un rôle essentiel dans la cicatrisation lorsque le derme profond est respecté dans les lésions cutanées.
- L'adhérence de ces couches est assurée grâce à une substance fondamentale constituée essentiellement de mucopolysaccharides et parmi eux l'acide hyaluronique.
- Richement vascularisé.

L'hypoderme :

C'est la couche située entre le derme et le fascia superficialis. Il s'agit d'un tissu graisseux constitué des adipocytes qui représentent un réservoir énergétique, son épaisseur dépend de la localisation et des individus. Son rôle est double : Protection mécanique (amortissage lors des chocs) et régulation thermique. Il constitue également un site de stockage des hormones stéroïdiennes.

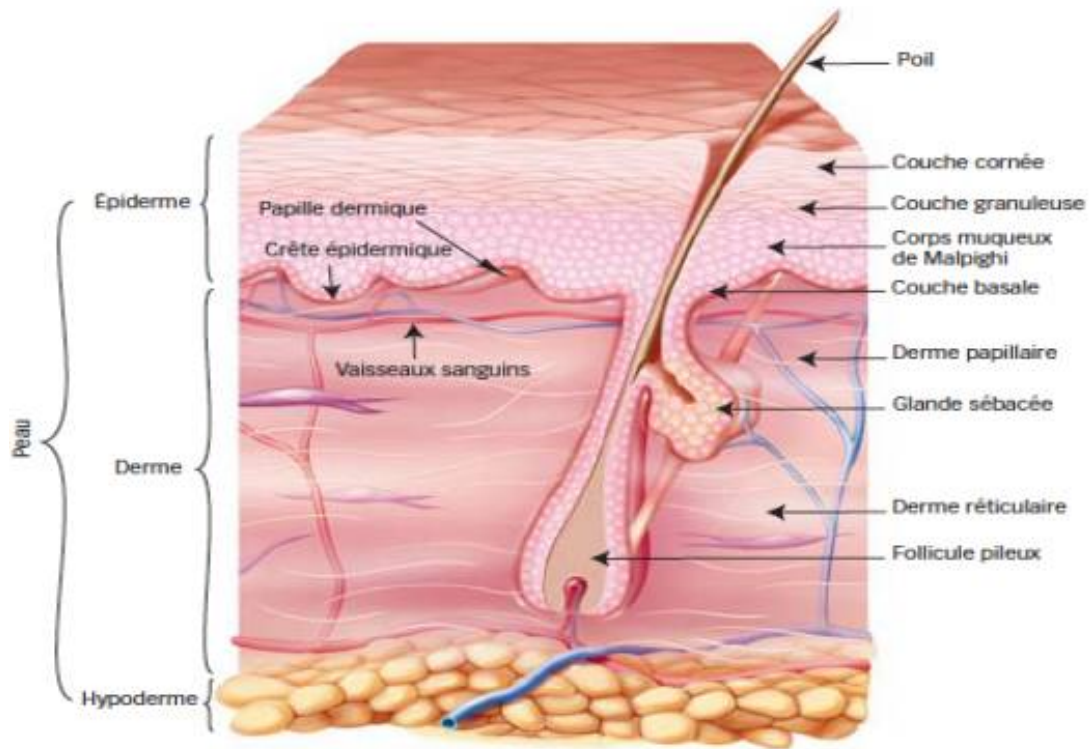


Figure 1 : Structure de la peau

L'épaisseur de ces couches varie considérablement de 0,5 à 3mm au total, en fonction de l'emplacement anatomique. La paupière, par exemple, possède la couche la plus fine de l'épiderme, mesurant moins de 0,1 mm, alors que les paumes des mains et les plantes des pieds possèdent la couche épidermique la plus épaisse. Le derme est plus épais sur le dos, en effet il est 30 à 40 fois plus épais que l'épiderme sus-jacent.

La flore cutanée :

Aussi appelée microbiote cutané, il s'agit de l'ensemble des micro-organismes commensaux qui hébergent la surface et les couches superficielles de l'épiderme ; chez l'adulte on y trouve en moyenne 1000 milliards de bactéries, et 1000 espèces de champignons, virus et arthropodes.

Elle se répartit en deux populations distinctes :

La Flore cutanée résidente : il existe des colonies bactériennes qui se logent entre les espaces vides des cellules de la couche cornée épidermique là où la jonction intercellulaire est altérée (desquamation), ainsi qu'au niveau des infundibula pilaires. Elle est dominée par les **germes Gram +** : les staphylocoques (*S.epidermitis*, *S.haemoliticus*, *S.hominis*) et des corynebactéries (anaérobies et aérobies). D'autres germes sont également retrouvés: des levures du genre *Malassezia*, et des parasites de la famille des acariens tels les *Demodex*.

Elle joue un rôle important dans la résistance contre la colonisation des agents pathogènes.

La flore cutanée transitoire : sans résidence vraie sur la peau, composée de bactéries virus et champignons pour la plupart saprophytes, ils vivent temporairement (des heures ou des jours) dans des localisations propices par des conditions favorables de pH, d'humidité etc, elle est variable durant la journée et dépend des activités réalisées et des variations des conditions environnantes, ces germes se nourrissent de matières organiques en décomposition qui proviennent de l'environnement. Cette flore peut aussi être constituée de bactéries pathogènes opportunistes pouvant entraîner une maladie si les défenses de l'hôte sont défaillantes. Les espèces les plus communes sont : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, des espèces de *Bacillus*, streptocoque bêta-hémolytique du groupe A, le *clostridium perfringens* et *Candida Albicans* chez les sujets diabétiques et immunodéprimés.

Tableau 1: Composition de la flore cutanée résidente et transitoire

Flore résidente		Germes	
	Bactéries	Cocci Gram positif	Staphylocoques à coagulase négative – <i>S. epidermidis</i> – <i>S. hominis</i> – <i>S. haemolyticus</i>
		Germes corynébactériformes	– Corynebactéries – <i>Brevibacterium</i> – Propionibactéries – Microcoques
		Bactéries Gram négatif	– <i>Acinetobacter</i>
		Parasites	Acariens – <i>Demodex</i>
	Levures		– <i>Malassezia</i>
	Virus		– Papillomavirus humains
Flore transitoire			
	Bactéries		– <i>Staphylococcus aureus</i> – Streptocoques – <i>Bacillus</i> – <i>Neisseria</i>
		Bacilles Gram négatif	– <i>Pseudomonas</i>
	Levures		– <i>Candida albicans</i> – <i>Candida parapsilopsis</i>

Cette flore cutanée est inoffensive elle devient virulente si elle introduite dans l'organisme par effraction cutanée chez des sujets immunodéprimés. [1]

2. Fonctions :

La peau présente quatre fonctions principales :

La sensibilité : La peau contient de nombreux types de récepteurs qui perçoivent la douleur, la température, la pression et le toucher.

La thermorégulation : Les poils et les glandes sudoripares contribuent à la régulation de la température corporelle pour maintenir l'homéostasie.

La protection : La peau sert de barrière entre l'intérieur et l'extérieur du corps contre les agents pathogènes, les agressions physiques chimiques thermiques et les rayons UV. Elle permet également d'assurer l'étanchéité de l'organisme en empêchant la diffusion des fluides corporels de l'intérieur à l'extérieur.

Le métabolisme : Le tissu adipeux de l'hypoderme est essentiel à la production de vitamine D et au stockage des lipides.

Toute perte du revêtement cutané peut compromettre lorsqu'elle est étendue comme dans le cas des brûlures l'homéostasie de l'organisme et peut aboutir à des désordres majeurs mettant en jeu le pronostic vital. Le recouvrement cutané rapide peut donc représenter un impératif absolu.

3. Les propriétés immunologiques de la peau :

La peau est en contact permanent avec les agents infectieux et les molécules de l'environnement. Du point de vue immunologique, elle est considérée comme hautement antigénique.

Toutes les cellules cutanées jouent un rôle dans l'immunité ; en effet l'union entre les cornéocytes et les kératinocytes représentent une barrière physique solide.

En plus du rôle important du microbiote cutané qui entre en compétition pour les nutriments et l'espace disponible réduisant ainsi la prolifération des pathogènes, on note également l'importance des bactériocines produites par les bactéries résidentes et sont capable de tuer d'autres espèces bactériennes pathogènes. D'autre part cette flore commensale participe également au renforcement du système immunitaire en stimulant la production des AMPs, l'induction des Lymphocytes T ce qui va engendrer la production de la cytokine IL-17 (figure 2) qui va à son tour activer la production d'autres cytokines pro inflammatoire ce qui va déclencher une réaction inflammatoire, la sécrétion de peptides antimicrobiens protégeant ainsi l'organisme de l'invasion pathogène. [1]

Les cellules de Langerhans présentes dans l'épiderme constituent des cellules présentatrices d'antigènes qui, de ce fait, sont capables d'activer les lymphocytes T : après la captation des Ag dans l'épiderme, ces cellules migrent vers le système lymphatique de voisinage, où elles prennent le nom de cellules interdigitées et présentent l'Ag au lymphocyte T CD4⁺ qui sera ainsi activé. Elles possèdent par ailleurs la propriété de sécréter de nombreux types de cytokines qui interviennent dans la modulation de l'environnement.

Il faut savoir que les kératinocytes ne se limitent pas à un rôle de barrière, elles sont aussi des cellules capables d'exprimer les antigènes HLA de classe II, et donc de présenter des antigènes aux lymphocytes T et de provoquer leur activation. De plus, les kératinocytes produisent plusieurs types de cytokines et notamment des cytokines pro-inflammatoires qui interviennent dans la réaction inflammatoire cutanée (IL-1, IL-8, IL-6, TNF...).

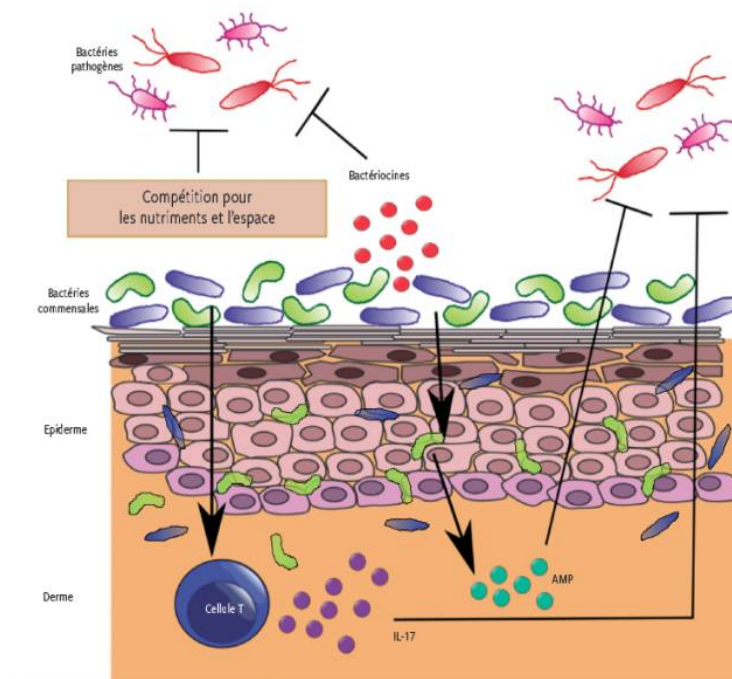


Figure 2 : Rôle de la flore cutanée dans le système immunitaire

***La greffe de peau
et les substituts cutanés***

I. La greffe de peau :

1. Définition :

Transfert d'un fragment de peau de taille et d'épaisseur variable à partir d'un site donneur dont il est complètement séparé vers un site receveur sur lequel elle est fixée pour couvrir une perte de substance cutanée.

2. Rappel historique :

La greffe de peau est pratiquée depuis plusieurs siècles dans le monde entier.

Les techniques de prélèvement et de transplantation de peau ont été décrites en Inde pour traiter les nez amputés après une punition judiciaire il y a près de 3000 ans.[2]

G.Baronio en 1804 a réalisé le transfert de peau de différentes épaisseurs sur des queues de mouton.

Sir Astley Paston Cooper, 1er Baronet, était un chirurgien et anatomiste anglais qui a réalisé une procédure en prélevant la peau d'un pouce amputé et en l'utilisant pour couvrir un défaut du moignon en 1817. [3]

La première greffe de peau a été décrite par Jacques Reverdin en 1869 sur l'avant-bras d'un patient dont la plaie ne cicatrisait pas, il avait été inspiré en observant le phénomène d'îlots cutanés de régénération et conçoit alors la notion d'aide à l'épithélialisation par l'implantation de nouveaux îlots cutanés sur la plaie ;Reverdin tente le prélèvement direct d'îlots d'épiderme qu'il soulevait à la pointe de son bistouri sous forme de minuscules fragments de peau de 2mm « greffe en pincement » qu'il sectionnait et les transférait directement, et la plaie cicatrisa en 5 semaines.

Et depuis de nombreux scientifiques ont tenté d'améliorer les résultats de la greffe. Thiersch, professeur de chirurgie, avait constaté quelques années plus tard le phénomène de revascularisation des vaisseaux du greffon par ceux du lit receveur dès la 18ème heure, il avait aussi précisé la nature épidermique des greffes de Reverdin et conclua que le succès d'une greffe dépend non seulement des caractéristiques du lit receveur mais également de l'épaisseur de la greffe.

L'utilisation de greffes dermo épidermique a été décrite en 1872 par Ollier et Thiersch. [4]

La greffe de peau de pleine épaisseur a été décrite par Wolfe en 1875 et Krause en 1893 respectivement, en insistant sur la nécessité de la dégraisser.

Dans leur article de 1929, Blair et Brown ont été les premiers à décrire l'utilisation d'une "greffe de peau demi-épaisse" et ses avantages.[5]

En 1946, Padgett a décrit la technique de "greffe de peau épaisse" sur des patients brûlés. Avec son partenaire ingénieur, George Hood, il a créé le premier dermatome mécanique capable de créer des feuilles de greffe de 4 cm x 8 cm.[6]

Aujourd'hui, la greffe de peau est largement utilisée en chirurgie plastique et en dermatologie.

3. Classification :

Les greffes de peau sont classés selon leur site donneur et selon leur épaisseur :

Selon le site donneur on distingue :

Les autogreffes : prélevées du patient lui-même, elles sont de loin les plus fréquentes. En clinique, elle représente le type de greffe le plus réussi ; son

principal avantage c'est qu'elle permet la réalisation d'une greffe de peau permanente puisque le risque de rejet est absent (le greffon et l'hôte sont immunologiquement identiques) ; par contre elle peut être limitée par l'absence de sites donneurs suffisants lorsque la perte de substance cutanée est étendue.

Les allogreffes ou homogreffes : prélevées d'un autre individu génétiquement différent mais de la même espèce, le plus souvent dans le cadre d'un prélèvement multi organe chez des patients en état de mort encéphalique, il est utilisé principalement comme un pansement temporaire afin de préparer la plaie pour une éventuelle autogreffe.

Les xénogreffes ou hétérogreffes : sont des tissus d'une espèce utilisés comme une greffe temporaire sur une autre espèce. Elles sont généralement prélevées sur un animal, principalement le porc. Les xénogreffes ont été utilisées pour la première fois pour couvrir des plaies dès 1500 av J-C.

Selon l'épaisseur on distingue :

Greffe de peau mince : consiste à prélever uniquement la couche épidermique,

Greffe de peau semi épaisse : prélèvement de l'épiderme et d'une partie du derme,

Greffe de peau totale : prélèvement de la totalité de l'épiderme et du derme.

4. Physiologie de la greffe de peau :

Lit de la greffe

Dans quelles conditions les greffes cutanées vont-elles prendre ?

Une " prise " de greffe est une transplantation de peau réussie qui guérit dans son nouvel emplacement.

Ce succès dépend de l'établissement de connexions artérielles et d'un drainage veineux adéquat avec le lit de la greffe[7]. Ce dernier doit être capable de fournir une vascularisation suffisante pour la greffe. En général, les greffons doivent être placés soit sur un tissu de granulation sain (figure 3) soit sur une surface de tissu frais suffisamment vascularisée pour produire du tissu de granulation. Ce dernier type de surface peut être une plaie créée chirurgicalement ou une plaie nettoyée chirurgicalement.

A noter : Le tissu de granulation désigne la formation d'un nouveau tissu conjonctif dans le cadre de la cicatrisation, la présence de nombreux capillaires pour assurer une bonne irrigation donne à la surface un aspect granulaire.

Une plaie légèrement contaminée observée au stade aigu peut être soigneusement lavée, débridée et greffée en même temps ; cependant, un drainage sous le greffon doit être assuré. Une alternative consiste à débrider complètement la plaie, à changer soigneusement les pansements chaque jour, et d'appliquer une greffe environ le troisième jour postopératoire. Cependant, la plaie doit être exempte d'infection et un drainage sous la greffe serait toujours indiqué en cas de doute sur l'état des tissus.

Les plaies propres de type abrasion et avulsion peuvent être greffées immédiatement. [8]

Sur quelles sous-sols les greffes ne prennent-elles pas ?

Les greffes de peau ne prennent pas sur les surfaces suivantes :

- Surfaces épithéliales squameuses stratifiées.
- L'os, le cartilage, le tendon et le nerf qui ont été dénudés de leur tissu conjonctif ne supportent pas les greffes de peau.

- Les surfaces hémorragiques, il est nécessaire d'assurer une hémostase parfaite,
- les plaies infectées, (figure 4)
- les blessures par écrasement,
- les tissus fortement irradiés,
- la graisse avasculaire,
- le tissu de granulation hypertrophique, (figure 3)
- le tissu de granulation de longue date
- les ulcères chroniques.

Lorsqu'une plaie ne dispose pas d'une vascularisation suffisante pour supporter un greffon (c'est-à-dire les plaies dont le tissu est dénudé de son tissu conjonctif, tissu irradié et graisse avasculaire), il faut envisager la reconstruction par lambeau qui est irrigué par ses propres vaisseaux plutôt que par greffe.

Dans d'autres cas, lorsque le lit de la plaie n'est pas approprié (par ex. tissu infecté, tissu écrasé, tissu de granulation hypertrophique, tissu de granulation de longue date ou ulcères chroniques), le chirurgien devrait débrider, laver et bander correctement la plaie pour créer un tissu sain sur lequel un greffon peut être posé.

Les plaies dont les surfaces sont irrégulières et celles situées dans des zones difficiles à immobiliser ne supportent pas bien les greffes, c'est parce que les greffes ne contactent pas suffisamment le lit pour se revasculariser (elle doit être adhérente sans espace mort). L'utilisation de bourdonnets, de greffons en maille suturés à la surface de la plaie, de greffons d'ensemencement, et des greffes en bandelettes permet d'atténuer ces difficultés. [8]

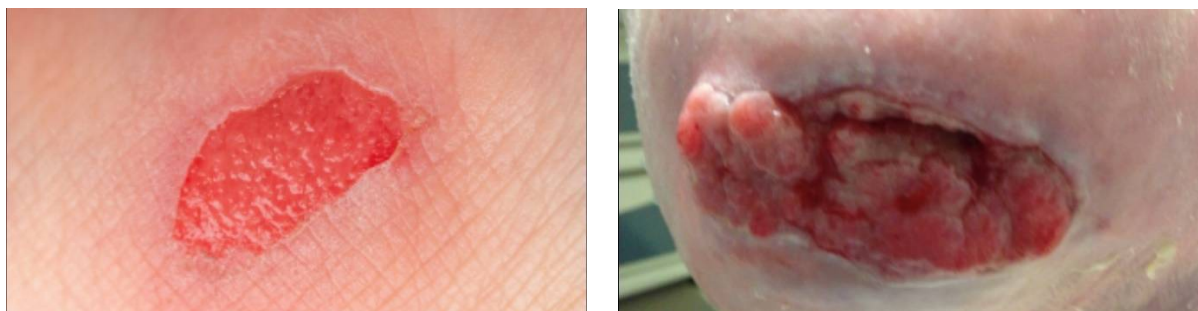


Figure 3: Tissu de granulation de bonne qualité VS bourgeon hypertrophique



Figure 4: Plaie infectée

Acceptation des greffons ("Prise de greffe")

Principes généraux :

Immédiatement après le prélèvement d'une greffe de peau sur le site du donneur, les processus dégénératifs commencent à l'intérieur de la greffe. Les processus de régénération commencent après la mise en place du greffon sur le lit de la plaie du receveur, et ils progressent plus lentement que la dégénérescence. Le processus de régénération doit prendre le pas sur les processus dégénératifs avant le septième ou le huitième jour postopératoire ou le greffon nécrosera. La survie d'une greffe dépend du rétablissement précoce d'une vascularisation suffisante pour assurer la nutrition et éliminer les déchets métaboliques.

Adhérence :

Un réseau de fibrine fait adhérer le greffon à son lit très tôt après sa mise en place. Ce réseau est envahi par les fibroblastes, les leucocytes et les phagocytes et il se transforme en une attache de tissu fibreux qui tire le greffon en apposition étroite avec le lit. Il y a un gain progressif de la force entre le greffon et le lit, le plus important se produisant au cours des 8 premières heures et se continue jusqu'à ce qu'une union complète et solide se produise à la 10ème heure postopératoire. [8]

Imbibition plasmatique :

Phase pendant laquelle le greffon est imbibé d'exsudat ce qui maintient les capillaires dilatés et évite la dessiccation selon le mécanisme suivant :

Dans les premières heures qui suivent la transplantation, le greffon, qui n'est pas encore irrigué, est nourri par diffusion passive à partir du lit de la plaie.

Les vaisseaux du greffon subissent un spasme immédiatement après son prélèvement à partir du site donneur ; ainsi, la plupart des éléments sanguins sont expulsés par les extrémités coupées des vaisseaux.

La mise en place de la greffe entraîne une dilatation vasculaire. En raison de la fuite plasmatique des veinules du sous-sol du greffon, du sérum contenant des érythrocytes et des cellules polymorphonucléaires s'accumulent entre les deux. Ce liquide plasmatique et ces cellules sont absorbés dans le greffon grâce à l'action capillaire qui les attire dans les vaisseaux dilatés. Cela permet de nourrir les tissus du greffon et de maintenir ses vaisseaux dilatés jusqu'à ce qu'il soit revascularisé (Fig. 5A).

Le liquide absorbé diffuse également dans le tissu interstitiel de la greffe, il en résulte un œdème, qui atteint son maximum après environ 48 à 72 heures. Avec l'amélioration du drainage veineux et lymphatique le liquide est évacué, l'œdème régresse et le greffon retrouve un poids normal au huitième jour.

Inosculation :

L'inosculation est l'anastomose des vaisseaux du greffon avec des vaisseaux d'approximativement du même diamètre dans le lit receveur (Fig. 5B). Ce phénomène se produit dès 22 heures après la pose de la greffe, mais est plus souvent observée entre 48 et 72 heures. Le réseau de fibrine qui maintient le greffon sur le lit sert d'échafaudage le long duquel les bourgeons vasculaires du lit se développent pour rencontrer les extrémités coupées des vaisseaux du greffon.

De nombreux vaisseaux peuvent entrer en contact et s'anastomoser, mais peu survivent.

Le développement d'anastomoses entre les vaisseaux du lit et du greffon et le flux sanguin dans les vaisseaux du greffon ont un effet inhibiteur sur la poursuite de la prolifération des bourgeons vasculaires. Présence d'un hématome séparant le greffon de son lit ralentit cet effet inhibiteur, et la prolifération du tissu de granulation se poursuit.

En raison d'anastomoses aléatoires, les artères peuvent se connecter aux veines et vice versa. Il en résulte un remodelage marqué des vaisseaux.

Un ralentissement de la circulation sanguine se produit dans le système vasculaire du greffon le troisième ou le quatrième jour et continue de s'améliorer jusqu'à ce que la situation soit normale cinquième ou sixième jour. [8]

La pénétration et la croissance de nouveaux vaisseaux

La revascularisation du greffon peut également résulter de la croissance de nouveaux vaisseaux du lit vers le greffon. Ces vaisseaux peuvent se développer dans le tissu conjonctif du derme ou se développer dans les vaisseaux préexistants du greffon (fig5C). Les nouveaux vaisseaux se forment par bourgeonnement endothélial des artérioles, des veinules et des capillaires. Avec ces bourgeons, un cordon solide de cellules endothéliales se développe dans le derme du greffon et s'anastomose avec un autre cordon endothélial ou avec un vaisseau préexistant. Les petits espaces entre les cellules endothéliales dans les bourgeons qui se développent se rejoignent pour former une lumière, recanalisant ainsi un vaisseau. Dès que la continuité entre la lumière d'un nouveau vaisseau et un autre vaisseau est établie, le vaisseau se remplit de sang. Les bourgeons provenant du lit receveur envahissent généralement les couches inférieures du greffon en 48 à 72 heures.

Le bourgeonnement et la régression des vaisseaux redondants entraînent un remodelage vasculaire continu dans le greffon. Les vaisseaux nouvellement formés sont tortueux et irrégulièrement dilatés. La maturation des vaisseaux commence dans les 48 heures après l'apparition de nouveaux capillaires indifférenciés. Les vaisseaux sanguins recevant la majorité de l'apport sanguin se redressent, s'élargissent et forment de nouvelles artérioles.

Les processus de maturation et de différenciation se poursuivent jusqu'à la formation d'un système d'artérioles, de veinules et de capillaires. La croissance de nouveaux capillaires a été d'environ 0,5 mm par jour. Lorsque les nouveaux vaisseaux se développent dans les extrémités coupées des vaisseaux préexistants de la greffe, ils suivent le chemin de la moindre résistance, ce qui entraîne une

croissance rapide des vaisseaux. Avec une telle croissance, les bourgeons endothéliaux progressent à l'intérieur des vaisseaux de greffe originaux qui servent de conduits non viables. Si les cellules endothéliales en croissance entrent en contact avec des zones d'endothélium survivant dans les anciens vaisseaux greffés, l'anastomose se produit, entraînant une revascularisation encore plus rapide. Les vaisseaux greffés qui ne sont pas impliqués dans l'inoculation ou la croissance de nouveaux vaisseaux dégénèrent et disparaissent.

En plus des vaisseaux sanguins, de nouveaux vaisseaux lymphatiques se développent pour le drainage lymphatique dans le greffon. Ceci est généralement établi au quatrième ou cinquième jour postopératoire. [8]

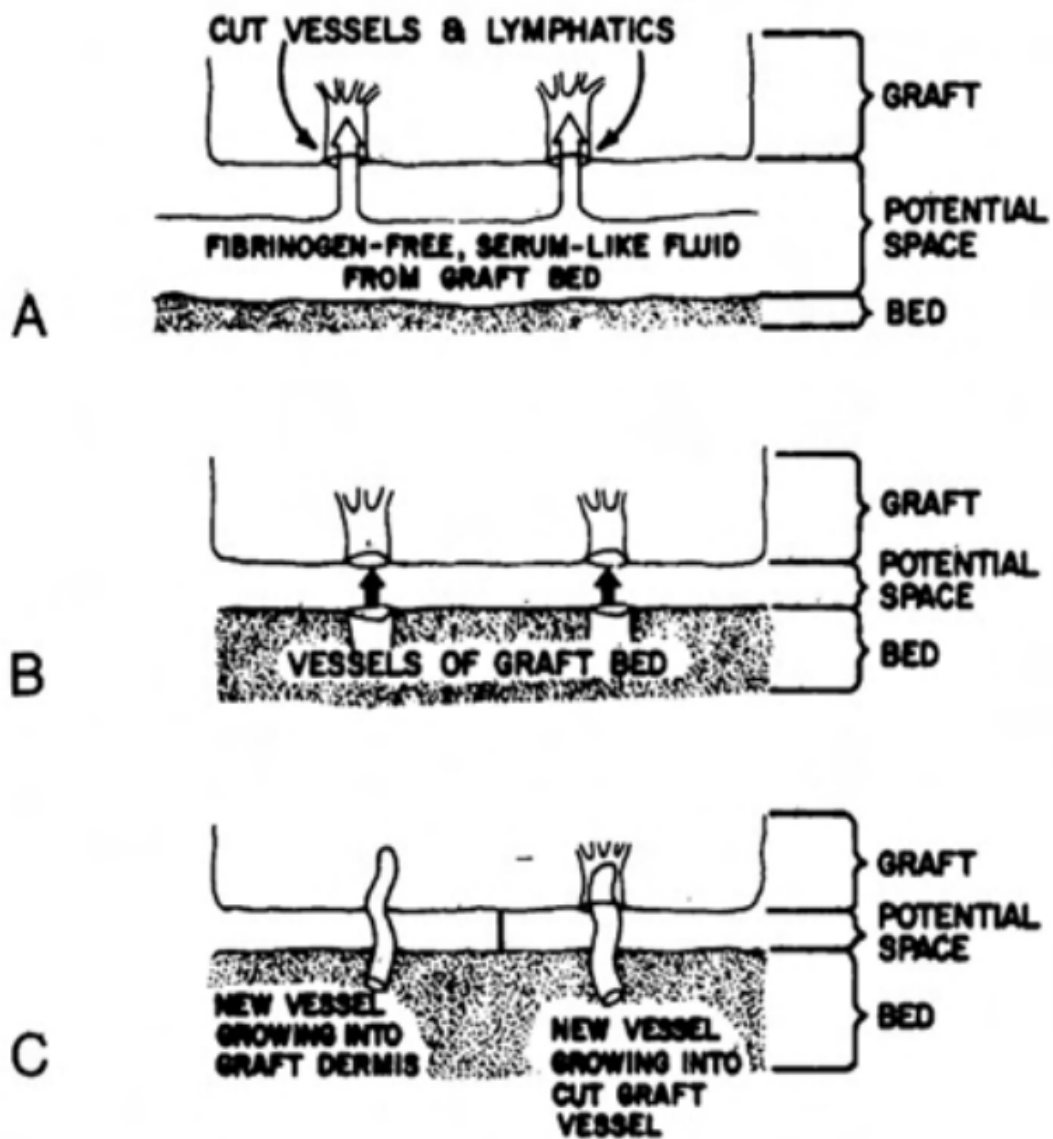


Figure 5 : Étapes de la revascularisation de la greffe de peau : A, imbibition plasmatique ; B, inosculation ; C, croissance des vaisseaux.

5. Techniques, indications et complications des greffes de peau :

a. Greffe de peau mince et demi épaisse :

Le principe de ces greffes consiste à préserver au moins la couche profonde du derme qui comporte encore des enclaves épithéliales (notamment les glandes sudoripares et les follicules pileux) à partir desquelles survient l'épithélialisation. Permettant ainsi à la zone donneuse de ces greffes de cicatriser par épidermisation spontanée (Figure 13 a et b).

Les zones de prélèvement :

- les membres notamment les cuisses et les fesses,
- Le thorax, le dos et l'abdomen,
- Le cuir chevelu si l'épaisseur de la greffe ne dépasse pas 4 dixièmes de millimètre pour ne pas entraîner l'alopécie.

Techniques :

À l'aide d'un stylo marqueur et des mesures obtenues sur le lit de la plaie, les dimensions sont dessinées sur le site de prélèvement du greffon, celui-ci est ensuite infiltré au sérum adrénaliné 1/1000, le prélèvement se fait avec un rasoir manuel type Lagrot-Dufourmantel (figure 6) ou de préférence avec un dermatome électrique (figure 7) muni tous les deux d'une lame interchangeable à usage unique, ce dernier permet d'assurer un prélèvement de forme et de profondeur plus régulière avec une épaisseur de 1,5 à 2,5/10^e de mm pour la greffe de peau mince et de 3 à 6/10^e de mm pour la greffe de peau demi épaisse, le prélèvement du greffon doit être effectué en utilisant un seul mouvement consécutif tout au long de la procédure . A noter que la qualité du saignement du site receveur renseigne sur la profondeur de la greffe : un piqueté hémorragique très fin correspond à une greffe de peau mince, un piqueté plus gros à une greffe demi épaisse, l'apparition de la graisse témoigne d'une prise totale du derme.

Après avoir posé le greffon sur la zone receveuse, il doit être maintenu par des agrafes ou des points de suture avec immobilisation complète par rapport à son sous-sol grâce au bourdonnet et les points de capitonnage qui doivent être appliqués sur toute la surface du greffon.



Figure 6 : Rasoir manuel largot-
dufourmentel ; démonté (A et B)
et assemblé (C)

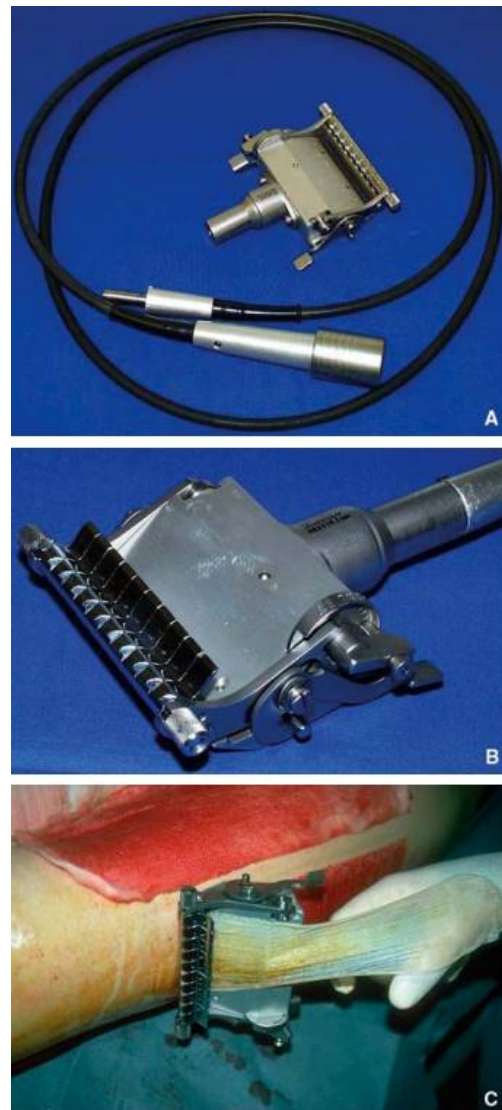


Figure 7 : Dermatome électrique. La pièce à
main est connectée avec un câble à moteur
(A, B). Permet de retirer les bandes droites
très longues (C).

Pansement des greffes de peau mince et demi-épaisse :

En post opératoire il existe plusieurs protocoles de soins :

Un pansement gras doit être appliqué sur le site donneur, certains praticiens préconisent un premier soin à J2 puis quotidiennement jusqu'à cicatrisation. D'autres préfèrent ne pas refaire le pansement de la zone donneuse les premiers jours, et certains auteurs recommandent même de ne pas changer de pansement pendant 10 à 21 jours ce qui correspond à la période d'épidermisation.

Afin d'assurer une adhérence et une immobilisation parfaite du greffon sur le lit receveur, un bourdonnet (figure 8) est souvent réalisé, il s'agit de poser des compresses grasses sur la greffe et les maintenir par des points de suture à partir de la périphérie. Ce bourdonnet est laissé en place pendant quelques jours (5jours en général) puis enlevé. Le pansement doit être retiré en cas de fièvre, de douleur, de mauvaise odeur ou d'érythème périphérique.

Après cicatrisation, la protection solaire et la pressothérapie des sites donneurs et receveur doivent être pratiquées de manière correcte pour obtenir une cicatrice fine, souple et non disgracieuse.



Figure 8 : Bourdonnet

Indications :

- Les brûlures, après excision des tissus nécrosés,
- Les nævus congénitaux géants après exérèse,
- Les pertes de substance étendues traumatiques,
- Les pertes de substance chirurgicales (néoplasiques, infectieuses, brides).

Les greffes sont appliquées soit en bandes continues, soit en filet (mesh-graft ou greffe en mailles : figure 9) après expansion de la greffe par un facteur de 1,5 à 6. Ces greffes en mailles sont le résultat d'un découpage de rangées parallèles de fentes décalées au niveau de la peau prélevée, soit à l'aide d'une lame bistouri soit en faisant passer le greffon à travers un dispositif (Skin Graft Expander : figure 10) ; permettant ainsi d'étendre la surface de la greffe d'une part, et d'assurer une voie de drainage du sang et de sérosités qui peuvent compromettre la prise de la greffe sur la zone donneuse d'autre part. Ce dernier type de greffe est utilisé dans la couverture des grandes pertes de substance et des surfaces suintantes.



Figure 9 : Greffe en maille

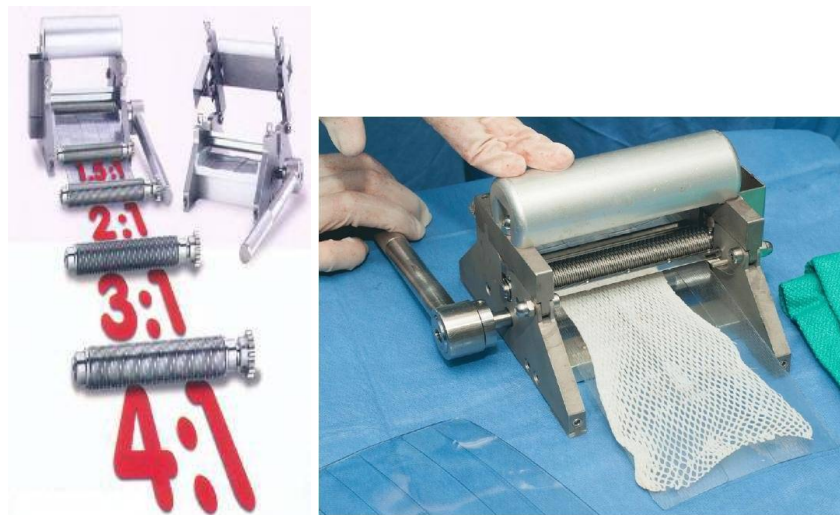


Figure 10 : Skin graft expander

b. Greffe de peau totale :

Pour ce type de greffe, l'épaisseur de peau est prélevée en sa totalité, y compris les annexes pilo-sébacées.

La peau est prélevée par une incision en bateau et contrairement à la greffe de peau mince, et en raison de l'absence des cellules basale permettant l'épithélialisation, la zone donneuse est incapable de cicatriser spontanément et doit être suturée (figure 13c), ce qui limite la quantité de peau pouvant être prélevée par cette technique.

Les sites de prélèvement :

Ce sont les zones où l'on trouve généralement un excès de peau : l'intérieur du bras et de la cuisse, au-dessus de la clavicule, bas de l'abdomen, devant l'oreille, derrière l'oreille ou sur la paupière.

Le site de prélèvement est choisi selon la zone à greffer :

- Un prélèvement rétro auriculaire ou sus-claviculaire serait privilégié pour couvrir une perte de substance au niveau du visage, les autres sites de prélèvement sont déconseillés car ils sont susceptibles d'entraîner plus de dyschromies.
- Le meilleur résultat pour une reconstruction palpébrale sera obtenu en prélevant une greffe sur l'autre paupière notamment la paupière supérieure (figure 11).



Figure 11 : Résultats d'une greffe de peau totale palpébrale à 12 semaines

Techniques :

Le prélèvement se fait à l'aide d'une lame de bistouri froide, avec une profondeur atteignant l'hypoderme. Ensuite il faut dégraisser suffisamment la face profonde du derme (figure 12).

N.B : Une greffe au niveau de la face doit idéalement **respecter les unités esthétiques décrites par Gonzalès et Ulloa** ; l'ensemble d'une unité esthétique doit être greffé.



Figure 12 : Dégraissage au ciseaux d'une peau totale

Pansement des greffes de peau totale :

La greffe doit être suturée (ou agrafée) bord à bord avec la zone receveuse afin d'éviter une cicatrice en marche d'escalier. Un pansement gras est pratiqué au niveau du site receveur. Comme pour la greffe de peau mince un bourdonnet est réalisé afin d'assurer l'adhérence de la greffe.

Indications :

La greffe de peau totale présente l'avantage d'être moins rétractile que les greffes de peau mince et demi épaisse ce qui permet une reconstruction de qualité, elle est donc réservée aux zones fonctionnelles et esthétiques notamment le visage la main et les articulations

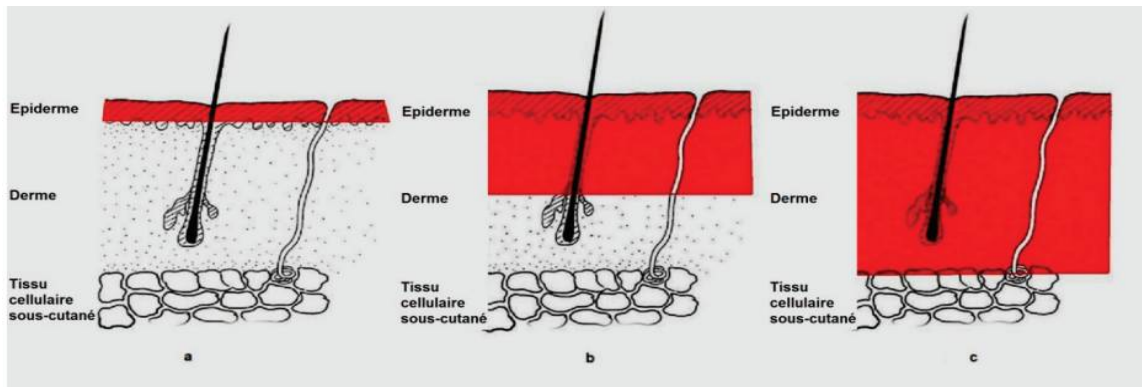


Figure 13 : Épaisseur de peau prélevée. a. Greffe de peau mince : 1,5 à 2,5/10e de mm ;
b. Greffe de peau demi-épaisse : 3 à 6/10e de mm ; c. Greffe de peau totale.

c. Complications :

Les complications possibles associées à la greffe de peau sont :

L'échec de la prise de peau greffée due à un saignement excessif provoquant un hématome, à un mouvement excessif avec des forces de cisaillement et une infection au niveau du site de transposition.

Ces infections sont plus souvent rencontrées dans les cas d'ulcères vasculaires, de brûlures, d'application aux extrémités inférieures et lorsque la greffe est effectuée sur plusieurs sites.

Les micro-organismes les plus fréquemment isolés dans une plaie greffée sont *Streptococcus pyogènes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, d'autres staphylocoques et les *Enterobacteriaceae*. [9]

Les greffes de peau de pleine épaisseur sont moins susceptibles de s'infecter que les greffes de peau mince et demi-épaisse.

D'autres complications peuvent survenir, telles que la décoloration de la peau, la formation de tissu cicatriciel, la perte de sensibilité, la thrombose veineuse et une surface irrégulière.

II. Les substituts cutanés :

En cas de lésions importantes ou d'impossibilité d'accès à une peau de donneur, les substituts cutanés commerciaux ou les cellules cultivées peuvent être des alternatives à la greffe de peau ou pour une couverture temporaire avant une transplantation ultérieure. Il s'agit d'un groupe hétérogène de matériaux de couverture des plaies qui aident à la fermeture et remplacent les fonctions de la peau, de façon temporaire ou permanente, selon les caractéristiques du produit.

La **peau allogénique** fournit une source de cellules cutanées, notamment des kératinocytes, les fibroblastes, les mélanocytes et les cellules endothéliales. Ces cellules peuvent être cultivées en grandes populations, cryoconservées dans l'azote liquide, récupérées en culture et combinées à des biopolymères dégradables pour former des substituts de peau cultivés.

Au cours des dernières décennies, les scientifiques et les chirurgiens ont collaboré pour développer divers produits synthétiques et issus de la bio-ingénierie comme alternative ou complément à la greffe de peau.

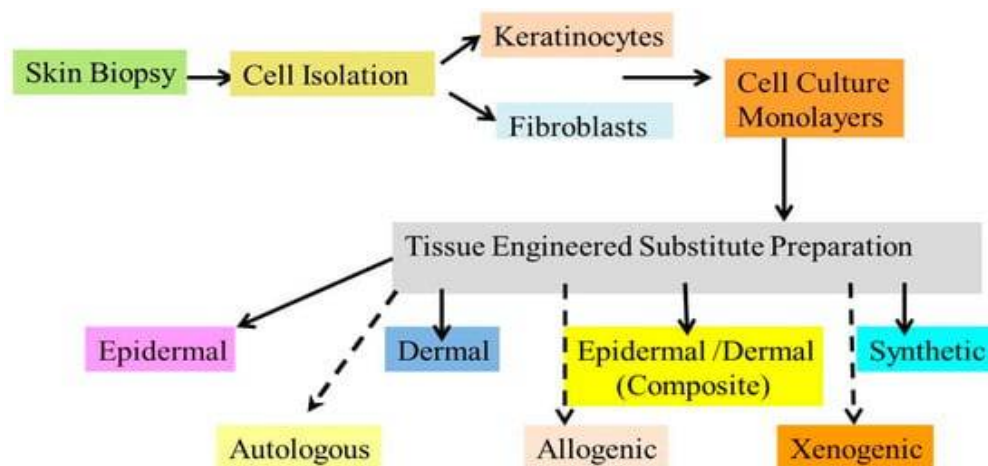


Figure 14 : Préparation d'un substitut de peau issu de l'ingénierie tissulaire.

Les lignes en gras indiquent le type de cellules et les lignes en pointillés indiquent la source des cellules.

Quelles sont les caractéristiques d'un substitut cutané optimal ?

Le substitut cutané doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Capable de résister à l'infection
- Capable d'empêcher les fuites hydriques
- Capable de résister aux forces de cisaillement
- Recrée les composants dermiques et épidermiques.
- Rentable
- Largement disponible
- Longue durée de conservation et facilité d'utilisation et de stockage
- Absence d'antigénicité
- Épaisseur flexible
- Durable avec une stabilité à long terme de la plaie
- Peut être adapté aux surfaces irrégulières de la plaie
- Facile à fixer et à appliquer [10]

A ce jour, il n'existe pas de substitut cutané idéal disponible qui remplit toutes les caractéristiques mentionnées ci-dessus. La sélection des produits se fait selon la disponibilité, la situation clinique et les besoins de chaque patient, étant donné que chaque type de produit a des applications, des forces et des inconvénients.

1. La culture de kératinocytes :

La culture de kératinocytes a été mise au point par Rheinwald et Green en 1975 [11]. Il existe de nombreuses techniques de culture en laboratoire notamment sur un support de transfert, en couche ou en suspension.

Elle nécessite une biopsie (2 à 6cm) de peau saine de préférence en zone pileuse, ensuite un traitement enzymatique (la trypsine) est utilisé pour isoler les cellules basales épidermiques qui sont dotées d'un pouvoir de prolifération.

La culture se fait sur une couche nourricière, cette couche est constituée de fibroblastes murins 3T3 qui sont irradiés ou traités par la mitomycine C afin d'inhiber leur multiplication tout en préservant leur fonction sécrétoire essentielle à la multiplication de ces kératinocytes. Comme alternative à la souche 3T3 et pour être plus proche aux conditions physiologiques on peut utiliser des fibroblastes d'origine humaine.[12]

La culture s'effectue dans un milieu qui contient, entre autres, des facteurs de croissance et dans un incubateur à une température de 37 C, en atmosphère à 5% de CO₂.

Après une dizaine de jours la culture devient confluite, on peut alors rediluer les kératinocytes puis les réensemencer et donc les amplifier ; les feuillets d'un épiderme peu différencié et capable de se différencier in vivo peuvent être fabriqué à la 2ème ou 3ème culture.

Pour ne pas endommager la structure de l'épiderme néoformé lors de son décollement de la culture en utilisant la dispase, il est préférable de réaliser directement la dernière culture sur le support de transfert, ce dernier est à base d'acide hyaluronique, de fibrine [13], de collagène ou de polyurétane.

On distingue :

- Des feuillets épidermiques autologues (CEA): obtenus par culture de kératinocytes autologues (**Epicel (figure 15))**).
- Des feuillets épidermiques allogéniques : obtenus par amplification des kératinocytes et leur congélation en banque de peau.

Les kératinocytes sont des cellules marquées par un fort pouvoir antigénique ; pour éviter une réaction de rejet les souches cellulaires doivent être prélevées à partir de la propre peau du malade.

Ils sont indiqués principalement pour le recouvrement cutané des brûlures profondes ou de pleine épaisseur comprenant une surface corporelle totale supérieure ou égale à 30%. Ils sont utilisés seuls, avec une autogreffe expansée, ou en combinaison avec une allogreffe provenant d'une banque de peau selon le protocole de Cuono lorsque le patient ne dispose pas de surface suffisante pour réaliser une autogreffe. [14]



Figure 15 : Epicel



Figure 16 : Autogreffe d'un épiderme cultivé sur un brulé grave

2. Les substituts dermiques :

Bien que le remplacement de l'épiderme permet la guérison et la survie des patients mais ce dernier ne représente qu'une partie de la peau ; ainsi pour éviter la formation de cicatrices rétractiles [15] et des résultats fonctionnels médiocres, le remplacement du derme est également indispensable lorsqu'il est indiqué.

Le substitut dermique entre en contact en profondeur avec les tissus sous-jacents afin de les préparer pour une autogreffe, ou il interagit dans le processus cicatriciel recréant un support nutritionnel ou mécanique de l'épiderme.

Ils peuvent être d'origine humaine ou animale obtenue en cultivant des fibroblastes ou provenant d'une peau cadavérique traitée d'une manière à éliminer toutes les matières cellulaires, la structure dermique acellulaire résultante est une matrice artificielle constituée par le collagène qui représente le composant principal du derme naturel, cette matrice reproduit l'architecture du derme humain et sert d'échafaudage ou de modèle pour la croissance des fibroblastes et des capillaires de l'hôte jusqu'à ce qu'elle soit remplacée par le tissu de l'hôte ; ils peuvent également être d'origine synthétique construits à partir de molécules non biologiques et de polymères naturels qui doivent être stables, biodégradables, fournir un environnement adéquat pour la régénération des tissus et être composé de matériaux immunocompatibles pour éviter les processus processus immunoréactifs.

On distingue :

- Le derme vivant, comportant des fibroblastes cultivés pouvant sécréter des facteurs de croissance.
- Les substrats dermiques acellulaires, ne possède aucune cellule cutanée animale ou humaine, servent de guide pour la reconstruction dermique.
- Allogreffe humaine transformée

Les substrats dermiques acellulaires :

Après l'avoir greffé sur le patient, les fibroblastes du receveur vont servir à réhabiter et revasculariser ce substrat dermique et puis synthétiser les constituants de la matrice extracellulaire normale qui se déposent sur la matrice du collagène. Le derme ainsi formé a une structure histologique proche du derme humain normal permettant d'éviter une cicatrisation hypertrophique et rétractile.

Une greffe épidermique serait nécessaire pour compléter le recouvrement cutané soit immédiatement (Matriderm) ou après 3 semaines (Integra).

L'Integra : a été le premier modèle de substrat dermique commercialisé depuis 1996, il contient une matrice de collagène bovin (type I et III), la chondroïtine sulfate, et elle est réticulée par le glutaraldéhyde. Le tout est entouré par un film de silicone transitoire simulant un épiderme dans ses fonctions de limiter les pertes hydriques et de prévenir la surinfection, celui-ci doit être retiré avant de poser la greffe autologue épidermique après 3 semaines [16]. Ce produit est conservé simplement au réfrigérateur. (figure 17)

Une étude avait montré que la survie chez des patients traités par l'integra est nettement plus élevée que chez les patients traités de manière conventionnelle [17].

Des essais cliniques ont validé l'utilisation de ce produit comme alternative à l'allogreffe cutanée de la banque de peau pour la couverture des brûlures grave au stade aigu. Et que ses résultats étaient très satisfaisants.[18]



Figure 17 : Integra

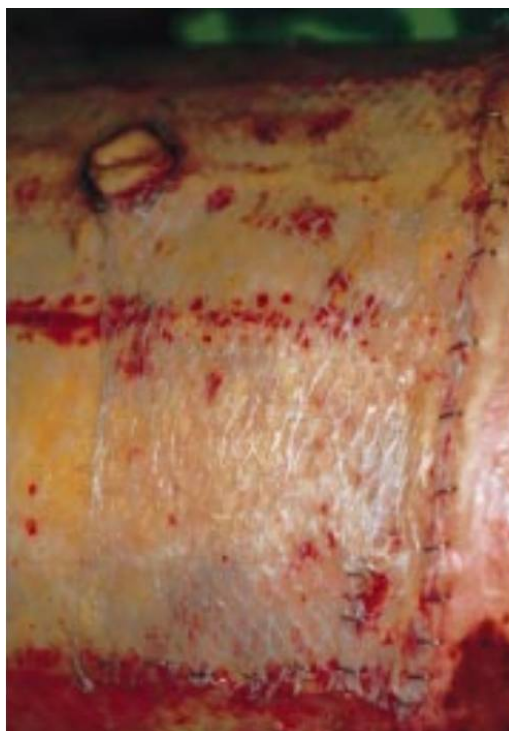


Figure 18 : Aspect de la peau traitée par l'integra et greffée par une peau mince autologue



Figure 19 : Comparaison à 1an d'un pli cutané après greffe conventionnelle (à gauche) et après traitement par integra (à droite)



Figure 20 : Correction d'une cicatrice chéloïde séquellaire d'une brûlure cervicale par Integra et autogreffe de peau mince

Les dermes équivalents vivants :

Fabriqués soit par culture de fibroblastes allogéniques sur une trame synthétique ou de collagène sur laquelle ils synthétisent une matrice extra cellulaire et libèrent des facteurs de croissance (**Dermagraft**, **Transcyte**)

Soit à partir d'une matrice de synthèse en nylon imbibée de polypeptides porcins (**Biobrane**).

Allogreffe humaine transformée :

Représentée par **L'Alloderm** qui est un derme humain cryoconservé et lyophilisé provenant d'un donneur cadavérique, la peau est désépidermée et dépourvue de toutes les cellules, elle ne conserve que l'architecture de la MEC et de la jonction dermoépidermique, cette matrice est posée directement sur le lit de la plaie et doit être recouverte au même temps opératoire par une greffe de

peau demi épaisse autologue. Les résultats cliniques finals de cette greffe sont comparables en terme de qualité à une greffe de peau totale c'est-à-dire moins de rétraction et de phénomènes inflammatoires.[19]

Tous ces produits sont indiqués pour traiter les plaies chroniques et pour initier les brûlures aiguës à une éventuelle greffe.

Les récents progrès s'orientent de plus en plus à l'association des fibroblastes-kératinocytes vu que leur synergie aboutit à une sécrétion plus importante des facteurs de croissance ce qui est en faveur d'une meilleure cicatrisation.

3. Les peaux totales reconstruites (Living Skin Equivalent) :

Obtenues après culture de kératinocytes à la surface d'un derme vivant. La différence entre les différents modèles est le support de culture des fibroblastes, il peut s'agir d'une éponge de collagène, gel de collagène, un support synthétique ou une MEC de derme humain sont utilisés comme support de culture pour les fibroblastes,

Le modèle de Bell est un exemple d'un équivalent de peau totale obtenue en incorporant des fibroblastes vivants dans un milieu qui contient une solution de collagène, du sérum et un milieu de culture [20] après une semaine on obtient un gel qui est rétracté par les fibroblastes qui y sont emprisonné ce qui rend ce collagène résistant et insoluble. La prolifération et la différenciation des kératinocytes aboutit à la formation de l'épiderme mais sans véritable jonction dermoépidermique. Des études sur son utilisation dans le traitement des brûlures aiguës avaient montré un taux de prise élevé [21]; sauf que le rendement en culture constitue la première limite étant donné que pendant une vingtaine de jours on peut avoir 100cm² de peau (reconstruite) à partir d'une biopsie de 1cm² [20].

Graftskin et **Apligraf** représentent le modèle de peau reconstruite allogénique commercialisé en Europe [22] et qui est toujours en amélioration continue.

Un autre modèle qui est celui de **Boyce** utilise une matrice de collagène réticulée avec du glutaraldéhyde, celui-ci possède une porosité appropriée à la culture des fibroblastes (27). De part et d'autre de l'éponge les kératinocytes et les fibroblastes sontensemencés, ce modèle avait montré la formation d'une jonction dermoépidermique in vitro après deux semaines de la greffe sur une souris [23] ; la culture dure vingt à trente jours.

Une publication récente portant sur 3 enfants brûlés rapporte l'association de l'integra et de la peau reconstruite (3 semaines plus tard), le taux de prise était de 98% [24].

Bien que l'obtention d'une peau totale reconstruite représente la technique d'avenir, ce substitut cutané reste long à obtenir et très couteux en plus que ses résultats cliniques sur le grand brûlé n'étaient pas satisfaisants, il sera probablement utilisé pour le traitement secondaire des séquelles.

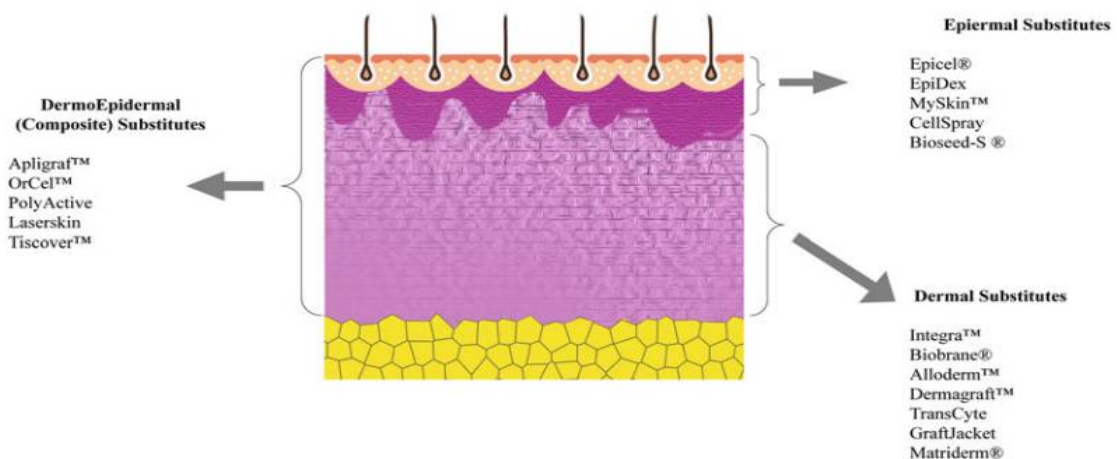


Figure 21 : Les substituts cutanés les plus courants disponibles dans le commerce



I. L'histoire de la création des banques de peau :

La banque de peau est une structure destinée à l'obtention, le traitement, la conservation, le stockage et la distribution des tissus cutanés en vue de leur transplantation.

L'histoire des banques de peau est contemporaine, avec d'une part ; le développement et le succès de l'utilisation des greffes de peau pour la couverture des pertes de substance cutanée dans plusieurs situations cliniques tels que les traumatismes, les brûlures, les ulcères, les exérèses tumorales. Et d'autre part l'utilité de l'allogreffe de peau dans la couverture des brûlures qui a été rapportée par Bettman en 1938 en démontrant son succès dans le traitement des enfants souffrant de brûlures étendues.[25]

Ensuite et pendant la seconde guerre mondiale (1939-1945) et la guerre de Vietnam (1955-1975), les recherches menées sur l'intérêt clinique de l'allogreffe ont été accélérées dans le but de traiter les brûlures et les blessures militaires.[26]

La disponibilité d'une quantité adéquate de tissus au moment où l'on en a besoin était le plus grand défi, ce qui a motivé les cliniciens à trouver des techniques pour préserver les tissus vivants pendant une période prolongée en vue d'une utilisation ultérieure.

Jusqu'au début du 20e siècle, il n'était pas possible de créer une banque de peau car le maintien de la viabilité des tissus était difficile. La préservation de la peau a débuté avec le succès de la conservation à +4°C [27]et +7°C [28] par Webster (1944) et Matthew (1945) respectivement ; après des expériences sur la peau de vache réfrigérée, Webster a réussi à conserver des autogreffes de peau humaine fraîche pendant 3 semaines.

Ensuite Baxter a étudié les effets histologiques de la congélation sur la peau humaine et a identifié la formation de cristaux de glace et la destruction des tissus en 1948 [29]. Cette étude a été suivie en 1952 par les recherches pionnières de Billingham et Medawar, qui ont démontré que la peau pouvait être efficacement cryoconservée à l'aide de glycérol [30]. Taylor a ensuite démontré que l'utilisation de glycérol était associée à une diminution de la formation de cristaux de glace lors de la congélation [31]. Peu après, Brown et Jackson ont popularisé l'utilisation de greffes de peau humaine allogène comme pansements biologiques pour les brûlures étendues et les tissus dénudés [32], [33]

En effet, les bases de la banque de tissus ont été fondées au début du vingtième siècle dans les années 1930-1940, mais ce n'est que lorsque des méthodes de conservation efficaces, reproductibles et standardisées sont devenues disponibles, et les effets bénéfiques de l'allogreffe de peau ont été prouvé que la première banque de peau a été officiellement reconnue : la banque de tissus de la marine américaine (la US Navy Skin Bank) créée aux États-Unis en 1949 [34] marquant le début d'un organisme structuré permettant l'étude et l'application des procédés de l'allogreffe.

De nombreuses banques de peau ont été créées aux États-Unis dans les années 1950-1960, alors que la plupart des banques de tissus européennes ont été créées dans les années 1970 et 1980, avec des exceptions notables comme celle de l'hôpital universitaire de « Hradec Kralove » (République tchèque)[35], qui a été fondée en 1952 et la banque régionale de tissus du Yorkshire qui a été fondée en 1960 [36].

Ces banques se conforment aux normes de l'Association européenne des banques de tissus (EATB : Standards pour les banques de peau et les banques de substituts de peau ; 1997) ou à des directives spécifiques (par exemple, British Association britannique des banques de tissus, 1995) et à la législation nationale. Aujourd'hui, on estime que 30 à 50 banques de tissus sont actives aux États-Unis, travaillant selon les normes de (AATB : l'American Association of Tissue Banking 1984) et aux réglementations fédérales.

II. Organisation des banques de peau :

Les banques de tissus interagissent à l'échelle internationale au sein de réseaux scientifiques à but non lucratif qui encouragent la coopération, la recherche et le développement dans le domaine des banques de tissus et garantissent l'uniformité.

Ces organisations fournissent souvent des listes de banques de tissus accréditées et certifiées conformes à des normes de haute qualité.

La tâche d'une banque de peau est de fournir, traiter, et de stocker des échantillons de peau provenant de donneurs vivants et de cadavres pour être utilisés dans le traitement des grands brûlés et d'autres cas de perte de peau, dans le but d'améliorer la survie et/ou la qualité de vie des patients.

Les normes de qualité font généralement référence à des systèmes de qualité reconnus au niveau international, tels que la norme ISO 9000 (qui assure la traçabilité, la conformité de toutes les phases du processus aux procédures écrites, le contrôle des documents, la formation du personnel, etc) et les normes de bonnes pratiques de fabrication (qui garantissent que les paramètres environnementaux sont constamment contrôlés pour contamination particulière et microbienne et que la structure et l'équipement sont régulièrement entretenus, calibrés et validés conformément à des procédures écrites, avec un contrôle permanent de la qualité, à une fréquence conforme à l'utilisation et à l'importance du processus). [37]

1. Les normes relatives aux banques de tissus :

Diverses organisations nationales et internationales ont établi des normes pour les banques de tissus, qui intègrent les exigences réglementaires et la législation nationale, notamment l'association américaine des banques de tissus (AATB), la Croix-Rouge américaine aux États-Unis, l'association britannique

des banques de tissus (BATB) et le service national du sang (depuis avril 1998) au Royaume-Uni, ainsi que l'association européenne des banques de tissus (tableau 1).

Tableau 2: sources de documents relatifs à la qualité dans les banques de peau

UK and Europe	Standards for Tissue Banking (BATB) BATB 20–22 Queensbury Place, London SW7 2DZ Guidelines for the Blood Transfusion Service (UK) HMSO Publication Centre, PO Box 276, London, SW8 5DT MCA Rules and Guidance for Pharmaceutical Manufacturers (GMP) HMSO (address as above) Guidance on the Microbiological Safety of Human Tissues and Organs used in Transplantation (MSBT) NHS Executive, Dept. Health, 4078 1P 16K March 96 (04) Quality Systems (BS) (EN) ISO9000 British Standards Institute, 2 Park Street, London, W1A 2BS Standards for Tissue Banking (EATB) EATB c/o D12G German Institute for Cell and Tissue Replacement, R-Roessle-Str 10, D-13125, Berlin, Germany
USA	Standards of the American Red Cross Tissue Services ARCTS, 2025 E Street NW Washington DC20006 Standards for Tissue Banking (AATB) AATB, Beverlcy Road, Suite 220A, McLean, Virginia 22101 Screening and Testing of Donors of Human Tissue Intended for Transplantation (FDA) Office of Communication, Training and Manufacturers Assistance (HFM-40), Center for Biologics Evaluation and Research, Food and Drug Administration, 1401 Rockville Pike, Rockville, MD 20852-1448

Il est extrêmement important que les banques de peau indiquent qu'elles se conforment pleinement aux normes publiées convenues. Ils devraient alors s'abstenir de publier et d'appliquer des versions internes ou abrégées des normes, sauf pour indiquer si leurs propres procédures sont plus rigoureuses que les normes publiées, si nécessaire. Cela devrait éviter la confusion au sein de la communauté chirurgicale qui résulterait du fait que chaque banque de tissu, publie sa propre version idiosyncratique de ce qui devrait être des normes communes.

De ce fait, un cadre réglementaire soutenu par la législation nationale est le meilleur moyen de garantir le respect des normes acceptées.[37]

2. Systèmes de qualité :

Les documents relatifs aux normes et aux lignes directrices sont suffisamment détaillés pour garantir que la plupart des questions concernant la qualité propres aux banques de tissus sont abordées.

Le premier système concerne l'établissement d'un cadre de qualité qui s'étend à tous les aspects de la gestion d'une banque de peau, y compris la formation du personnel, le contrôle des documents, la traçabilité, les actions correctives, etc. Il existe une norme internationale pour un tel système, à savoir ISO9000 (anciennement connue au Royaume-Uni sous le nom de BS5750) (tableau 1).

Un deuxième système de qualité est adopté par les industries pharmaceutiques et médicales, il couvre les principes des "bonnes pratiques de fabrication" (BPF) (tableau 1). Ces normes comprennent des définitions concernant, par exemple, les exigences en matière de qualité de l'air ambiant lors du traitement, la prévention de la contamination croisée, l'adéquation des locaux et des équipements, etc.

Le grand avantage de travailler dans le cadre des systèmes ISO9000 et BPF est qu'il oblige les gestionnaires de la banque de peau à examiner tous les aspects du fonctionnement de la banque et à introduire, de manière systématique, des procédures qui minimisent les possibilités d'erreur humaine et de négligence.

III. Infrastructure d'une banque de peau :

L'idéal est de disposer d'un bâtiment dédié à toutes les activités de la banque de peau.

Actuellement, la banque se compose de 5 laboratoires, qui répondent à la réglementation de la classe 100 et fonctionnent selon les bonnes pratiques de fabrication et aux bonnes pratiques de laboratoire.

Elle est structurée physiquement selon 3 principaux domaines :

- (1) chambre intérieure de classe 100 ;
- (2) zone administrative ;
- (3) zones de soutien et de recherche.

Structure de la chambre intérieure de classe 100 (5 laboratoires):

- **Laboratoire pour la préparation des matériaux**

Équipements et matériels pour la préparation de solutions de nettoyage, de décontamination et d'entretien à température constante (18 °C) air filtré (classe 100) et pression positive.

- **Laboratoire de quarantaine**

Salle blanche avec température constante (18 °C), air filtré (classe 100) et pression positive pour la récupération et la décontamination des tissus. Des réfrigérateurs sont à disposition pour maintenir une température constante (4 °C) dans les processus de décontamination. Une armoire de sécurité biologique Classe IIAB est nécessaire pour la manipulation des tissus.

- **Laboratoire de traitement des tissus**

Salle blanche à double chambre isolée à température constante, à air filtré (classe 100) et à pression positive visant la récupération, la découpe et la décontamination des tissus musculo-squelettiques.

- **Laboratoire de conditionnement**

Salle blanche isolée à température constante (18 °C), air filtré (classe 100) et pression positive, pour le conditionnement final des tissus avant d'être envoyés à la congélation finale. Les processus sont effectués dans une armoire de sécurité biologique de classe IIA-B pour la manipulation des tissus.

La chambre intérieure est reliée à une zone de stockage et de conservation des tissus.

- **Zone de stockage et de conservation des tissus (congélation)**

Zone à accès restreint pour le stockage des tissus avec systèmes de maintien de la température, système de contrôle en temps réel pour l'enregistrement de la température et surveillance télévisée. Température constante (18 °C) et air filtré de classe 100.

Centre d'équipement et de stérilisation (CEYE)

Équipement et fournitures pour la validation des processus de stérilisation des matériaux et d'équipements utilisés dans les processus d'approvisionnement.

Zone administrative

Conçu en dehors des installations centrales et avec un accès restreint.

Zones de soutien et de recherche

Constituée par un laboratoire à usages multiples et avec une chambre de culture, pour le développement de protocoles de recherche relatifs à la

formulation des matériaux, aux mécanismes de blocage de la mort cellulaire et aux stratégies moléculaires cryobiologiques à des fins de transplantations. [38]

Il doit y avoir une séparation adéquate entre les zones non stériles, propres et stériles, avec des accès séparés. Les déplacements dans la zone stérile doit être unidirectionnelle. Il doit y avoir une climatisation séparée pour les trois zones sans mélange d'air. La zone stérile doit être équipée d'un filtre à particules à haute efficacité et d'une ventilation à pression d'air positive et de préférence d'une salle blanche de classe 100 à 10000.

Un laboratoire interne de microbiologie, de sérologie, de typage tissulaire et de culture cellulaire est un atout qui fournit des résultats précis en temps voulu et évite d'avoir à sous-traiter ces services.

Un plan d'aménagement général d'une banque de peau est présenté dans la Figure 1. [39]

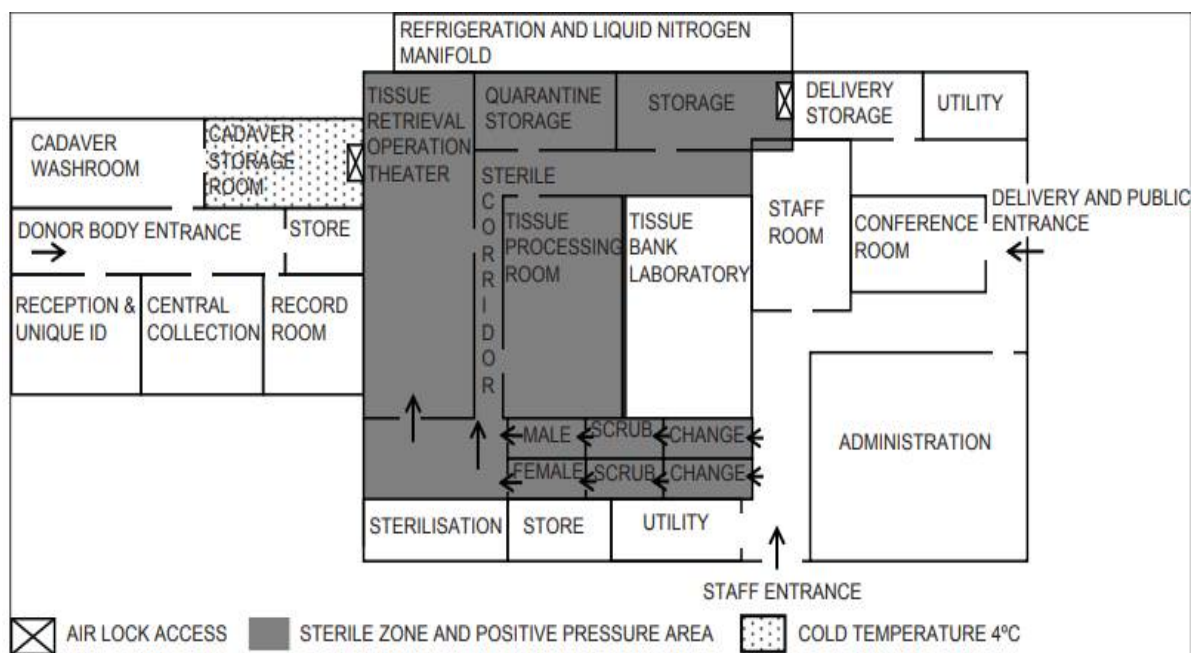


Figure 22 : Plan d'aménagement d'une banque de peau

IV. Aspects techniques de la banque de peau :

1. Sélection des donneurs :

- La sécurité de la peau des donneurs est garantie par des procédures et des normes de qualité déjà adoptées pour la transplantation d'organes, en conformément aux indications internationales et à la législation nationale.
- Pour réduire le risque de transmission de maladies par la transplantation de peau, les donneurs potentiels sont sélectionnés sur la base de données médicale et sociale complètes, y compris les antécédents, l'historique des voyages, l'examen physique et les tests sérologiques et microbiologiques.

La plupart des banques de tissus cutanés effectuent un dépistage sérologique minimal :

- Les hépatites B et C, VIH et de la syphilis.

Ainsi que des tests facultatifs :

- Virus T lymphotrophique humain, le cytomégalovirus, le groupement ABO et le typage Rh.

Critères d'inclusion :

➤ Donneur en état de mort encéphalique dans le cadre d'un prélèvement multi tissus :

- ✓ 24h après le décès si le corps est réfrigéré ou refroidi dans les 6h suivant le décès.
- ✓ Dans les 12h suivant le décès si le corps n'est ni refroidi ni réfrigéré.[40]

(La réfrigération de la peau avant son prélèvement présente des avantages : la consistance des tissus sous-cutanés est plus dure, ce qui facilite mécaniquement l'opération, Le taux de contamination peut également être réduit [41] [42])

- Un donneur vivant : le plus souvent lors d'une abdominoplastie ou plastie mammaire.[43]

Critères d'exclusion :

Générales :

Il ne doit y avoir aucun élément dans l'histoire médicale et sociale qui tendrait à suggérer un facteur de risque élevé de maladie transmissible.

Spécifiques :

- Infections : septicémie, pneumonie bactérienne, méningite, syphilis, lèpre, infection aigue ou chronique de la peau. Risque ou présence d'une hépatite B/C ou VIH...
- Malignité : Cancer, chimiothérapie, radiothérapie.
- Peau structurellement endommagée : dermatite étendue, mauvaise qualité de la peau, maladies de collagène, maladie auto-immune, obésité, brûlures aigues, traumatismes étendus de la peau ou des tissus mous.
- Tatouage étendu
- Noyade
- Cause de décès inconnu
- Contexte de transfusions sanguines multiples, transplantations d'organes ou de tissus au cours des 2 dernières années.
- Présence de tatouages ou piercing corporel au cours des 12 derniers mois[36] [44]

Nb : les extrêmes d'Age ne sont pas un critère d'exclusion

2. Prélèvement de peau :

- **Préparation du donneur :**

- ✓ Avant de passer au prélèvement il est impératif de remplir toutes les formalités légales et administratives notamment en s'assurant que le constat de mort encéphalique est établi, que le consentement est obtenu ou que l'opposition n'a pas été déclaré par le défunt en consultant le registre hospitalier des déclarations des dons d'organes et de tissus (sinon il faudra recueillir le consentement ou la non opposition auprès de la famille).
- ✓ les antécédents et les dossiers médicaux sont vérifiés, ainsi que la réalisation des examens cliniques et biologiques nécessaires
- ✓ Après que les critères d'exclusion et d'inclusion ont été remplis et qu'il a été décidé de prélever les tissus, le corps est transféré dans la salle d'opération pour le prélèvement.

Tout cela est sous la responsabilité du médecin du donneur qui est chargé de transmettre avec précision ces informations à l'équipe du prélèvement.

- **Démarche du prélèvement :**

-Le local de prélèvement doit comprendre :

- o un local d'accueil de la famille ;
- o un bloc opératoire;
- o un local de réanimation répondant aux normes communément admises.

-L'équipe est faite de chirurgiens, un médecin anesthésiste réanimateur, un médecin coordinateur de prélèvement, des infirmiers, un technicien de transport.

-Le médecin réanimateur du donneur doit préserver la qualité des tissus en maintenant une bonne perfusion et donc un état hémodynamique stable.

-Le prélèvement de la peau doit être fait rapidement afin d'éviter les changements qui peuvent se produire avec l'augmentation du délai post-mortem qui sont : la réduction progressive de la viabilité, la dégradation autolytique et enzymatique et l'augmentation de la charge bactérienne

-Le geste doit se dérouler dans des conditions aseptiques, les membres du personnel sont habillés d'une manière stérile

-Un prélèvement de sang est effectué

-L'ordre dans lequel les tissus sont prélevés chez un donneur en état de mort encéphalique doit être défini pour garantir leur qualité. La peau doit être prélevée avant les tissus musculo-squelettiques, car la présence d'os facilite l'intervention sans risque accru de contamination tissulaire.

-Les zones anatomiques doivent être définies avant de prélever.

-La peau du donneur est nettoyée de manière appropriée avec une solution de lavage à la povidone-iodée (Bétadine), puis rincée avec du sérum physiologique stérile et désinfectée avec de la Chlorhexidine [45], draper les zones donneuses avec des champs stériles.

- Il a été rapporté que le rasage des poils permet de réduire la flore microbienne résidente qui vit principalement dans et autour des follicules pileux.

-Des couches de peau de 400 à 800 µm d'épaisseur sont retirées à l'aide d'un dermatome à partir du dos, des fesses et des cuisses, la largeur des greffons varie généralement de 8 à 11cm, la quantité de peau prélevée par donneur peut varier en fonction des lésions cutanées, et de la géométrie du corps ; cependant, une moyenne de 120 à 180 cm par donneur n'est pas inhabituelle.[44]

-A la fin, il faut rédiger toutes les procédures écrites décrivant les différentes étapes chronologiques du prélèvement pour avoir toutes garanties de qualité et de sécurité.

- **L'acheminement vers la banque de peau :**

- la peau prélevée des différentes parties du corps est ensuite placée dans une solution de transport dans des récipients stériles et différents pour éviter toute contamination croisée, puis ils sont étiquetés, l'étiquetage doit comprendre les informations suivantes :

- ✓ la nature, la description et les caractéristiques précises du tissu;
- ✓ le numéro d'identification du donneur;
- ✓ la date et le lieu du prélèvement;
- ✓ les références de l'établissement hospitalier où le prélèvement a été effectué;
- ✓ les références de l'établissement destinataire;
- ✓ le nom et les coordonnées du transporteur;
- ✓ le nom et les coordonnées du réceptionniste du conteneur.

Puis elles sont placées dans une glacière à +4 C [46] et transportés vers la banque de peau pour le traitement et ceci à travers le technicien de circulation qui est chargé de préparer les tissus et les récipients de transport. En cas de panne mécanique ou d'une coupure d'alimentation électrique, les conteneurs frigorifiques doivent être secourus pour maintenir la température seuil fixée pour la conservation afin d'éviter de compromettre la qualité des produits stockés.

-Dans certaines banques de tissus, la peau est soumise à une désinfection antibiotique/antimycosique avant d'être mise en banque, cette technique est quelque peu controversée, car de nombreux antibiotiques ne sont pas en mesure de tuer efficacement les microorganismes à 4C, et il existe un risque d'exposer le receveur à des organismes résistants. Il est important de valider cette procédure en s'assurant :

- ✓ que le cocktail d'antibiotiques est efficace à la température d'incubation choisie, par exemple, la pénicilline est inefficace à moins que les bactéries ne soient en pleine croissance ; par conséquent, l'utilisation de cet antibiotique à 4C est inutile pour la plupart des pathogènes
- ✓ que des mesures soient prises pour éliminer complètement l'antibiotique avant tout test microbiologique post-désinfection (afin d'éviter les effets bactériostatiques continus).
- ✓ Une période d'incubation efficace et appropriée est utilisée.
- ✓ Que le cocktail d'antibiotiques et le milieu de base ne sont pas cytotoxiques pour les cellules de la peau, et maintiennent un environnement physio-chimique approprié (PH, osmolarité) pour favoriser la viabilité des cellules. [37]

À cet égard, des études sur les valves cardiaques, ont montré que l'amphotéricine B était hautement toxique pour les fibroblastes (orkshire Regional Tissue Bank, Pinderfields Hospital, UK 1998) [47]

3. Préparation des greffons cutanés en vue de leur congélation :

- **Environnement de traitement :**

- En arrivant à la banque, la peau est traitée dans des conditions aseptiques.
- Les normes actuelles de l'AATB indiquent la nécessité d'un traitement dans un environnement à flux laminaire
- Pourtant, des études récentes suggèrent que cela n'offre aucun avantage par rapport au traitement dans une salle blanche.[48]

- **Les tests microbiologiques :**

L'une des préoccupations majeures de l'utilisation de l'allogreffe de peau est le risque de transmission de maladies.

-Les échantillons sont obtenus de préférence avant l'exposition de la peau aux antibiotiques, Il est généralement recommandé de prélever un échantillon biopsique de 1cm²pour chaque 10 % de la surface corporelle sur laquelle la peau a été prélevée.

-Le guide de la qualité et de la sécurité des tissus suggère que ces tests de contamination bactérienne et fongique suivent des protocoles normalisés (tableau 1).

Tableau 3 : Recommandation pour les tests microbiologiques des échantillons de peau selon les données de la direction européenne de la qualité des médicaments et des soins de santé (EDQM)[49]

Agent microbien	Milieu de culture	Température d'incubation	Période d'incubation
Aérobique et fongique	Milieu de digestion de soja-caséine	20°C – 25°C	14j
Anaérobique	Milieu fluide de thioglycolate	30°C – 35°C	14j

➤ **Bactéries :**

-Un échantillon de peau est défini comme "négatif" pour la contamination microbienne si l'absence de croissance bactérienne est observée après 3 et 7 jours dans des cultures aérobies et anaérobies.

-Une culture est définie comme "positive" si une seule unité bactérienne formant une colonie est identifiée au niveau du genre et de l'espèce au moyen de milieux sélectifs et de tests biochimiques semi-automatiques.

-Les bactéries à croissance lente (par ex : les mycobactéries) sont identifiées par une réaction en chaîne par polymérisation (par exemple, séquençage de l'ARNr 16S).

-Des antibiogrammes sont réalisés en cas de résultats positifs.[50] [51]

➤ **Levures et champignons :**

-Les échantillons sont incubés dans de la gélose Sabouraud avec du chloramphénicol à +30°C à l'air pendant 21 jours pour détecter les mycètes à croissance rapide, moyenne et lente.

-Selon le protocole, l'échantillon est déclaré négatif si aucune croissance de levure ou de champignon n'est observée après 21 jours.

-Le genre et l'espèce de toute colonie de levure sont déterminés par des substrats chromogènes sélectifs (par exemple, ChromAgar et Sabouraud cycloheximide agar) et par des tests biochimiques semi-automatiques .Lorsque des colonies filamenteuses se développent, une coloration au lactophénol bleu de coton ou une culture sur lame est généralement effectuée, puis l'identification se fait par observation au microscope.[52] [50]

Selon l'étude de Pirnay et al (2011) appliquée sur 148 dons de peau au niveau de la banque de peau militaire de bruxelle [51]:

une durée de culture de 14 jours permet de détecter 16,9 % (25 /148) de peau contaminée supplémentaire par rapport au protocole classique de culture de 3 jours qui a révélé 19/148 de peau contaminée, ce qui porte le total à 44 .

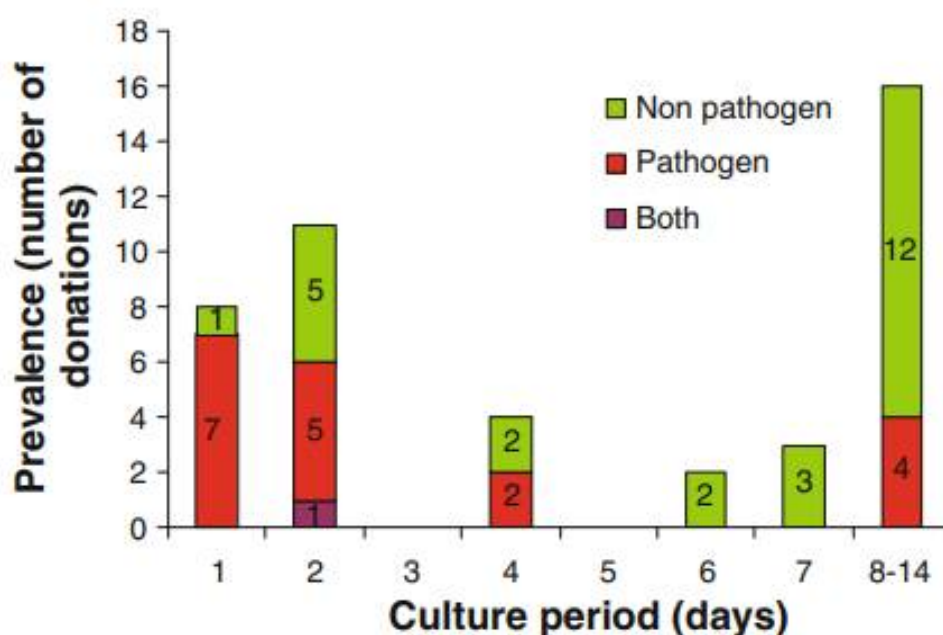


Figure 23 : Résultats de la culture cutanée par rapport à la période de culture :

-Les auteurs ont également noté que 24 % des bactéries à croissance lente détectées après 14 jours pouvaient être considérées comme potentiellement pathogènes.

-Comme l'ont rapporté d'autres auteurs, les micro-organismes les plus fréquemment isolés étaient des contaminants cutanés courants comme les staphylocoques à coagulase négative, en particulier *Staphylococcus epidermidis* (35,4 % des cultures positives), mais occasionnellement des coliformes comme *Escherichia coli* (6,3 %) et *Klebsiella pneumoniae* (6,3 %) et des agents pathogènes bactériens et fongiques reconnus comme *Candida albicans* (10,4 %), *Pseudomonas aeruginosa* (4,1 %) et *Staphylococcus aureus* (4,1 %) ont été isolés .

Tableau 4 : les microorganismes pathogènes et non pathogènes fréquemment isolés dans les échantillons de peau selon l'étude de Piray et Al :

Micro-organism	Prevalence (Number of donations)
Pathogens (see Table 1)	20
<i>Candida albicans</i>	5
<i>Escherichia coli</i>	3
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3
<i>Staphylococcus aureus</i>	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2
<i>Enterococcus faecalis</i>	2
<i>Clostridium perfringens</i>	1
<i>Enterobacter cloacae</i>	1
<i>Enterococcus faecium</i>	1
Non pathogens	28
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	17
<i>Staphylococcus capitis</i>	5
<i>Staphylococcus warneri</i>	2
<i>Corynebacterium minutissimum</i>	1
<i>Propionibacterium acnes</i>	1
<i>Staphylococcus coagulase negative</i>	1
<i>Staphylococcus simulans</i>	1

- **La peau à éliminer après traitement microbiologique :**

-Le taux de contamination est la proportion d'échantillons de peau qui n'ont pas été ôtés de la quarantaine en raison d'une contamination bactérienne ou fongique. Le taux de peau défectueuse exprime le pourcentage de donneurs de peau éliminée sur l'ensemble des donneurs de peau obtenus en 1 an.

-Seul les allogreffes de peau gravement contaminées ont été rejetées (par ex, bactéries poly résistantes). Les allogreffes de peau contaminées par des agents non pathogènes (par exemple, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus capitis* et *Propionibacterium acnes*) peuvent être retraitées par glycérolisation, les antibiotiques sont sélectionnés en se basant sur l'antibiogramme, et ceux qui sont négatifs après retraitement peuvent être délivrés pour une utilisation ultérieure.

-Selon une étude au niveau de la banque de peau de sienne, en 2016, 25/132 (19,3%) donneurs semblaient être contaminés par des bactéries non pathogènes ; après retraitement par glycérolisation, le taux de rejet final des allogreffes multi résistantes contaminées était de 3/132 [2,3 %]). [50]

De même, en 2012, la banque de peau militaire de Bruxelles a validé une méthode de récupération par glycérolisation qui permettait l'inactivation efficace des agents colonisateurs à l'exception des spores, et ne modifiait pas la structure et la fonction de l'allogreffe de peau.[53]

4. Méthodes de conservation :

Les allogreffes peuvent être classées comme viables ou non viables.

Les allogreffes viables contiennent des kératinocytes, des fibroblastes, des cellules endothéliales et des cellules de Langerhans (macrophages dermiques), elles sont soit fraîches ou cryoconservées.

L'allogreffe non viable sont soit glycérolisées ou irradiée par rayons gamma[54]

L'allogreffe de peau " fraîche " est le pansement biologique préféré pour la couverture temporaire des plaies de brûlures étendues de pleine épaisseur excisées en raison de son adhérence et de sa vascularisation plus rapides.

La réfrigération : Bien que le stockage de la peau viable au réfrigérateur à +4C ait été initialement préconisé, le déclin rapide de la viabilité au cours des deux premières semaines de stockage signifiait qu'elle devait être utilisée assez rapidement, May [55] a démontré que le métabolisme du glucose diminue à un taux de 10 à 15 % par jour pendant la conservation au réfrigérateur cette méthode est donc déconseillée en raison du risque biologique élevé: le court intervalle entre le prélèvement et l'utilisation (14 jours) n'est pas suffisant pour l'examen de contrôle requis pour la validation des tissus.

o Deux méthodes courantes de conservation des allogreffes de peau sont la glycérolisation et la cryoconservation.

La principale différence entre ces deux techniques réside dans la viabilité des tissus :

- Les greffons cutanés glycérolisés ne sont pas viables mais conservent des propriétés structurelles et mécaniques,
- Tandis que la viabilité cellulaire est maintenue par les greffons cutanés cryoconservés, Le débat actuel concernant l'usage clinique des allogreffes de peau congelées par ces 2 techniques est lié à cette différence fondamentale. [56] [57] [58]

D'autres types de conservation de tissus non viables récemment développés sont la lyophilisation et l'irradiation gamma qui permet d'obtenir des bioproduits à faible teneur en eau, ce qui facilite le stockage.

▪ La cryoconservation :

Introduite pour la première fois dans la pratique clinique en 1979 Elle est basée sur l'utilisation de très basses températures pour préserver des cellules et des tissus vivants structurellement intacts pendant une longue période de temps [59].

Les détails de la cryoconservation diffèrent d'une banque à une autre mais le principe est le même et dont les principales étapes sont :

- (1) : le mélange des cellules ou des tissus avec un agent cryoprotecteur avant le refroidissement ; celui-ci sert à réduire les lésions dues à la congélation en diminuant la quantité de glace formée ; Les cryoprotecteurs utilisés sont :
 - o Le glycérol : Polge et al [60] ont découvert l'effet cryoprotecteur du glycérol en 1949, et ce composé polyol est resté le plus efficace des additifs jusqu'à ce que l'effet protecteur du DMSO soit démontré par Lovelock et Bishop en 1959 [61], le glycérol n'est pas un électrolyte et peut donc agir en réduisant la concentration d'électrolyte dans la solution non congelée résiduelle à l'intérieur et autour d'une cellule à une température donnée.
 - o Le DMSO (diméthylsulfoxyde) : Synthétisé pour la première fois par le scientifique russe Alexander Zaytsev en 1866, Comme le glycérol, le DMSO agit en réduisant la concentration d'électrolyte dans la solution non congelée résiduelle au niveau et autour d'une cellule à une température donnée.

(2) : le refroidissement contrôlé des cellules ou des tissus à basse température et leur stockage ;

(3) : le réchauffement des cellules ou des tissus pour une éventuelle utilisation clinique

(4) : l'élimination de l'agent cryoprotecteur après décongélation. [62]

Les échantillons de peau sont généralement traités dans les 72 heures suivant leur réception.

Le trempage dans des solutions antibiotiques est largement utilisé pour décontaminer les tissus viables qui ne peuvent pas être stérilisés en phase terminale. [63] [56] [64]

Pour maintenir l'intégrité des cellules et ses fonctions biologiques et structurelles :

- Les greffons cutanés doivent être incubés dans des cryoprotecteurs tel que le diméthylsulfoxyde (DMSO) ou le glycerol,
- Refroidis progressivement et décongelés rapidement lorsqu'ils sont nécessaires pour un usage clinique.
- Les greffons de peau cryoconservés sont stockés à -130°C dans de l'azote en phase vapeur ou à -196°C dans de l'azote liquide. [65] [66]

La peau peut être stockée pendant 5ans au maximum.

Température de stockage

La congélation est effectuée avec un protocole en une seule étape dans un congélateur lent avec une baisse de la température par ordre de -1°C à -2°C par minute .D'autres auteurs utilisent une procédure de conservation en trois étapes :

- ✓ congélation à -20°C dans la première heure,

- ✓ le maintenir à -80°C pendant au moins 24 h,
- ✓ puis le stocker dans de l'azote liquide à -130°C ou moins jusqu'à son utilisation.[67] [68]

Pour les allogreffes soumises à une cryoconservation à long terme, de nombreux auteurs préfèrent un stockage à une température inférieure à -130°C pour éviter la formation de cristaux de glace qui provoquent l'endommagement des cellules. [69] Les températures typiques sont -135°C -150°C et -170°C .

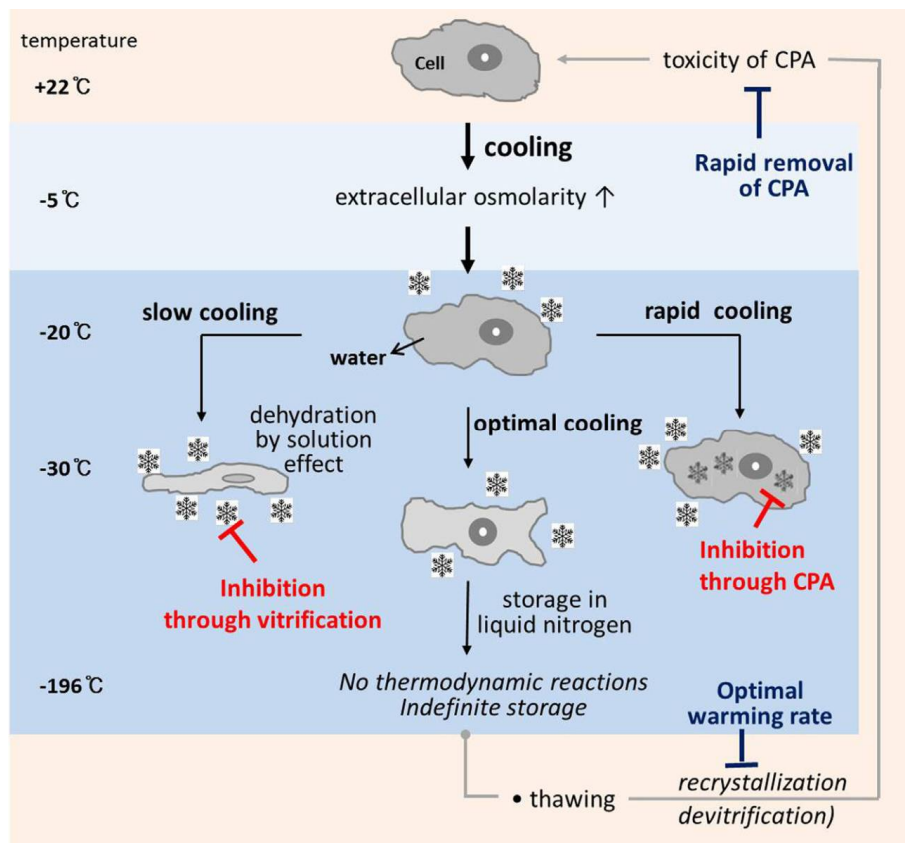


Figure 24 : Événements physiques et cryo-lésions des cellules pendant la congélation. CPA : agent cryoprotecteur.

Les vitesses de refroidissement et de décongélation peuvent largement affecter les réactions physico-chimiques et biophysiques, responsable d'une détérioration cellulaire et modifiant ainsi le taux de survie. Les mécanismes des lésions dues à la cryoconservation impliquent des modifications osmotiques (choc osmotique par effet de solution), et la formation de glace intracellulaire conduisant à l'altération des structures intracellulaires (Figure 5). [70]

Température de stockage et viabilité des allogreffes

En général, la dégradation de la viabilité cellulaire est inversement corrélée à la durée de stockage et dépend de la température de stockage.

Une viabilité acceptable est obtenue avec une température de stockage de -80°C ou moins (-130°C). En effet, il a été démontré que le stockage des tissus à +4°C réduit la viabilité en quelques semaines [44], [71]–[73], et des résultats similaires ont été observés avec un stockage à -70°C. [74], [75]

a) Études de stockage à court terme

Après 2 semaines de stockage à -80°C, en utilisant la congélation en trois étapes, certains auteurs ont rapporté une diminution de la viabilité cellulaire de 50%.[64], [67], [76]

Castagnoli et al ont montré que la conservation à -80°C donne des résultats constants (c'est-à-dire, 50 % de perte de viabilité cellulaire), ce qui suggère que la viabilité finale dépend largement de la durée de la période de précongélation, indépendamment des valeurs initiales. [67]

Des résultats similaires ont été observé après 2 semaines à -80°C avec le protocole de congélation en une étape (c'est-à-dire une réduction médiane de la viabilité cellulaire de 50 %, plage de 19 % à 81 %) avec le test MTT [63] (*un*

test de viabilité cellulaire basé sur le bromure de 3-(4,5-diméthylthiazol-2-yl)-2,5-diphényltétrazolium) repose sur la réduction des sels de tétrazolium solubles dans l'eau en pigments de formazan insolubles par des enzymes mitochondriales. Le pigment produit est dissous et extrait avec un solvant organique et quantifié par spectrophotométrie, en mesurant la densité optique (DO) de l'extractant à une longueur d'onde de 570 nm)

b) Études sur le stockage à long terme

Récemment, Udoh et al ont comparé les mesures de viabilité cellulaire de stockage à -135°C et -80°C

Tableau 5 : taux de survie cellulaire selon la T° et la durée de stockage :

DUREE DE STOCKAGE	1MOIS	6MOIS	12MOIS
T°= -135	89,3%	61,7%	61,6%
T°= - 80		35,2%	

Les taux médians de survie cellulaire étaient de 89,3%, 61,7% et 61,6% après 1, 6 et 12 mois de stockage à -135°C, respectivement, alors qu'à -80°C, les taux de survie étaient beaucoup plus faibles (35,2% de viabilité après 6 mois) [77].

Certaines différences histologiques entre les deux groupes ont également été rapportées : la structure épidermique a été maintenue après 6 mois de stockage à -135°C, mais pas à -80°C [77].

Ces valeurs ont été estimées par le test de viabilité au bleu trypan et l'analyse métabolique basée sur la consommation de glucose et la production de lactate.

Selon l'expérience avec le test MTT de la banque de peau de sienne : la plus grande perte de viabilité s'est produite dans les 15 premiers jours de stockage : 54,4 %, 65 % et 69 % après 15 jours, 6 et 12 mois, respectivement, par rapport à la peau fraîche (précongélation) [50].

Enfin, il a été récemment rapporté qu'en plus de dépendre du protocole de congélation, de la température et/ou de la période de stockage, la viabilité cellulaire finale est aussi influencée par la viabilité initiale de l'échantillon frais, qui est susceptible de dépendre données cliniques et médicales du donneur, telles que l'âge, la cause du décès, le délai séparant la mort et le prélèvement. [63]

- La glycérolisation :

Plus récente que la cryoconservation, elle a été introduite par l'Euro Skin Bank en 1984 ;

Il s'agit d'un processus non compliqué qui implique une incubation dans des concentrations croissantes de solution de glycérol afin de fixer l'eau libre dans les espaces intra- et extracellulaires [45] [46], la concentration de glycérol est augmentée en deux étapes jusqu'à 85%, l'allogreffe étant doucement agitée pendant 3 heures à 33°C à chaque étape, puis elles sont maintenues à une température de +2°C à +10°C

Inconvénients : Les allogreffes de peau glycérisées sont des greffes non viables, car le processus de glycérolisation détruit les structures vitales [80].

Avantages :

- Le matériel et les équipements de travail sont simples et relativement peu coûteux
- Les greffons sont stockés dans un réfrigérateur domestique et ne se détériorent pas à température ambiante.
- En plus de L'immunogénicité réduite de l'allogreffe traité par le glycérol, celui-ci possède également un certain degré d'activités antibactériennes et antivirales permettant de limiter la transmission des maladies.

En effet, le glycérol est un bactéricide lent mais efficace : 97% des cultures bactériologiques de GPA sont négatives dans les 3 mois, avec l'ajout d'antibiotiques pendant la récolte, le nombre de cultures positives est réduit de 70%. Le glycérol concentré a également une activité antivirale ; Van Baare et al ont rapporté qu'à 37°C, l'herpès simplex virus était inactivé par 85% de glycérol en 6 heures, alors que le virus de la polio était inactivé en 24 heures. À température ambiante, le temps d'inactivation était augmenté à 8 jours et 22 jours respectivement, alors qu'à 4C, l'inactivation virale était faible [81].

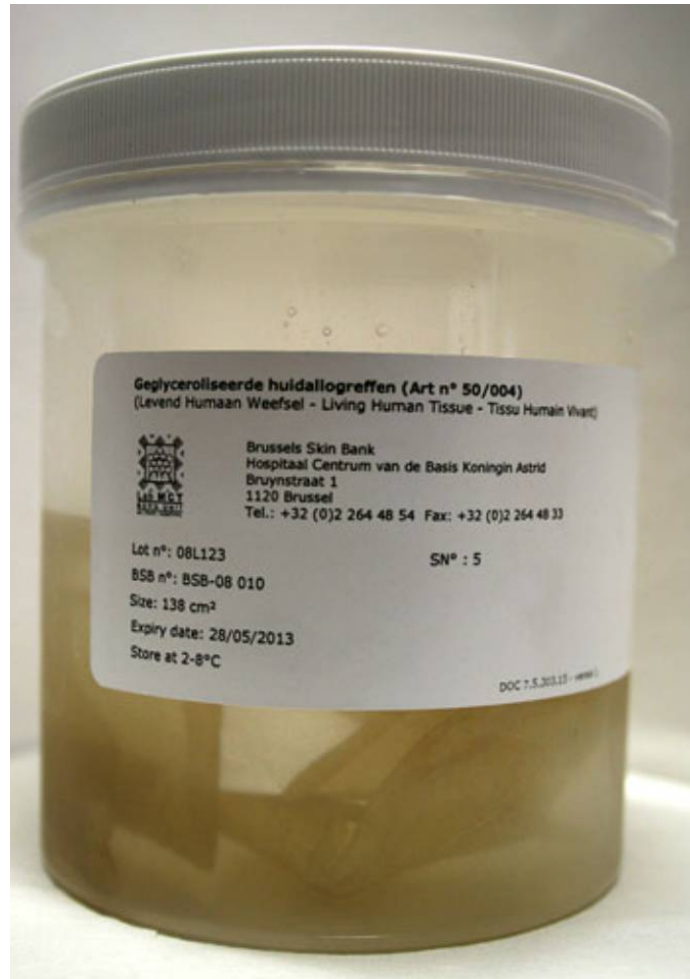


Figure 25 : Un flacon contenant des allogreffes de peau glycérolisées et étiqueté avec les références du donneur, le numéro de lot, les tailles et la date de péremption.

Tableau 6 : Tableau comparant la cryoconservation et la glycérolisation
de l'allogreffe de peau :

	CryoPA	GPA
Cout de lancement	couteux	Prix réduit
Cout d'exploitation	couteux	Prix réduit
Equipements et maintenance	équipements coûteux et un entretien régulier est nécessaire	Peu d'équipements nécessaires et moins de frais d'entretien
Viabilité des tissus	Viable jusqu'à 50%, mais diminue avec le temps	Non viable
Propriété antimicrobienne	Absente	Présente
Degré d'antigénicité	élevé	faible
Processus de rejet	précoce	atténué
Performance de la greffe (adhérence)	moins performants que les tissus frais	moins performant que les tissus frais et le CryoPA
stockage	Entretien coûteux, maximum de 5 ans dans l'azote liquide à -196C avec solution cryoprotectrice	Moins cher stocké à -4C avec concentration élevée de glycerol 5 ans est recommandé

▪ **Lyophilisation :**

La lyophilisation (lyophilisation ou cryodessiccation) est un processus de déshydratation en deux étapes consécutives : une phase de congélation et une phase de sublimation, dans laquelle une faible pression permet à l'eau gelée de passer directement de l'état solide à l'état gazeux. Cette technique de traitement est généralement appliquée aux matrices dermiques [82]. En bref, la peau est désépidermée et traitée en vue de la décellularisation, qui consiste généralement en un traitement physique, biologiques (enzymatiques) et chimiques, diversement combinées.

Ce derme acellulaire lyophilisé n'a pas de potentiel immunogène et est stérile, Il est facile à stocker et à distribuer, et il est utilisé au besoin après réhydratation (pendant 30 à 60 minutes à +37°C dans une solution saline stérile dans le cas du derme lyophilisé).

Son utilisation clinique a été limitée par son coût élevé de production par rapport aux allogreffe conventionnelle.

5. Stérilisation de la peau : Irradiation par rayons gamma :

La cryoconservation est parfois associé avec l'irradiation ;

La stérilisation des greffons tissulaires présente un avantage certain en termes de sécurité et ne pose aucun problème environnemental.

Par conséquent, la stérilisation par rayonnement est devenue la méthode de choix pour un nombre croissant de banques de tissus, en particulier pour les greffons musculo-squelettiques. La gamma-irradiation est le processus d'exposition aux rayons gamma provenant des isotopes de radionucléides ^{60}Co et ^{137}Cs .

Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique, une dose de rayonnement de 25 kGy est définie comme la dose de référence pour la stérilisation des greffons tissulaires, mais certaines banques de tissus préfèrent une dose de radiation plus faible (par exemple 15 Gy) pour respecter les propriétés des tissus. Un agent radioprotecteur adéquat doit être utilisé dans le cadre d'un traitement pré-irradiation. [83]

En ce qui concerne le tissu cutané, l'irradiation gamma n'était pas considérée comme une méthode de stérilisation jusqu'à il y a 15 ans. Certains auteurs ont signalé des altérations architecturales telles que l'augmentation de la rigidité des tissus induite par des radicaux libres réticulant les fibres de collagène de 25 kGy. Rooney et al ont constaté que l'irradiation par 25 kGy de peau surgelée trempée dans une faible concentration de glycérol (20%) avant l'irradiation n'est pas nuisible à la structure des tissus. [84]

V. Main-d'œuvre pour la banque de tissus :

La banque de tissus est un établissement à forte intensité de main-d'œuvre, celle-ci doit être dévouée et avec une éthique de travail élevée. L'activité de cette structure nécessite l'emploi de diverses catégories de personnel, du personnel non qualifié au personnel technique hautement qualifié.

Pour cela la banque a la responsabilité supplémentaire de former sa propre main-d'œuvre pour chaque poste notamment la réception des cadavres, la préparation des cadavres, la documentation et la récupération des tissus, le contrôle des différentes températures prédéfinies des tissus stockés dans chaque congélateur qui représente une responsabilité majeure avec une disponibilité du personnel 24h/24.

Aussi des techniciens spécialisés en cryogénie pour gérer les pannes par exemple des congélateurs doivent être disponibles à court terme. [39]

VI. Ou est-ce que l'on est au Maroc ?

1. Don d'organes et de tissus au Maroc :

•Aspects législatifs et pénales :

Le don d'organes au Maroc est régi par la **loi n°16-98** relative au don, au prélèvement et à la transplantation d'organes et de tissus humains promulguée par le **Dahir n°1-99-208** du 13 jourmada I 1420 (25 août 1999), complétée par la **loi n°26-05** du 22 novembre 2006 et la **loi n°109-13** du 20 mai 2014, ainsi que le **décret n° 2-01-1643** du 9/10/2002 pris pour l'application de °16-98 relative au don, au prélèvement et à la transplantation de tissu humain [85]. Et les arrêtés suivants :

Tableau 7: Cadre législatif relatif à la transplantation d'organe au Maroc

Arrêtés	Num°	Date
La liste des hôpitaux agréés pour exercer la transplantation d'organes.	1638-03	10/11/2003
Agrégation de l'hôpital Cheikh <u>Zaid Ibn Soltan</u> à pratiquer la greffe d'organes et de tissus humains.	2142-03	8/12/2003
Application des articles 10,14 et 15 de la loi n° 16-98 relative au don, au prélèvement et à la transplantation d'organes et de tissus humains	1317-04	29/7/2004
Application des articles 17 de la loi n° 16-98 relative au don, au prélèvement et à la transplantation d'organes et de tissus humains.	1318-04	29/7/2004
Application des articles 24 de la loi n° 16-98 relative au don, au prélèvement et à la transplantation d'organes et de tissus humains.	1319-04	29/7/2004
Les règles de bonne pratique de prélèvement, de transplantation, de conservation et de transport d'organes et de tissus humains.	2250-09	18/8/2009

Il ressort de la lecture combinée de ces articles que la législation marocaine a pour but d'encadrer et de réglementer la pratique des dons d'organes au sein des structures hospitalières habilitées à une telle opération, tout en protégeant le donneur contre tout abus ou exploitation de ses organes :

La transplantation d'organes ne peut être appliquée que dans un **but thérapeutique ou scientifique**, et à condition qu'elle ne met pas en danger la vie du donneur ou altère sa santé ; elle concerne les **organes** (rein, cœur, poumon, foie, pancréas, intestin, bloc cœur – poumons, globe oculaire) qui puisse se régénérer ou non ainsi que les **tissus** humains (artères, veines, os, moelle osseuse, membrane amniotique, valves cardiaques peau, tendons, ligaments, cornée , aponévrose, dure mère, cellules souches hématopoïétiques) à l'exclusion des tissus liés à la reproduction.

Le prélèvement ne peut être pratiqué sans le **consentement** (annexe 5) du donneur qu'il doit exprimer devant le président du tribunal de première instance compétent ou devant le magistrat de ladite juridiction spécialement désigné à cet effet. Ce consentement peut être annulé à tout moment par le donneur potentiel dans les mêmes formes et auprès des mêmes autorités. De même une personne qui s'oppose à prélever des organes ou des tissus sur son cadavre, doit exprimer ce refus par une déclaration écrite reçue par le président du tribunal ou le magistrat destiné à cette fin.

Le don est **gratuit** et **anonyme** et ne peut, en aucun cas être rémunéré ou faire l'objet d'une transaction.

Le prélèvement ainsi que la transplantation d'organes humains, ne peuvent être pratiqués que dans les **hôpitaux publics agréés** fixés par le ministre de la santé et qui disposent d'un personnel médical et paramédical formé en matière

de greffe et ayant les moyens nécessaires pour la réalisation de ce geste. Les hôpitaux actuellement agréés sont : Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) Ibn Sina de Rabat, l'Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V de Rabat et le CHU Ibn Rochd de Casablanca. Le CHU Mohammed VI de Marrakech et le CHU Hassan II de Fès, en ce qui concerne les hôpitaux privés : l'Hôpital Cheikh Zaïd de Rabat, exploité par la «Fondation Cheikh Zaïd Ibn Soltan ».

Le prélèvement sur une **personne vivante** n'est effectué que pour: les ascendants, les descendants, les frères, les sœurs, les oncles, et les tantes du donneur ou leurs enfants. Également pour le conjoint du donneur à condition que leur mariage soit contracté depuis au moins une année. (Le lien de parenté doit être prouvé).

Le prélèvement sur une **personne décédée** se fait après avoir établi le constat médical de mort cérébrale tout en s'assurant de l'absence de toute suspicion sur les causes du décès, ce constat est établi à partir des signes cliniques et paracliniques qui sont fixés sur proposition de l'Ordre national des médecins par le ministre de la santé. A condition que le donneur n'ayant pas fait exprimé de son vivant son opposition à de tels prélèvements, et en l'absence d'opposition du conjoint et à défaut, ses ascendants et à défaut, ses descendants.

Le médecin responsable de la transplantation doit s'assurer de **l'accord du receveur**, de l'absence de **maladie transmissible** ou susceptible de mettre en danger la vie du receveur, et de vérifier la **compatibilité**.

L'importation et l'exportation des organes humains sont interdites, sauf après autorisation délivrée par l'administration, après avis du conseil national de l'Ordre national des médecins.

Des sanctions pénales et administratives sont appliquées en cas d'inobservance de ses règles : emprisonnement de 5 à 20ans, des amendes de 50000 à 500000 Dirham, l'interdiction d'exercer dans le domaine médical ou dans toute activité en relation avec ce domaine, pour une durée de cinq à dix ans. [86] [85]

Dans le but d'un encadrement technique global et clair et sur proposition du conseil consultatif de transplantation d'organes, l'arrêté N° 2250-09 sorti en 2009 régit la réglementation de cette pratique en structurant l'organisation des activités de prélèvement et de transplantation tout en définissant les paramètres suivants :

- Les attributions et les missions à la fois du médecin directeur de l'hôpital, du médecin coordinateur du prélèvement et celui du médecin responsable du donneur
- Locaux pour prélèvement d'organe sur personne vivante
- Matériels de prise en charge d'une personne en mort cérébrale
- Matériels nécessaires au prélèvement
- Sélection des donneurs
- Prélèvement sur personne en mort cérébral : locaux, conditions, bilans, contre-indication, déroulement, la restitution du corps a la famille en vue de son inhumation.
- Conservation et transport du greffon
- Organisation de la transplantation
- Critères d'attribution des organes
- Phase post transplantatoire : suivi du receveur, suivi du receveur.

Ministère de la Santé
Centre hospitalier
Hôpital

Déclaration du consentement du patient ou de la famille ou du représentant
légal pour la transplantation d'un ou de plusieurs organes ou tissus humains

Je soussigné(e)

N° du CIN (1)

Age :

Demeurant à :

N° d'admission à l'hôpital :

Lien de parenté :

Atteste avoir été informé(e) que :

- Mon état de santé nécessite la transplantation d'un ou de plusieurs organe(s)
ou tissu(s) ci-après (2) :
- L'état de santé de M.(Mme) nécessite la transplantation d'un ou
de plusieurs organe(s) ou tissu(s) ci-après (2) :
- Ainsi que de tous les détails concernant cette opération.

Déclare par la présente mon accord pour la transplantation de cet organe ou
tissu (2).

Fait à le
Signature du Patient

Signature du Médecin directeur du lieu d'hospitalisation

Signature du patient ou du représentant légal

Signature du Médecin responsable de la transplantation

(1) Ou tout autre document en tenant lieu
(2) supprimer les mentions inutiles

Figure 26 : déclaration du consentement :

- **Aspect religieux : position de l'Islam :**

Il n'existe pas de versets coraniques ou de Hadith directs ou explicites concernant l'interdiction ou l'autorisation de prélèvement et de transplantation d'organes, d'où la diversité d'interprétation des textes religieux et donc des opinions des savants musulmans, ce qui a sollicité plusieurs recherches et débats au niveau des académies islamiques avec deux positions : l'une qui encourage ce concept et l'autre qui s'y oppose ;

Par exemple la Fatwa du Cheikh Mohamed Al Chaaraoui (Imam égyptien) datant de 1980 s'oppose au don d'organes en se basant sur trois principes : l'appartenance du corps humain à dieu et qu'on ne peut donner des organes qui appartiennent à Allah, l'interdiction du suicide et l'unité entre le corps et l'âme [87].

A l'inverse, un exemple de Fatwa qui autorise cette pratique était celui de Mohamed Sayid Tantaoui, Mufti égyptien de l'université Al Azhar considérant le don d'organes un acte noble de charité quand il est loin de tout trafic illégal, et que celui-ci ne devrait pas être un sujet religieux mais plutôt essentiellement médical [87].

En dépit de quelques cas exceptionnels dont les principales causes de résistance étaient basées sur l'idée de devoir préserver l'intégrité du corps humain et le doute sur le concept de la mort « cérébrale » , la plupart de ces débats ont conclu à des Fatwas dont la plupart autorise cette pratique en tenant compte que c'est un acte de charité et de solidarité permettant de soulager la souffrance ou de sauver la vie humaine à condition que ce don soit altruiste sans aucun intérêt commercial ou matériel.

➤ Jugement du Don d'organe en Islam :

Finalement le don d'organe est accepté et il est même très valorisé en Islam, un individu qui contribue à sauver une vie fait preuve d'une grande bienfaisance envers autrui :

« وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا »

سورة المائدة- الآية 32

« Quiconque sauve une vie a sauvé l'humanité entière. »

sourate Al-Maïda, Verset 32

Ce jugement est basé sur des Fatwas bien argumentées de juristes de plusieurs pays musulmans :

Tableau 8 : Principales Fatwas sur le don et la greffe d'organes [88]

Année	Source	Fatwa
1952	Cheikh Makhloof Hassanine (grand mufti Égypte)	Cornée
1959	Cheikh Maamon H. (grand mufti Égypte)	Cornée
1966	Hureidi H. (grand mufti Égypte)	Organes
1969	Conférence islamique internationale (Malysie)	Organes
1972	Conseil islamique supérieur (Algérie)	Organes
1973	Cheikh Khater (grand mufti Égypte)	Peau
1977	Court suprême Jordanienne	Organes
1978	Grand Uléma Saoudien	Cornée et Mort encéphalique
1979	Cheikh Gad al-Haq	Organes et cadavres
1980	Koweït	Organes
1982	Grand Uléma Saoudien Décision n° 99	Organes
1986	III ^e conférence des juristes musulmans	Mort encéphalique
1988	IV ^e conférence des juristes musulmans	Trafic d'organes
1988	Cheikh Tantawi M (grand mufti Égypte)	Commerce d'organes
1990	Décision n° 6/7/58 des juristes musulmans	Embryons; cellules nerveuses
1994	Oman	Donneurs vivants et cadavres
1994	Al Azhar	Cadavre ; donneurs vivants
1995	Conseil islamique Britannique	Donneurs vivants et cadavres
1995	Dr Al Qaradawi Y	Cadavre ; xénogreffe

D'après l'ensemble de ces Fatwas, la transplantation d'organes à partir d'un cadavre est autorisée en Islam, ceci est fondée sur le principe de la nécessité, c'est-à-dire que l'état de nécessité prime sur les interdits, ce qui rend des situations éthiquement interdites dans la religion en situations autorisées; il est possible de greffer des organes à partir d'un donneur cadavérique à condition que :

- La vie du receveur en est dépendante de façon urgente
- D'avoir le consentement du donneur exprimé de son vivant ou de sa famille et à défaut par les responsables de la communauté musulmane (si le défunt n'a pas de famille).
- Le don doit se faire sans attendre de paiement en contrepartie. Il est strictement interdit de vendre ou d'acheter un organe.
- Quand il s'agit d'un donneur vivant, et que le don d'organes peut lui porter atteinte (don de poumon ou de cœur par exemple), ce don est interdit même si le donneur a formulé son accord.
- La greffe des organes de reproduction est interdite car ceci peut entraîner un mélange de filiations.

Les conditions religieuses décrites ci-dessus ont permis de révéler que le réel obstacle vis-à-vis de cette pratique n'est pas vraiment d'ordre religieux mais lié plutôt aux insuffisances techniques, médicales, éducatifs et économiques existantes.

2. Défis et obstacles :

La transplantation d'organes constitue aujourd'hui, la dernière alternative efficace pour améliorer la survie et la qualité de vie dans de nombreuses pathologies.

Au Maroc ;

1985 : la première greffe de reins a été réalisée à Casablanca

1995 : la première transplantation du cœur au CHU ibn Sina de Rabat

2004 : greffe de la moelle osseuse au CHU ibn Rochd de Casablanca

2009 : première greffe de la cornée

2014 : deux premières greffes de foie au CHU Mohamed VI de Marrakech, suivie de trois autres à Rabat et à Casablanca. En plus d'une greffe de membre à CHU Hassan II de Fès.

A nos jours, l'allogreffe de peau n'a pas encore été réalisée au Maroc malgré un usage croissant des allogreffes d'autres organes mais qui reste tout de même insuffisant par rapport au besoin.

L'allogreffe dans les pays musulmans en général et au Maroc en particulier n'a pu suivre la même courbe de développement qu'en Occident tant en matière de conception ou d'application. En conséquence, notre pays accuse un retard majeur dans cette discipline (Nombre de donneurs insuffisant) et ceci dû à plusieurs raisons : Obstacle moral, affectif et incompréhension religieuse des familles qui s'opposent dans la majorité des cas à l'autorisation du prélèvement des organes sur leurs proches décédés.

Actuellement, il n'existe pas de banque de peau proprement dite au Maroc, par contre trois banques de tissus ont été créées à Rabat, Casablanca et Marrakech. La première a été celle de Rabat, inaugurée le 17 Juillet 2012 au Service d'oncologie et d'hématologie pédiatrique relevant du Centre hospitalier Ibn Sina. Ces banques de tissus sont destinées à recevoir, traiter, conserver et distribuer les tissus selon les normes de qualités.

En ce qui concerne les **greffons cutanés** et en l'absence de banque de peau proprement dite jusqu'à cette date. Il serait souhaitable d'étudier la possibilité de l'usage de l'infrastructure de ces banques de tissus au bénéfice de la chaîne de conservation-traitement-transport de l'allogreffe de la peau dans l'attente de la constitution d'une banque de peau au Maroc.

Ceci dit, les obstacles faisant face à l'amorçage et la généralisation de l'usage de l'allogreffe de peau au Maroc sont d'une part d'ordre technique : Absence d'une banque de peau à l'heure actuelle, et d'autre part d'ordre socio-culturel : Affection, raisons morales, connaissances religieuses insuffisantes ou mal interprétées...

Donc **le défi** réside dans la promotion de la participation active de la communauté, des campagnes de sensibilisation de masse sur le don de tissus et son potentiel à sauver des vies, qui doit être menée à intervalles réguliers :

- La participation des médias imprimés et électroniques, des communautaires, des savants religieux, des représentants élus et des organisations sociales peut mobiliser un soutien massif pour cette noble cause.
- Un chapitre soulignant la nécessité et les avantages du don d'organes peut être introduit dans le programme scolaire de niveau intermédiaire.
- Des félicitations publiques, l'éloge de ce noble geste et l'attribution de récompenses publiques aux familles qui ont fait don des tissus de leurs proches décédés contribueront grandement à mobiliser les masses.

- Un rappel sur le fait que la peau est un organe vital, et que les grandes pertes de substances cutanées rencontrées dans diverses situations entraînent le décès des patients. Il est donc primordial de mettre la peau au même rang que le cœur, le foie, le rein et la moelle osseuse en matière d'urgence de l'allogreffe vu que sa perte engage le pronostic vital.

***Utilisation clinique
des bioproduits
de la banque de peau***

I. Prise en charge des brûlés et place de l'allogreffe de peau :

Outre la profondeur, l'étendue de la brûlure permet de prédire les résultats et dicte la thérapie. Les patients présentant des brûlures de grande surface souffrent d'un certain nombre de désordres dus à la perte du revêtement cutané. Les brûlures majeures imposent un stress catabolique important à l'organisme, et les patients sont profondément immunodéprimés, souffrant fréquemment de dérèglement d'électrolytes, d'état nutritionnel et d'équilibre hydrique. La prise en charge repose sur la réanimation liquidienne, les pansements, le contrôle des infections, les soins intensifs et la nutrition. Ces mesures ont permis de réduire considérablement les taux de mortalité et de morbidité au cours des dernières décennies. Mais l'intervention la plus importante a sans aucun doute été la mise en œuvre de l'excision précoce et de l'autogreffe.

Cette intervention est toutefois limitée par la disponibilité de l'autogreffe dans les brûlures très étendues, malgré l'utilisation de peau expansée (maillée). Des alternatives à l'autogreffe ont donc été nécessaires, et les options incluent divers substituts de peau fabriqués et l'allogreffe de donneur décédé. Il ne s'agit pas de thérapies définitives pour les brûlures profondes, et l'autogreffe sera toujours nécessaire lorsqu'elle sera disponible. [54]

1. Généralités sur les brûlures :

a. Définition :

La brûlure est une nécrose évolutive responsable d'une destruction du revêtement cutané et des structures sous-jacentes, secondaire le plus souvent à un agent thermique ; rarement à un agent électrique ou chimique et exceptionnellement radioactif.

b. Epidémiologie :

- Il est estimé que 180 000 décès /an sont engendrés par des brûlures, dont la fréquence est plus élevée dans les pays à revenu faible ou intermédiaire.
- Les brûlures non mortelles représentent une cause importante de morbidité.
- Les brûlures surviennent principalement à domicile et sur les lieux de travail.
- Les hommes sont plus touchés que les femmes.
- Il existe un pic chez les enfants de moins de 5 ans surtout dans le cadre des accidents domestiques.

c. Etiopathogénie :

- **Brûlures thermiques :**

Agent : vapeur, liquide chaud, explosif, flamme, solide brûlant.

- **Mécanisme :**

- Ébouillamment : Les vapeurs brûlent par projection ; les liquides chauds par immersion ou ruissellement.
- Contact direct avec un solide brûlant ou avec une flamme.
- Explosion.

- **Gravité :**

- L'ébouillement : l'aspect précoce de ces brûlures est d'habitude faussement rassurant, d'où le risque de sous-évaluer leur gravité.
- Flamme : Les lésions cutanées sont toujours profondes et souvent étendues, en particulier en cas d'inflammation des vêtements.
- Contact avec un solide brûlant : Les solides en fusion provoquent surtout des lésions localisées.
- Explosion : Les brûlures cutanées sont intermédiaires ou profondes, et sont souvent associées à des lésions traumatiques, lésions de blast surtout otologiques et respiratoire peuvent être associées.



Figure 27 : brulure thermique

- **Brulures chimiques :**

- **Agent :** un produit chimique caustique ; généralement un acide fort, ou une base forte.
- **Mécanisme :**
 - Contact direct avec la peau ou les muqueuses (projection et ruissellement/imprégnation et émersion),
 - Inhalation ou ingestion.
- **Gravité :**
 - Le pouvoir pénétrant des bases est plus fort et plus prolongé que celui des acides.
 - Les lésions observées lors de ces brulures ne sont pas uniquement cutanées, mais également digestives, respiratoires ou oculaires.
 - Les brulures par imprégnation ou immersion sont plus étendue.



Figure 28 : Brulure chimique

- **Brulures électriques :**

- **Types de courant :**

- Les brulures à bas voltage (moins de 500V) se rapprochent des brulures thermiques et restent relativement localisées avec point d'entrée et de sortie.
- Les brulures à haut voltage (plus de 1000V) provoquent un arrêt cardiaque, des lésions locales importantes et une atteinte des tissus profonds.

- **Mécanisme :**

- Par effet direct et passage du courant électrique dans l'organisme.
 - L'arc électrique est un mécanisme de brûlure par lequel le courant passe à travers le corps sans contact direct avec la source électrique qui est située à distance de la victime.
 - Le flash électrique est un phénomène thermique et visuel survenant sans que le courant traverse l'organisme. Il provoque des brûlures superficielles.

- **Gravité :**

- La gravité de la brûlure électrique est proportionnelle à la tension, plus cette dernière est élevée plus la brûlure est profonde.
- L'évolution des brûlures électriques est imprévisible. Les lésions dépistées à l'examen clinique initial sont toujours sous-évaluées et leur profondeur ne peut être estimée avec exactitude.



Figure 29 : Brulure électrique :

- **Brûlures radiologiques :**

- **Agent :** Exposition aux rayons solaires mais aussi aux manipulations ou aux contacts d'éléments ionisants
- **Mécanisme :** Par exposition ou contact direct.
- **Gravité :**
 - Les brûlures radiologiques sont caractérisées par leur potentiel évolutif aléatoire, avec une tendance à l'extension, ce qui peut nécessiter des interventions chirurgicales itératives.
 - Une latence de plusieurs semaines entre l'exposition et l'apparition des lésions cutanées (la destruction progressive de la membrane basale avec survenue d'une nécrose cutanée).



Figure 30 : Brûlure radiologique

2. Evaluation clinique de la brûlure :

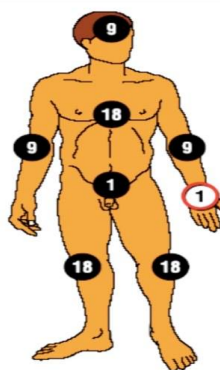
a. Interrogatoire :

- **Traumatisé** : Âge, profession, tares associées, Antécédents médico-chirurgicaux, État de la vaccination antitétanique.
- **Traumatisme** : Circonstances étiologiques et heure de survenue de la brûlure.

b. Surface :

Plusieurs tables sont appliquées dans le calcul de la surface cutanée brûlée dont la plus utilisée sur le plan pratique est **la Règle de 9 de Wallace** :

Règle des 9 de Wallace	
Localisation	Surface brûlée en % de surface corporelle
Tête et cou	9 %
Chaque membre supérieur	9 %
Chaque membre inférieur	9 % x 2
Tronc face antérieure	9 % x 2
Tronc face postérieure	9 % x 2
Périnée	1 %



Paume de la paume : 1 %

Table de Luud et Browder :

Surfaces cutanées selon l'âge (année)							
Âge (années)	0	1	5	10	15	Adulte	
A : demi-tête	9½	8½	6½	5½	4½	3½	
B : demi-cuisse	2¾	3¼	4	4½	4½	4¾	
C : demi-jambe	2½	2½	2¾	3	3¼	3½	

- Cas particulier :

L'enfant : la surface de la tête est plus importante (18% à la naissance).

La surface des membres inférieurs est moins importante : 9% par membre à la naissance.

N.B : la surface de la paume de la main et des doigts représente 1% de la surface corporelle et permet d'évaluer rapidement les petites surfaces.

c. Profondeur :

<u>Premier degré</u>	<u>Deuxième degré</u>	<u>Troisième degré</u>
- Epiderme superficiel - Erythème douloureux - Guérison spontanée en 5j 	1- Superficiel : - Atteinte partielle de la membrane basale - Phlyctènes, très douloureuses ; - Cicatrisation spontanée en 10j. 2- Profond : - Membrane basale détruite, quelques enclaves épidermiques intactes (annexes) - Douleur +++, rougeur (suintante) - Cicatrisation en 3-4 semaines. 	-Destruction complète de l'épiderme, du derme et d'une partie de l'hypoderme -Anesthésie, peau d'aspect blanchâtre, à noir carbonné -Cicatrisation spontanée impossible 

d. Localisation :

Certaines localisations sont à risque de complications ou de séquelles :

- Face, Voies aériennes supérieures : pronostic vital et fonctionnel.
- Mains, Plis de flexion des membres : pronostic fonctionnel.
- Périnée (réaliser un sondage urinaire ; tôt avant l'œdème) : pronostic vital (infection).
- Brûlure circulaire profonde : pronostic fonctionnel (syndrome de loges).

e. Scores pronostiques :

UBS (unit burn standard) : % de surface brûlée + (3 × surface brûlée de 3ème degré):

- Brûlure grave si USB > 100.
- Brûlure mortelle si USB > 150.

Score de Baux = Age du patient + % de surface brûlée :

Un indice supérieur à 100 correspond à une mortalité proche de 50 %.

f. Critères de gravité d'une brûlure :

- Terrain : Age extrême, tares sous-jacentes,
- Brûlures électriques (évolution en 2 temps), chimiques,
- Etat de choc hypovolémique, septique, détresse respiratoire ou troubles de conscience,
- Superficie brûlée > 25% SC chez l'adulte ; et > 20% SC aux âges extrêmes de la vie.

- Brûlure de 3ème degré sur plus de 10%SC. (5% : enfant et sujet âgé),
- Localisation particulière : OGE, cervicale, syndrome de loge au niveau de membre,
- Inhalation (lésions pulmonaires associées), ou traumatisme associé.

3. Les principales étapes de la prise en charge thérapeutique:

A- Moyens :

a. En pré-hospitalier :

- Refroidissement par de l'eau à 15°C pendant 15 min environ.
- Enlever les vêtements imprégnés d'agents chimiques ou liquides brûlants.
- Couvrir la victime par des champs stériles ou à défaut par des draps propres ; puis le mettre dans une couverture d'isolation thermique.

b. Phase initiale (avant 48h) :

Hospitalisation : si critères de gravité (décrits en dessus)

Mise en condition :

- 2 voies veineuses de bon calibre ou voie centrale,
- Sonde gastrique
- Sonde urinaire
- Bilan sanguin initial : Groupage sanguin, NFS, TP, TCA, Ionogramme, CRP, Glycémie, urée, créatinémie, Gaz de sang, myoglobininurie, CPK, Albuminémie

Mesures de réanimation :

Libération des voies aériennes

Réanimation respiratoire :

- L'oxygénothérapie par masque haute concentration est toujours indiquée
- L'intubation endotrachéale est indiquée en cas de détresse respiratoire clinique, de brûlures graves du visage et du cou (risque d'œdème compressif), et de troubles de conscience
- Trachéotomie lorsque l'intubation trachéale est impossible ou contre indiquée.

Réanimation hydroélectrolytique :

- Dans les 24 premières heures : Règle d'Evans : Quantité à perfuser =

Ration de base : 2000ml de sérum glucosé à 5% + 2ml/ kg/ %SCB en solution de Ringer lactate.

La moitié de la quantité ainsi calculée sera perfusée dans les 8 premières heures.

Chez l'enfant : formule de Carjaval : SC chez l'enfant = $(4P+7)/(P+100)$

Ration de base : surface corporelle totale x 1800ml + 5000 ml/m² de surface corporelle brûlée.

- Au-delà de 24 à 48 heures : la réanimation hydro électrolytique est adaptée selon la diurèse et l'état hémodynamique.

Analgésie : Les analgésiques de niveau 1 et 2 sont inefficaces et le recours à la morphine est le plus souvent nécessaire +/- benzodiazépines à visée anxiolytique.

Gestes à réaliser en urgence :

Escarrotomie ou incision de décharge / Aponévrotomie :

Lorsque l'escarre de brûlure entoure circonférentiellement une structure corporelle (en particulier les doigts, les extrémités, l'abdomen, le thorax ou le cou), les tissus qui s'y trouvent sont soumis à des pressions interstitielles croissantes exacerbées par l'œdème tissulaire qui se développe au cours des 48 premières heures suivant la blessure. Au fur et à mesure que la pression interstitielle augmente, il y a d'abord une altération de l'écoulement veineux, suivie d'une diminution de l'afflux artériel entraînant en l'espace de quelques heures une ischémie ou une nécrose de cette structure corporelle « syndrome de loges », qui, non traité aboutit à une déficience fonctionnelle permanente ou même la nécessité d'une amputation. L'escarrotomie libère les tissus qui se resserrent ; les incisions sont systématiquement pratiquées au bistouri classique ou au bistouri électrique sur les deux côtés du torse ou sur les côtés médial et latéral de chaque membre affecté. Pour l'abdomen et le thorax, des incisions transversales sont souvent nécessaires pour permettre le rétablissement des mouvements respiratoires. [89]

Les incisions de décharges permettent d'ouvrir le fascia superficialis dans le but de libérer l'hyperpression exercée par l'œdème au sein des membres. Lorsque la souplesse recherchée n'est pas obtenue ; il faudra réaliser des incisions plus profondes au niveau du fascia musculaire (aponévrotomie).



Figure 31: Incisions de decharge

Soins locaux : réalisés comme suit :

Lavage au moyen d'une solution moussante antiseptique, puis rincer et sécher.

Zones pileuses rasées.

Phlyctènes et lambeaux épidermiques flottants excisés.

Appliquer, en couche épaisse, de la sulfadiazine argentique, quotidiennement renouvelé et poursuivi une dizaine de jours, le relais est assuré par l'application d'une pommade associant acide benzoïque à 40 % et vaseline.

Thérapeutiques associées :

- L'équilibre thermique doit être maintenu.
- La nutrition entérale introduit précocement prévient l'ulcère de stress,
- La supplémentation précoce en vitamines et éléments traces anti-oxydants vise à contrôler le stress oxydatif.
- L'anticoagulation à dose préventive est prescrite si terrain à risque.
- La vaccination antitétanique doit être vérifiée, et mise à jour dans le cas échéant.
- Les éventuelles intoxications associées, notamment cyanhydrique et oxycarbonée, doivent être dépistées et traitées.
- l'antibiothérapie à visée préventive n'est pas systématique.

c. Phase secondaire (après 48h) :

- **Soins locaux déjà décrits :** 1 jour sur 2. A répéter quotidiennement si pansements souillés, infection ou odeur fétide.
- **Excision des lésions : parage des tissus nécrosés brûlés :**

L'aspect clinique initial peut s'avérer trompeur.

Il est aujourd'hui admis qu'un geste **d'excision/greffe précoce (avant J-5 de la brûlure) (EGP)** réduit les délais de cicatrisation et permet un séjour hospitalier plus court.

Afin de ne pas exciser inutilement des tissus viables, certains auteurs s'entendent ainsi sur l'importance de ne pas réaliser de gestes chirurgicaux avant 12 à 15 jours. Un geste très précoce est justifié uniquement par les carbonisations.

- **Couverture cutanée :**

- Permanente :**

- La norme pour une fermeture rapide et permanente des brûlures de pleine épaisseur est une greffe de peau à partir d'un site donneur indemne sur le même patient.

- Deux types d'autogreffes ont été utilisés pour la couverture permanente des plaies :

- La greffe en feuille : prélèvement de peau à partir d'une zone saine du corps, la taille de ce prélèvement est à peu près la même que la plaie de la brûlure car celle-ci ne s'étire pas. Cette technique est utilisée pour les brûlures peu étendue.

- Lorsque la surface corporelle brûlée est importante, les greffes en feuilles sont généralement réservées au visage, au cou et aux mains.

- Les inconvénients des greffes en nappe comprennent à la fois des taux plus élevés d'hématomes postopératoires et la difficulté de son utilisation pour des surfaces plus importantes.

- La greffe de peau maillée : Lorsque la taille de la blessure augmente, il y a proportionnellement moins de site donneur pour l'autogreffe. Les greffes de peau peuvent être maillées avec des rapports d'expansion variables pour augmenter la zone de couverture.

- Temporaire :**

- Les patients souffrant de brûlures plus étendues ont souvent besoin d'une couverture temporaire avec une allogreffe, une xélogreffe, un substitut de peau,

ou un analogue dermique en raison de l'insuffisance ou de l'indisponibilité des sites donneurs.

En outre, les substituts cutanés temporaires sont utilisés lorsque la viabilité du lit du receveur est compromise, ou lorsque l'on craint des complications infectieuses potentielles.

Les allogreffes, ou tissus prélevés sur un donneur humain vivant ou décédé et les xénogreffes, prélevées sur une espèce différente, favorisent la réépithélialisation et préparent le lit de la plaie pour l'autogreffe, augmentant ainsi le taux de cicatrisation par rapport aux pansements traditionnels.

Le substitut cutané temporaire de référence est l'**allogreffe de cadavre**. En outre, c'est également le matériau préféré pour la protection des autogreffes à larges mailles (rapports de mailles 3:1 ou plus) pendant la cicatrisation. Dans ce cas, l'allogreffe est appliquée sur l'autogreffe maillée comme un sandwich.

Cependant, dans les pays en développement, les options de peau synthétique ne sont pas disponibles ou sont très coûteuses et représenteraient une charge énorme pour le système de santé ; de même pour les banques de peau.

B- Indications :

- **Brûlures superficielles** : cicatrisation dans les 10 jours des brûlures du premier degré au moyen de pommades hydratantes ; deux semaines dans le cas de brûlures du deuxième degré superficiel. Pas d'indication chirurgicale.
- **Brûlures intermédiaires (2^e degré profond) : 2 attitudes**
 - Excision greffe précoce, au 10^e jour de la brûlure,
 - Attendre 15 jours avant de poser l'indication chirurgicale, ainsi, on évite de sacrifier inutilement des zones qui auraient cicatrisé de façon spontanée ou dirigée dans les délais voulus.
- **Brûlures profondes (3^e degré) : 2 situations :**
 - Excisions itératives des tissus nécrosés, espacées de 4 à 7 jours en recourant dans l'intervalle aux allogreffes, puis la couverture est assurée par une greffe de peau mince.
 - Couverture par un derme artificiel (Intégra® par exemple) secondairement greffé en peau mince 3 semaines après ;

C- Place de l'allogreffe chez les brûlés :

1. Intérêt :

<i>Avantages de l'utilisation d'une allogreffe de peau humaine</i>
Réduction des pertes d'eau, d'électrolytes et de protéines
Empêcher la dessiccation des tissus
Suppression de la prolifération bactérienne
Réduction de la douleur de la plaie
Réduction des besoins énergétiques
Favoriser l'épithélialisation
Préparer les plaies à la fermeture définitive
Fournir un potentiel dermique pour les greffes épidermiques

Avec le développement de procédures réussies pour la mise en banque sécurisée de peau cadavérique, l'allogreffe est devenue largement utilisée dans la prise en charge des patients souffrant de brûlures graves. Les allogreffes de peau possèdent bon nombre des propriétés souhaitables de la peau autologue et jouent un rôle important dans le traitement des grands brûlés. En tant que pansements biologiques, ils peuvent réduire la douleur et adhérer au lit de la perte de substance, entraînant sa fermeture temporaire ce qui diminue les pertes d'eau, d'électrolytes et de protéines, empêche la dessiccation de la perte de substance, stimule la vascularisation, améliore la thermorégulation et protège de la contamination bactérienne. En outre, l'allogreffe peut fournir une matrice dermique, ce qui peut améliorer les propriétés finales de la greffe après une autogreffe définitive.[90]

2. Applications cliniques :

Couverture des lésions de brûlures étendues :

L'allogreffe a longtemps été le substitut cutané standard appliqué aux patients souffrant de brûlures majeures pour une couverture cutanée temporaire. Grâce à la versatilité et à la disponibilité de l'allogreffe, les grandes brûlures peuvent désormais être excisées tôt et rapidement. **Choi et al** [91] ont analysé les données des patients présentant des brûlures couvrant plus de 30 % de la SCT dans 4 centres de brûlés. Un total de 1282 patients a été inclus dans leur étude. 698 patients ont été traités par une couverture par allogreffe dans les 7 jours suivant la brûlure, suivie d'une autogreffe environ 2 semaines plus tard, tandis que 584 patients ont subi un traitement conventionnel, avec des intervalles plus longs entre l'excision et la couverture par autogreffe. Les résultats ont montré que les patients du groupe allogreffe avaient une mortalité hospitalière inférieure à celle des patients du groupe conventionnel.

Plusieurs études concernant la fréquence d'utilisation de l'allogreffe en fonction de la surface cutanée totale brûlée (SCTB) ont été réalisées :

- **Fletcher et al** [92] ont rapporté que la fréquence d'utilisation des allogreffes chez les patients présentant une surface corporelle totale brûlée de 30 à 49 % était presque égale à celle de la non-utilisation, tandis que chez les patients présentant une surface corporelle totale brûlée à plus de 50 % la fréquence d'utilisation des allogreffes a augmenté jusqu'à 92 %.
- Dans l'étude de **Choi et al** [91], la fréquence d'utilisation de la peau de cadavre était de 50 % chez les patients présentant des brûlures avec une SCTB de 30 à 49 % et de 63 % chez les patients présentant des brûlures avec une SCTB supérieure à 50 %.
- Dans l'étude de **Blome-Eberwein et al** [93], la SCTB moyenne dans le groupe des allogreffes était de 41,58% contre 20,16% dans le groupe des non-allogreffes.

⇒ La synthèse comparative de ces études a objectivé que les données cliniques disponibles tendent à fixer la surface corporelle totale brûlée à 30 % comme un seuil en dessous duquel une prise en charge par autogreffe seule est indiquée et à fixer la SCTB à 50 % comme un seuil au-dessus duquel l'utilisation d'une allogreffe est recommandée.

Technique de greffe en sandwich :

L'allogreffe de peau peut être utilisée en tant que recouvrement d'une autogreffe à mailles larges ou d'une autogreffe en timbre-poste expansé [94], [95]. Cette technique est également décrite comme une greffe en sandwich, dans laquelle l'allogreffe fonctionne comme un pansement biologique qui protège le lit de la perte de substance dans les interstices de l'autogreffe à mailles larges.

De plus, l'allogreffe se sépare lentement de la perte de substance en raison du processus de rejet progressif, permettant à l'autogreffe sous-jacente de terminer son épithélialisation.

- **Vloemans et al** ont réalisé une greffe en sandwich sur 129 brûlures étendues, dont 57,6 % ont atteint une guérison partielle ou complète, et ont constaté que la technique de greffe en sandwich pouvait améliorer le taux de prise de l'autogreffe maillée.
- Dans l'étude de **Khoo et al**, la guérison complète a été obtenue chez 44,4 % des patients traités par la technique de la greffe en sandwich, et le taux moyen de prise d'autogreffe était de 74,4 %.

Lorsque la technique de greffe en sandwich est utilisée, l'allogreffe conservée dans le Glycérol (GPA) est préférée car elle contient moins de cellules viables et provoque une réponse inflammatoire moindre par rapport à l'allogreffe de peau cryoconservée (CPA).

Le rejet de l'allogreffe avant l'épithélialisation pourrait entraîner une macération du lit de la lésion et une infection secondaire, entraînant la perte de la couche d'autogreffe.



Figure 32 : Greffe sandwich d'une autogreffe 6:1 et d'une allogreffe 3:1

II. Autres utilisations de l'allogreffe de peau en chirurgie plastique : plaies chroniques

Parmi les autres indications cliniques des bioproduits des banques de peau figurent les traumatismes orthopédiques avec exposition des os et des tendons, la chirurgie dentaire, la reconstruction maxillo-faciale, la reconstruction de zones critiques du visage, la reconstruction de la cloison nasale ou du tympan, les plaies post-traumatiques et chirurgicales, la perte de peau auto-immune et infectieuse, le pyoderma gangrenosum et les plaies chroniques.

Les plaies chroniques sont considérées comme étant une impasse de cicatrisation et constituent ainsi un obstacle majeur dans leur prise en charge en chirurgie plastique d'où l'intérêt de mettre en évidence certaines études portés sur les applications cliniques de l'allogreffe cutanée et son efficacité dans le traitement de ces lésions.

- **Les plaies chroniques :**

La peau constitue une barrière importante et efficace contre les agressions externes et la déshydratation. Lorsqu'une blessure cutanée survient, l'organisme déclenche une série d'événements complexes pour rétablir cette protection.

La cicatrisation d'une plaie peut être divisée en quatre phases continues qui se chevauchent :

- (1) **Détersion** (clivage entre les tissus nécrosés et les tissus sains) : une réponse inflammatoire immédiate définie par une infiltration de leucocytes libérant des cytokines et ayant des fonctions antimicrobiennes ;
- (2) **Bourgeonnement** : ces cytokines déclenchent une phase de prolifération au cours de laquelle de nouveaux épithéliums, vaisseaux sanguins et matrices extracellulaires (MEC) sont mis en place : bourgeon charnu ;

- (3) **Epidermisation** : formation d'un néo-film épidermique lorsque le bourgeon atteint en hauteur les berges des tissus sains adjacents
- (4) **Maturation de la cicatrice** : sur une période de plusieurs semaines à plusieurs mois, la plaie se contracte au fur et à mesure que la MEC est remodelée. [96]

Ces processus cellulaires, humoraux et moléculaires hautement régulés ont été décrits comme une performance orchestrale ; une interaction potentielle sans faille peut conduire à une régénération parfaite ; cependant, les plaies humaines adultes subissent un processus de réparation qui conduit à la formation de cicatrices et, dans certains cas, à des plaies chroniques non cicatrisées (**impasses cicatricielles**).[97]

Les plaies chroniques présentent un processus de réparation perturbé, un résultat anatomique et fonctionnel durable n'est pas atteint dans un délai approprié - généralement considéré comme étant de **trois mois** [98]. Elles ne parviennent pas à progresser à travers les phases ordonnées de la cicatrisation, mais sont maintenues dans un stade inflammatoire qui s'auto-perpétue, et restent intraitables malgré un traitement adéquat de la plaie.

Une myriade de facteurs peut retarder la cicatrisation des plaies : maladies chroniques, insuffisance vasculaire, diabète, malnutrition, vieillissement et facteurs locaux tels que la pression, l'infection et l'œdème [99]. Les lésions tissulaires qui s'ensuivent enferment la plaie dans un état inflammatoire prolongé et exacerbé, caractérisé par une infiltration abondante de neutrophiles, avec les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les enzymes destructrices qui y sont associées et qui perpétuent le cycle [100]. L'élimination du facteur nocif primaire peut cependant guérir efficacement de nombreuses plaies chroniques [101].

Les ulcères non cicatrisants représentent une charge importante pour les patients et leurs familles. Ils provoquent des douleurs, des infections, une perte de fonction et des coûts financiers, et conduisent souvent à des amputations ou à des septicémies. Ces problèmes de santé augmentent rapidement dans la plupart des régions du monde et, avec eux, l'incidence des ulcères de pression, veineux et diabétiques qui ne cicatrisent pas.

Malheureusement, l'importance des plaies chroniques est éclipsée par leurs causes - leurs coûts sont mal documentés et les soins et l'éducation appropriés font défaut. Cependant, elles persistent comme une épidémie silencieuse ayant un impact sur la qualité de vie de plus de 40 millions de personnes dans le monde [102].

1. Causes :

L'étiologie des plaies chroniques est diverse, ce qui entrave les efforts des chercheurs pour trouver un agent thérapeutique unique comme panacée de la guérison. Les mécanismes cellulaires et moléculaires de la cicatrisation des plaies sont complexes, et leurs altérations mal comprises. Un large éventail de comorbidités constitue un obstacle supplémentaire à l'identification des cibles thérapeutiques et à la conception des essais cliniques. À cela s'ajoute la rareté des modèles animaux appropriés pour la cicatrisation des plaies. Par exemple, il y a une absence relative d'animaux véritablement âgés qui peuvent fournir un modèle précis de plaies chroniques [103]. Il est difficile de reproduire chez les animaux des conditions comorbides et causales telles que la neuropathie, la débilité chronique ou l'insuffisance vasculaire, sans parler du fait que la plupart des animaux ont une peau lâche et que leurs plaies ouvertes guérissent principalement par une contraction rapide de la plaie - un contraste frappant avec les membres inférieurs des humains, qui sont un site courant de plaies chroniques.

La grande majorité des plaies chroniques se répartissent en trois catégories principales : les ulcères veineux, les escarres et les ulcères diabétiques, avec un quatrième groupe, plus restreint, secondaire à l'ischémie artérielle.

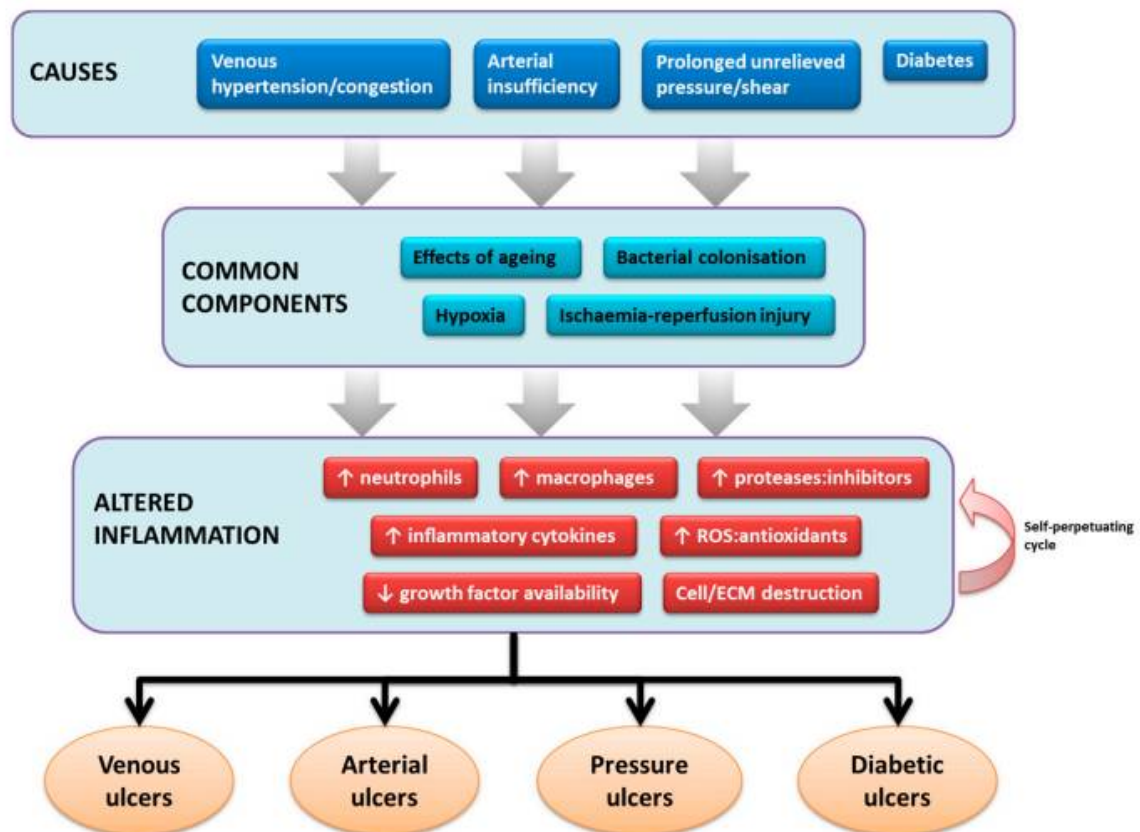


Figure 33 : Le rôle de l'inflammation dans la physiopathologie des plaies chroniques courantes. ROS =espèces réactives de l'oxygène, ECM = extracellulaire

a. Ulcères veineux :

Les ulcères de stase veineuse représentent plus de la moitié de toutes les plaies chroniques des membres inférieurs et touchent 1 à 2 % de la population adulte, avec une prévalence plus élevée chez les femmes et les personnes âgées [99]. Ils surviennent à la suite d'une hypertension veineuse et d'une congestion due à une thrombose veineuse ou à une incompetence valvulaire. La contre-pression augmente la perméabilité des vaisseaux sanguins, l'œdème et la fibrose qui s'ensuivent entravent la diffusion de l'oxygène, des facteurs de croissance et des nutriments dans le tissu de la plaie [104]. Cette perte effective de circulation est rétablie par l'élévation de la jambe, et les processus inflammatoires associés à la reperfusion exacerbent la blessure [103]. Les ulcères veineux ont tendance à être plus grands et moins profonds, avec des marges généralement irrégulières et mal définies, et se produisent le plus souvent sur la malléole interne [99].



Figure 34 : Traitement d'un ulcère de jambe avec des allogreffes de peau cryoconservées.

b. Ulcères artériels :

Les ulcères artériels sont moins fréquents que les ulcères veineux. Ils sont la conséquence d'une insuffisance artérielle causée généralement par l'athérosclérose ou, plus rarement, par une thromboembolie ou des lésions dues aux radiations [105]. Le rétrécissement de la lumière artérielle réduit la perfusion, ce qui entraîne une ischémie et une hypoxie. Les principaux facteurs de risque sont le tabagisme, le diabète, l'HTA, l'hypercholestérolémie, la prévalence augmente avec l'âge. Le traitement des plaies implique la prise en charge des facteurs de risque et peut nécessiter la restauration du flux périphérique par angioplastie ou chirurgie reconstructive. Les ulcères artériels se produisent normalement de façon distale sur des proéminences osseuses et présentent un bord rond et nettement délimité. [106]

c. Ulcères diabétiques :

Le diabète est l'une des principales causes de décès, avec plus de 382 millions de personnes vivant avec cette maladie dans le monde [107]. Les ulcères du pied diabétique sont une complication fréquente et grave du diabète. Une triade pathogénique composée d'une neuropathie, d'une ischémie et d'un traumatisme est traditionnellement décrite. La neuropathie périphérique associée au diabète crée un pied structurellement affaibli et insensible, augmentant le risque d'ulcération en raison d'un stress mécanique répété, aggravé par une perfusion perturbée [99]. En outre, le diabète provoque des dérèglements métaboliques liés à l'hyperglycémie qui perturbent directement la cicatrisation des plaies. Il s'agit notamment d'une accumulation systémique de produits finaux de glycation avancée (AGE) qui induit un stress oxydatif, altère la fonction de la peau et des cellules inflammatoires, et augmente la rigidité de la MEC, entre

autres ; un état inflammatoire chronique de bas grade et auto-entretenu ; Les patients souffrant d'ulcères du pied diabétique présentent un risque plus élevé de réulcération, d'amputation et de décès ; ces conséquences graves ont justifié une plus grande attention à la cicatrisation des plaies diabétiques et au sauvetage des membres au cours de la dernière décennie [107].



Figure 35 : Ulcère diabétique

d. Escarres :

Les escarres sont fréquentes chez les patients dont la mobilité et la perception sensorielle sont réduites - patients paralysés ou inconscients qui ne peuvent ni sentir ni répondre au besoin périodique de repositionnement.

Une pression ou un cisaillement prolongé non soulagé entraîne une ischémie lorsque la compression des tissus dépasse la pression capillaire [99]. La nécrose résulte de l'hypoxie tissulaire et des lésions d'ischémie-reperfusion. La peau des proéminences osseuses telles que le sacrum, les trochanters et les malléoles est particulièrement vulnérable, souvent après seulement deux heures d'immobilité.

⇒ **Etude rétrospective et descriptive sur l'usage de l'allogreffe de peau humaine dans le traitement des plaies chroniques : E.Desman et al.**

Nous détaillerons ici l'étude de **E.Desman et al.** [108] qui a inclus un nombre conséquent de patients suivis:

- Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive qui a été menée auprès de patients externes souffrant de plaies chroniques de type ulcère de pied diabétique, ulcère veineux de jambe, cicatrices instables chirurgicales ou traumatiques, traitées avec une allogreffe de peau humaine cryoconservée, partiellement épaisse et maillée.
- Les dossiers de tous les patients ayant reçu une allogreffe entre 2011 et 2013 avaient les critères d'inclusion suivants : la plaie était >1 cm², avait une durée >30 jours, avait été débridée de manière adéquate et était exempte d'infection avant la première application de l'allogreffe.

- Le résultat primaire était le pourcentage de plaies guéries (c'est-à-dire épithélialisées à 100 %) à 12 et 20 semaines. Le résultat secondaire était le nombre d'événements indésirables enregistrés.
- Les mesures de la plaie (surface calculée=la largeur x la longueur en cm²), le type de plaie et sa durée de vie, le nombre d'applications d'allogreffe, le nombre d'événements indésirables, la race, le tabagisme et l'indice de masse corporelle ont été résumés.
- Sur les 49 patients (âge moyen de 64,3 ans [écart-type 15,0] ; 64 % d'hommes) qui répondaient aux critères d'inclusion, 13 n'ont pas fait l'objet d'un suivi médical jusqu'aux résultats primaires à 12 et 20 semaines, ce qui laisse 36 patients (âge moyen de 65,1 ans [écart-type 15,4] ; 67 % d'hommes) disponibles pour l'analyse.
- Les diagnostics les plus fréquents étaient l'ulcère veineux de la jambe (18 patients, 50 %) et les plaies traumatiques (9 patients, 25 %).
- La taille moyenne de la plaie était de 19,4 cm² (écart-type 29,3, fourchette 1,2-156, médiane 9,5).
- La durée de vie moyenne de la plaie au moment du traitement initial était de 17,2 semaines (écart-type 17,0, fourchette 4-72, à l'exclusion de la valeur aberrante).

Résultats : Dix-sept (17) plaies (47 %) ont été guéries au bout de 12 semaines et 21 (58 %) étaient guéries au bout de 20 semaines avec une moyenne de 3,3 (écart-type 2,0) applications d'allogreffe. Aucun événement indésirable grave n'est survenu.

Les résultats de cette étude sont encourageants mais des études cliniques prospectives et contrôlées sont nécessaires pour comparer l'efficacité, l'efficience et le rapport coût-efficacité de l'allogreffe de peau humaine aux soins standard et à d'autres modalités de soins avancés.

III. Inconvénients potentiels de l'utilisation d'une allogreffe cutanée :

1. Rejet :

Bien qu'elle présente de nombreux avantages pour la couverture des pertes de substance, l'allogreffe est considérée comme une couverture temporaire et le rejet de la greffe est en quelque sorte inévitable. Cliniquement, le décollement ou la non-adhésion de l'allogreffe de peau au lit de la perte de substance est considéré comme un signe de rejet, qui est susceptible de se produire dans les 2 semaines suivant son application.

La transplantation de greffons cutanés allogéniques est associée à une puissante réponse immunitaire et inflammatoire, cette réponse est initiée par les lymphocytes T du receveur qui reconnaissent les polymorphismes codés génétiquement entre les membres d'une même espèce, un phénomène connu sous le nom d « **allo reconnaissance** » des lymphocytes T, conduisant à la destruction des cellules du donneur et au rejet du greffon selon le mécanisme suivant :

Peu après la transplantation la circulation sanguine et lymphatique est rétablie, les cellules dendritiques (CD) de la peau du donneur migrent hors du greffon à travers les vaisseaux lymphatiques et infiltrent les ganglions lymphatiques drainants du receveur, où elles présentent les antigènes du donneur par deux mécanismes :

- **La voie directe**, dans laquelle les cellules T reconnaissent les antigènes CMH intacts du donneur sur les CD du donneur ;
- **La voie indirecte**, impliquant la reconnaissance par les cellules T des peptides du donneur liés aux molécules du CMH du donneur sur les CD du receveur.

Certaines études récentes ont suggéré que les cellules T peuvent être activées par la reconnaissance des molécules du CMH du donneur transférées sur les cellules présentatrices d'antigènes du receveur (CPA) (voie semi-directe).

L'activation des cellules T par l'intermédiaire de l'allo reconnaissance directe ou indirecte est suffisante pour déclencher un rejet aigu des greffes de peau allogéniques. En outre, les anticorps allospécifiques contribuent au processus de rejet soit en tuant les cibles allogéniques de manière dépendante du complément, soit en opsonisant les cellules du donneur et en formant des complexes immuns.

Enfin, plusieurs études démontrent que les cellules NK, activées en raison de l'absence de molécules du CMH de classe I sur les cellules allogéniques sont impliquées dans le processus de rejet des greffes de peau allogéniques en tuant directement les cellules du donneur et en produisant des cytokines pro-inflammatoires, dont l'IFN- γ et le TNF- α .

De nombreux efforts ont été déployés pour prolonger la survie et augmenter la tolérance immunologique des allogreffes de peau en réduisant son antigénicité ou en supprimant le système immunitaire des patients par l'utilisation des immunosuppresseurs comme l'azathioprine, la globuline antithymocytaire, la cyclosporine ; l'irradiation des allogreffes par les rayons ultraviolets et l'incubation de la peau dans des glucocorticoïdes.

On pense également que l'utilisation de glycérol pour préserver la peau prélevée réduit l'antigénicité de l'allogreffe puisque les cellules cutanées perdent leurs viabilités ; l'évaluation histologique a confirmé que la GPA présentait une inflammation précoce microscopique moins sévère que la CPA ; cependant, la performance de la greffe entre la GPA et la CPA n'a montré aucune différence.

2. Transmission de maladies :

Le risque de transmission de maladies est une préoccupation majeure concernant l'utilisation des allogreffes, ceci est particulièrement important étant donné l'état d'immunodépression du receveur potentiel et la probabilité de développer une septicémie suite à une telle contamination. Malgré le développement du traitement de la peau, la contamination microbienne de la peau des allogreffes persiste et reste la principale raison du rejet des tissus dans les banques de peau. Ainsi, les tests microbiens sont impératifs pour les banques de peau afin de garantir la sécurité de l'allogreffe. Parallèlement, avec la croissance des banques de peau dans le monde, plusieurs pratiques ont été signalées pour la désinfection de la peau.

Un rapport incluant des études entre 1994 et 2012 a été publié en 2016 concernant la désinfection de l'allogreffe de peau humaine dans les banques de tissus ; dans cette étude, la contamination de la peau après la récupération s'est avérée très variable malgré les tentatives de réduction de la contamination avant la récupération.[109]

Les procédés de désinfection des tissus avec une combinaison d'antibiotiques et d'antifongiques l'irradiation ou le traitement à l'acide peracétique (AAP) se sont révélés efficaces pour réduire les résultats positifs des cultures et n'ont qu'une incidence minime, voire nulle, sur la qualité des tissus. Il a également été démontré que la conservation des échantillons avec du glycérol par rapport à d'autres méthodes de cryoconservation, avait un effet antimicrobien.

Après récupération des allogreffes de peau, il a été constaté qu'entre 10,1 et 95 % des allogreffes de peau ont été positives à la culture. Les différentes méthodes de préparation de la peau avant la récupération n'ont pas permis de réduire le taux de contamination.

Dans les 12 études tous les échantillons/allogreffes ont été désinfecté, quel que soit le niveau de contamination. Sur l'ensemble des études, le taux de contamination moyen a été réduit de 37,2 à 15,3 % de tissus positifs après l'intervention.

La stratégie de désinfection la plus courante pour réduire la contamination dans les études était une combinaison d'**antibiotiques** à large spectre et d'agents **antifongiques**. Dans trois études le taux de rejet des tissus a été réduit à 19,1 % en moyenne lorsque la pénicilline (100 U/ml) et la streptomycine (100 (U)/ ml) ont été utilisées en même temps que l'agent antifongique, l'amphotéricine B (1.25 lg/ml) ou la nystatine (Pianigiani et al. 2010 [110] ;Pirnay et al. 2012 [111]; White et al. 1991 [112]).

La présence du Candida a été observée dans la charge biologique initiale après la récupération des tissus dans cinq études, suggérant leur prévalence relativement constante dans les allogreffes de peau et la nécessité potentielle de prendre en compte ces champignons contaminants lors du choix d'une procédure de désinfection (Baldeschi et al. 1998 [113]; Ireland et Spelman2005 [114]; Mathur et al. 2009 [115]; Pianigiani et al. 2010 [110]; Pirnay et al. 2012 [111]). L'utilisation clinique d'antibiotiques et d'antifongiques pour traiter les infections atteste de leur relative sécurité lorsqu'ils sont appliqués sur les tissus. Cependant, l'intégrité des tissus n'a été évaluée dans aucune de ces études.

Les études différaient par la concentration d'antibiotiques utilisée, ainsi que par la durée d'incubation et la température à laquelle la désinfection a été effectuée. Des différences minimales dans la réduction de la charge biologique ont été observées avec les différentes concentrations d'antibiotiques, mais il a été constaté que l'incubation du tissu avec des antibiotiques à une température de 37 °C pdt 3h était la plus efficace de réduire le nombre de cultures positives à 13,7% (allant de 0 à 27,4 %) dans deux études (Ireland et Spelman 2005 [114] ; Lindford et al. 2010 [116]). En général, l'activité des antibiotiques est maximale à 38 C, et diminuent avec la température (Lindford et al. 2010 [116]).

La plupart des études ont choisi d'utiliser une température plus basse pendant une période prolongée (jusqu'à 4 semaines) pour inhiber la croissance bactérienne. L'incubation des tissus dans la solution contenant des antibiotiques à 4 C pendant 4 semaines a permis de réduire le taux de contamination de 26,6 à 1,24 % dans une étude (Pianigiani et al. 2010 [110]). Il est intéressant de noter que l'incubation à la même température pendant une période intermédiaire de 1-6 jours a montré une proportion plus élevée d'échantillons avec des cultures positives, avec une moyenne de 23,2 % (Baldeschi et al.1998 [113]; Lomas et al. 2003 [117] ; Mathur et al. 2009 [115] ; Pirnay et al. 2012 [111]; White et al. 1991 [112]).

Une étude a utilisé **l'acide péracétique (AAP)** pour désinfecter les allogreffes. Lomas et al. (2003) ont traité les tissus avec 0,1 % d'AAP et ont pu obtenir une réduction de 100 % du taux de contamination après une incubation de 90 minutes, sans impact observable sur l'intégrité des tissus (Lomas et al. 2003 [117]). L'AAP présente l'avantage de tuer facilement presque toutes les bactéries, y compris les spores. Ses produits de décomposition (oxygène et acide

acétique) sont inoffensifs pour l'homme et il peut être utilisé efficacement pour stériliser à froid les tissus sensibles à la température qui ne se prêtent pas à la stérilisation par la chaleur ou à l'incubation à températures élevées (Lomas et al. 2003 [117]).

L'irradiation a été évaluée dans deux études qui suggèrent que 25 kGy sont suffisants pour désinfecter les allogreffes de peau (Kairiyama et al. 2009 [83]; Rooney et al. 2008 [84]). Les auteurs notent que l'établissement d'un niveau d'irradiation standard (tel que 25 kGy vu dans Rooney et al. 2008 [84]), nécessitera une méthode pour réduire la charge microbienne à des niveaux acceptables (le nombre de micro-organismes dans l'allogreffe est inférieur au potentiel de réduction logarithmique de la méthode de désinfection) avant l'irradiation. Le niveau d'assurance de stérilité ou la probabilité d'un micro-organisme contaminant après la désinfection est extrêmement dépendant de la charge microbienne initiale (Rooney et al. 2008 [84]). Dans d'autres études rapportées, l'irradiation peut réduire l'intégrité des tissus à des doses plus élevées, mais l'irradiation des tissus conservés dans des solutions de glycérol a un effet protecteur, réduisant l'incidence des lésions tissulaires (Rooney et al. 2008 [84]).

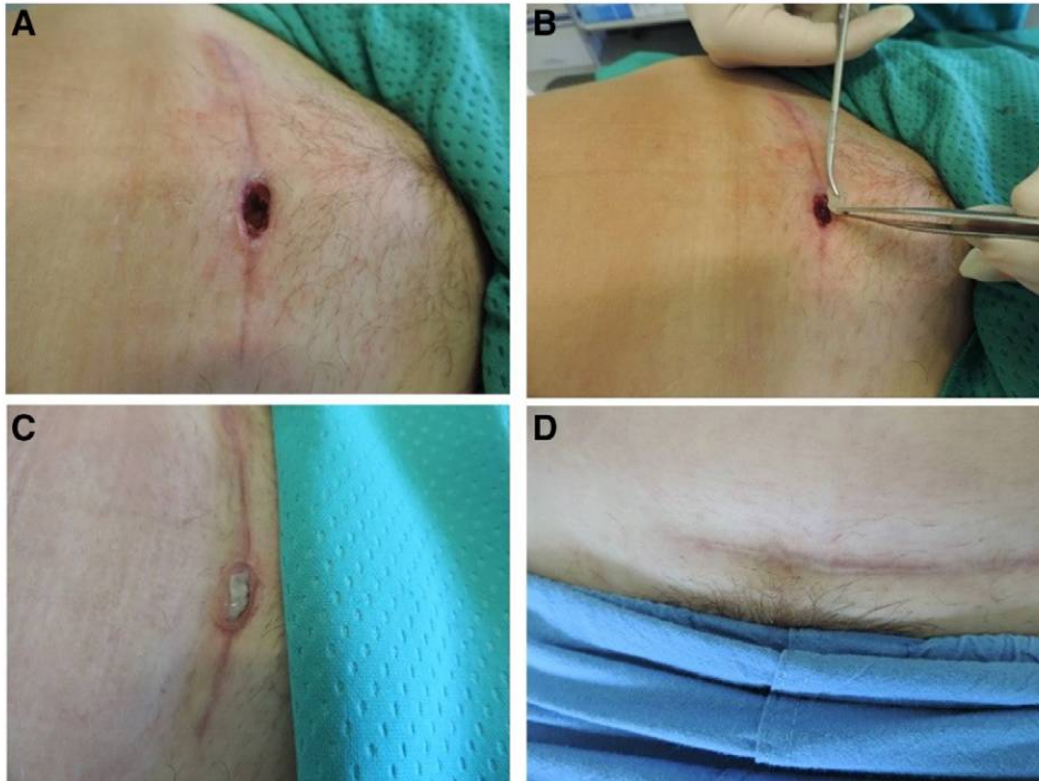


Figure 36 : Application de derme acellulaire lyophilisé irradié aux rayons gamma sur une plaie chirurgicale déhiscente (chirurgie gastrique-oncologique). Cicatrisation complète évaluée après 30 jours ;

Il a été démontré que des concentrations élevées (70-85 %) de **glycérol** sont bactéricides (Lindford et al. 2010 [116]). Tandis que les banques de tissus utilisent la cryoconservation (stockage à -150 C) pour maintenir l'intégrité des tissus sur de longues périodes. Lorsque la pénicilline et la streptomycine sont utilisés pour désinfecter les allogreffes, la proportion moyenne de cultures positives était de 22 % en moyenne (Ireland et Spelman 2005 [114]; Mathur et al. 2009 [115]). Dans d'autres études, l'ajout d'une conservation au glycérol au traitement à la pénicilline et à la streptomycine a permis de réduire le taux de contamination moyen à 0,4 % (Lindford et al. 2010 [116]; Pianigiani et al. 2010 [110] ; van Baare et al. 1998 [58]). L'ajout de glycérol au traitement antibiotique semble réduire considérablement l'incidence de la contamination. Toutefois, l'adéquation de la conservation au glycérol pour le stockage à long terme, ou les implications financières de cette méthode n'ont pas été mentionnées dans ces études.

Des cas de transmission de maladies virales par des allogreffes de peau ont également été signalés.

En 1987, Clarke [118] a rapporté la transmission du VIH-1 à un patient brûlé par un donneur séropositif ; les résultats du test du donneur n'étaient pas connus avant l'utilisation de la peau. À ce jour, aucun autre cas de transmission du VIH ou de l'hépatite à partir d'allogreffes de peau n'a été signalé.

Kealey [119] a signalé la transmission du cytomégalovirus (CMV) dans des allogreffes de peau de cadavre ; dans cette étude 5 des 22 patients CMV-négatifs (22,7 %) ont séroconverti. Le dépistage du CMV est important lorsque les receveurs sont séronégatifs pour le CMV et qu'ils recevront des médicaments immunosuppresseurs à la suite d'une transplantation d'organe. Toutefois, l'immunosuppression naturelle associée aux brûlures ne semble pas entraîner de problèmes liés au CMV chez les receveurs d'allogreffes de peau.



L'usage de l'allogreffe cutanée a permis de révolutionner la prise en charge des grands brûlés ayant un potentiel cutané autologue limité. Agissant comme un pansement biologique, elle permet non seulement la couverture temporaire des pertes de substances étendues occasionnées par la brûlure, mais aussi la préparation du lit de la plaie pour l'autogreffe.

Durant le siècle dernier, un nouvel organisme ; permettant l'expansion de cette pratique et son répandage à travers le monde, a vu le jour : La banque de peau. Il s'agit d'une structure qui permet l'obtention, le traitement, la conservation, le stockage et la distribution de greffons cutanés prélevés sur des donneurs décédés dans le but de leur transplantation.

En termes d'aspects techniques, la banque de peau utilise des équipements de pointe pour assurer la préparation des tissus de peau lors des différentes étapes. Les techniques de culture de cellules, de traitement et de conservation sont également utilisées pour garantir la qualité des greffons cutanés et minimiser les risques de complications chez les patients.

La banque de peau a permis ainsi d'assurer la disponibilité de tissus cutanés prêts à être transplantés chez des patients receveurs dont l'indication a été soigneusement posé par le chirurgien plasticien traitant, et ceci dans le cadre des brûlures graves étendues, les plaies chroniques et les larges pertes de substances cutanées post-traumatiques.

Le Maroc fait face à plusieurs défis en matière de don d'organes en général et de peau en particulier comme : le manque de sensibilisation et d'éducation du public sur le don d'organes, les ressources limitées voire absentes, les débats islamiques controversés sur le sujet par les savants religieux, la réglementation floue et incomplète sur le don d'organes et la banque de tissus, ainsi que le manque de coordination entre les différents acteurs sanitaires.

Pour surmonter ces obstacles, des efforts doivent être menés pour améliorer le système marocain de don d'organes, ceci par la promotion de l'importance de la donation des tissus par les médias et les réseaux sociaux, la formation du personnel médical, la mise en place d'une législation claire dans le cadre du respect de l'autorité religieuse et des valeurs culturelles, et d'établir une coopération et une coordination efficace entre les hôpitaux, les centres de traitements et les banques de tissus.



Résumé

Titre : Banque de peau : intérêt en chirurgie plastique et chirurgie des brûlés

Auteur : Chaouqi Meriem

Mot clés : Allogreffe cutanée, Banque de peau, Brûlure, Don d'organe

L'allogreffe cutanée est une procédure chirurgicale qui utilise des greffons de peau de donneurs pour couvrir des pertes de substances étendues ou des plaies chroniques chez un patient receveur. La peau est prélevée sur le donneur, puis traitée et stockée dans une banque de peau tout en respectant des normes bien établis. Lorsqu'un patient a besoin d'une greffe de peau, les greffons appropriés sont sélectionnés à partir de la banque de peau et transplantés sur le patient.

Cependant, il y a des risques potentiels liés à l'utilisation de l'allogreffe cutanée, tels que le rejet du greffon et la transmission de maladies infectieuses. C'est pourquoi une préparation et une sélection rigoureuses des donneurs et des greffons sont essentielles pour assurer la sécurité et l'efficacité de la procédure.

Dans notre travail, nous avons mis en évidence ; d'une part, l'organisation et l'infrastructure de la banque de peau, ainsi que les différents aspects techniques de chaque étape aboutissant à l'approvisionnement des greffons. Et d'autre part, les indications de l'utilisation de l'allogreffe cutanée dans la prise en charge de différentes pathologies et particulièrement dans le traitement des brûlures étendues graves.

La création de banques de peau au Maroc et dans le monde musulman comporte un grand défi, cela est dû à des facteurs religieux, culturels, éthiques et logistiques qui sont sources de débats et de controverses autour du sujet du don d'organes entre les érudits islamiques. Toutefois, un travail acharné incluant tous les effecteurs de la société marocaine doit être mis en marche afin de : définir un cadre juridique clair et complet autour de la question dans le respect des principes éthiques et religieux, former le personnel médical dans la manipulation appropriée des greffons, débloquer des fonds afin d'assurer des ressources pour les hôpitaux et les centres de traitement et établir un réseau structuré entre les différents secteurs sanitaires intervenants.

Une fois ceci réalisé, des campagnes de sensibilisation peuvent être menées par les médias pour promouvoir le rôle majeur du don-transplantation d'organes en général et de la peau en particulier dans le sauvetage des vies.

Abstract

Title: skin bank: interest in plastic and burn surgery

Author: Chaouqi Meriem

Key words: Skin allograft, Skin banking, Burn, Organ donation

Skin allografting is a surgical procedure that uses donor skin grafts to cover extensive tissue loss or chronic wounds in a recipient patient. The skin is harvested from the donor, processed and stored in a skin bank while adhering to established standards. When a patient requires a skin graft, appropriate grafts are selected from the skin bank and transplanted onto the patient.

However, there are potential risks associated to the use of allograft skin, such as graft rejection and transmission of infectious diseases. Therefore, careful preparation and selection of donors and grafts are essential to ensure the safety and efficacy of the procedure.

In our work, we have highlighted; on the one hand, the organization and infrastructure of the skin bank, as well as the different technical aspects of each step leading to graft procurement. And on the other hand, the indications for the use of skin allografts in the treatment of different pathologies and particularly in the treatment of severe extensive burns.

The creation of skin banks in Morocco and in the Muslim world involves a great challenge, this is due to religious, cultural, ethical and logistical factors that are sources of debate and controversy around the subject of organ donation among Islamic scholars. However, hard work including all the stakeholders of Moroccan society must be put in motion in order to: define a clear and comprehensive legal framework around the issue in accordance with ethical and religious principles, train medical personnel in the proper handling of transplants, release funds to ensure resources for hospitals and treatment centers, and establish a structured network between the different health sectors involved.

Once this is achieved, awareness campaigns can be conducted through the media to promote the major role of organ donation-transplantation in general and skin in particular in saving lives.

ملخص

العنوان: بنك الجلد: دوره بجراحة التجميل وجراحة الحروق

من طرف: مريم شوقي

الكلمات الأساسية: زراعة الجلد، بنك الجلد ، حرق ، التبرع بالأعضاء

زراعة الجلد هو إجراء جراحي يستخدم ترقيع الجلد من متبرع لتغطية فقدان الأنسجة على نطاق واسع.

أو الجروح المزمنة في المريض المتلقي. يتم أخذ الجلد من المتبرع، ثم معالجته وتخزينه في بنك جلدي مع الالتزام بالمعايير المعمول بها. عندما يحتاج المريض إلى طعم جلدي، يتم اختيار الطعوم المناسبة من بنك الجلد وزرعها في المريض.

ومع ذلك، هناك مخاطر محتملة مرتبطة باستخدام طعم الجلد ، مثل رفض الكسب وانتقال الأمراض المعدية. هذا هو السبب في أن التحضير الدقيق واختيار المتبرعين والطعوم أمر ضروري لضمان سلامة وكفاءة الإجراء.

لقد أبرزنا في عملنا؛ من ناحية، التنظيم والبنية التحتية لبنك الجلد، وكذلك الجوانب المختلفة لكل خطوة تؤدي إلى توريد الطعوم. ومن ناحية أخرى، مؤشرات لاستخدام الطعم الجلدي في إدارة الأمراض المختلفة وخاصة في علاج الحروق الشديدة.

إن إنشاء بنوك الجلد في المغرب والعالم الإسلامي ينطوي على تحدٍ كبير، ويرجع ذلك إلى عوامل دينية وثقافية وأخلاقية ولوجستية، وهي مصادر للجدل حول موضوع التبرع بالأعضاء بين العلماء الإسلاميين. ومع ذلك، يجب الشروع في العمل الجاد بما في ذلك جميع الفاعلين في المجتمع المغربي من أجل: تحديد إطار قانوني واضح وكامل حول هذه القضية بما يتوافق مع المبادئ الأخلاقية والدينية، وتدريب العاملين في المجال الطبي على التعامل المناسب مع الطعوم، والإفراج عن الأموال لضمان الموارد للمستشفيات ومراكز العلاج وإنشاء شبكة منظمة بين مختلف القطاعات الصحية المعنية.

بمجرد أن يتم تحقيق ذلك، يمكن أن تقوم وسائل الإعلام بحملات توعية للترويج للدور الرئيسي للتبرع بالأعضاء وزرعها بشكل عام والجلد بشكل خاص في إنقاذ الأرواح.



- [1] A. Goetz, « LE MICROBIOTE CUTANÉ ».
- [2] D. J. Hauben, A. Baruchin, et D. Mahler, « On the History of the Free Skin Graft », *Annals of Plastic Surgery*, vol. 9, n° 3, p. 242, sept. 1982.
- [3] A. A. Khan *et al.*, « Skin Graft Techniques », *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, vol. 37, n° 4, p. 821-835, oct. 2020.
- [4] J. S. Davis, « THE STORY OF PLASTIC SURGERY », *Annals of Surgery*, vol. 113, n° 5, p. 641, mai 1941.
- [5] J. Šmahel, « The Healing of Skin Grafts », *Clinics in Plastic Surgery*, vol. 4, n° 3, p. 409-424, juill. 1977.
- [6] J. E. Bennett et S. R. Miller, « EVOLUTION OF THE ELECTRO-DERMATOME », *Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 45, n° 2, p. 131, févr. 1970.
- [7] H. a. F. Dudley, « Wound repair. Third edition 1984 », *BJS (British Journal of Surgery)*, vol. 71, n° 9, p. 736-736, 1984.
- [8] S. F. Swaim, « Skin Grafts », *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, vol. 20, n° 1, p. 147-175, janv. 1990.
- [9] G. Ersoz, F. Demirkan, E. Arslan, et A. Sari, « Analysis of Skin-Graft Loss Due to Infection: Infection-Related Graft Loss », *Annals of Plastic Surgery*, vol. 55, n° 1, p. 102-106, juill. 2005.
- [10] A. Halim, T. Khoo, et JumaatMohd. Y. Shah, « Biologic and synthetic skin substitutes: An overview », *Indian J Plast Surg*, vol. 43, n° 3, p. 23, 2010.

- [11] J. G. Rheinwatd et H. Green, « Serial cultivation of strains of human epidermal keratinocytes: the formation of keratinizing colonies from single cell is », *Cell*, vol. 6, n° 3, p. 331-343, nov. 1975.
- [12] A. Limat, T. Hunziker, C. Boillat, K. Bayreuther, et F. Noser, « Post-mitotic human dermal fibroblasts efficiently support the growth of human follicular keratinocytes », *Journal of Investigative Dermatology*, vol. 92, n° 5, p. 758-762, mai 1989.
- [13] V. Ronfard *et al.*, « Use of human keratinocytes cultured on fibrin glue in the treatment of burn wounds », *Burns*, vol. 17, n° 3, p. 181-184, juin 1991.
- [14] C. for B. E. and Research, « Epicel (cultured epidermal autografts) », *FDA*, févr. 2022.
- [15] C. Echinard, « Sous l'épiderme, le derme ou comment comprendre les cultures de peau ? », *Annales De Chirurgie Plastique Esthétique*, avr. 1998.
- [16] P. D. Cole, D. Stal, S. E. Sharabi, J. Hicks, et L. H. Hollier, « A Comparative, Long-Term Assessment of Four Soft Tissue Substitutes », *Aesthetic Surgery Journal*, vol. 31, n° 6, p. 674-681, août 2011.
- [17] R. G. Tompkins et J. F. Burke, « Progress in burn treatment and the use of artificial skin », *World J. Surg.*, vol. 14, n° 6, p. 819-824, nov. 1990.
- [18] D. Heimbach *et al.*, « Artificial Dermis for Major Burns: A Multi-Center Randomized Clinical Trial », *Annals of Surgery*, vol. 208, n° 3, p. 313-320, sept. 1988.

- [19] A. L.-L. Coadou, H. Carsin, et D. Cantaloube, « Indications des substituts cutanés chez le brûlé ».
- [20] E. Bell *et al.*, « Development and Use of a Living Skin Equivalent »:, *Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 67, n° 3, p. 386-392, mars 1981.
- [21] D. Wassermann *et al.*, « Preliminary clinical studies of a biological skin equivalent in burned patients », *Burns*, vol. 14, n° 4, p. 326-330, août 1988.
- [22] D. W. Hayes, G. E. Webb, V. J. Mandracchia, et K. J. John, « Full-thickness burn of the foot: successful treatment with Apligraf. A case report », *Clin Podiatr Med Surg*, vol. 18, n° 1, p. 179-188, janv. 2001.
- [23] S. T. Boyce, D. J. Christianson, et J. F. Hansbrough, « Structure of a collagen-GAG dermal skin substitute optimized for cultured human epidermal keratinocytes », *J. Biomed. Mater. Res.*, vol. 22, n° 10, p. 939-957, oct. 1988.
- [24] S. T. Boyce, R. J. Kagan, N. A. Meyer, K. P. Yakuboff, et G. D. Warden, « THE 1999 CLINICAL RESEARCH AWARD Cultured Skin Substitutes Combined With Integra Artificial Skin* to Replace Native Skin Autograft and Allograft for the Closure of Excised Full-Thickness Burns »:, *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, vol. 20, n° 6, p. 453-461, nov. 1999.
- [25] A. G. Bettman, « Homogenous thiersch grafting as a life saving measure », *American Journal of Surgery*, 1938.

- [26] C. F. Barker et J. F. Markmann, « Historical overview of transplantation », *Cold Spring Harb Perspect Med*, vol. 3, n° 4, p. a014977, avr. 2013.
- [27] T. R. Broadbent et W. Bailey, « Refrigerated skin grafts; a bacteriologic study », *J Int Coll Surg*, vol. 27, n° 3, p. 285-289, mars 1957.
- [28] D. N. Matthews, « STORAGE OF SKIN FOR AUTOGENOUS GRAFTS », *The Lancet*, vol. 245, n° 6356, p. 775-778, juin 1945.
- [29] H. Baxter et M. A. Entin, « Experimental and clinical studies of reduced temperatures in injury and repair in man; structure and potentialities of human skin in temperature control and in defense against thermal trauma », *Plast Reconstr Surg (1946)*, vol. 2, n° 6, p. 569-584, nov. 1947.
- [30] « The Freezing, Drying and Storage of Mammalian Skin | Journal of Experimental Biology | The Company of Biologists ».
- [31] A. C. Taylor, « Survival of rat skin and changes in hair pigmentation following freezing », *Journal of Experimental Zoology*, vol. 110, n° 1, p. 77-111, 1949.
- [32] J. B. Brown, M. P. Fryer, P. Randall, et M. Lu, « Postmortem Homografts as “Biological Dressings” for Extensive Burns and Denuded Areas: Immediate and Preserved Homografts as Life-saving Procedures », *Annals of Surgery*, vol. 138, n° 4, p. 618-630, oct. 1953.
- [33] D. Jackson, « A clinical study of the use of skin homografts for burns », *Br J Plast Surg*, vol. 7, n° 1, p. 26-43, avr. 1954.

- [34] C. D. Voigt, S. Williamson, R. J. Kagan, et L. K. Branski, « 14 - The Skin Bank », in *Total Burn Care (Fifth Edition)*, D. N. Herndon, Éd., Elsevier, 2018, p. 158-166.e2.
- [35] P. Mericka, « Brief history of the tissue bank, charles university hospital, hradeč králové, czech republic », *Cell Tissue Bank*, vol. 1, n° 1, p. 17-25, 2000.
- [36] E. Freedlander, S. Boyce, M. Ghosh, D. R. Ralston, et S. MacNeil, « Skin banking in the UK: the need for proper organization », *Burns*, vol. 24, n° 1, p. 19-24, févr. 1998.
- [37] J. N. Kearney, « Quality issues in skin banking: a review », *Burns*, vol. 24, n° 4, p. 299-305, juin 1998.
- [38] F. Martínez-Flores, H. Sandoval-Zamora, C. Machuca-Rodriguez, A. Barrera-López, R. García-Cavazos, et J. A. Madinaveitia-Villanueva, « Skin and tissue bank: Operational model for the recovery and preservation of tissues and skin allografts », *Cirugía y Cirujanos (English Edition)*, vol. 84, n° 1, p. 85-92, janv. 2016,
- [39] R. P. Narayan, « Development of tissue bank », *Indian J Plast Surg*, vol. 45, n° 02, p. 396-402, mai 2012.
- [40] C. D. Voigt, S. Williamson, R. J. Kagan, et L. K. Branski, « 14 - The Skin Bank », in *Total Burn Care (Fifth Edition)*, D. N. Herndon, Éd., Elsevier, 2018, p. 158-166.e2.
- [41] J. N. Kearney, « Guidelines on processing and clinical use of skin allografts », *Clin Dermatol*, vol. 23, n° 4, p. 357-364, 2005.

- [42] E. Pianigiani, F. Ierardi, F. Cherubini Di Simplicio, et A. Andreassi, « Skin bank organization », *Clin Dermatol*, vol. 23, n° 4, p. 353-356, 2005.
- [43] R. Villalba, R. Duenãs, G. Fornes, J. L. Gómez-Villagran, P. E. Alonso, et L. F. Rioja, « Skin banks from living donors », *Burns*, vol. 21, n° 7, p. 557-558, nov. 1995.
- [44] R. J. Kagan, E. C. Robb, et R. T. Plessinger, « Human Skin Banking », *Clinics in Laboratory Medicine*, vol. 25, n° 3, p. 587-605, sept. 2005.
- [45] S. R. May, D. P. Roberts, F. A. DeClement, et J. M. Still, « Reduced Bacteria on Transplantable Allograft Skin after Preparation with Chlorhexidine Gluconate, Povidone-Iodine, and Isopropanol »:, *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, vol. 12, n° 3, p. 224-228, mai 1991.
- [46] I. A. Holder, E. Robb, et R. Kagan, « Antimicrobial mixtures used to store harvested skin: antimicrobial activities tested at refrigerator (4 degrees C) temperatures », *J Burn Care Rehabil*, vol. 20, n° 6, p. 501-504, 1999.
- [47] V. Aguirregoicoa, J. N. Kearney, G. A. Davies, et G. Gowland, « Effects of antifungals on the viability of heart valve cusp derived fibroblasts », *Cardiovascular Research*, vol. 23, n° 12, p. 1058-1061, déc. 1989.
- [48] R. T. Plessinger, E. C. Robb, R. J. Kagan, et G. D. Warden, « Processing of Allograft Skin Cultures: Is a Class 10,000 or Better Environment Required?: 154. », *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, vol. 19, p. S212, janv. 1998.

- [49] EMA, « European Directorate for the Quality of Medicines and HealthCare (EDQM) Council Europe », *European Medicines Agency*, 17 septembre 2018.
- [50] L. Tognetti *et al.*, « Current insights into skin banking: storage, preservation and clinical importance of skin allografts », *BSAM*, vol. Volume 5, p. 41-56, juill. 2017.
- [51] J.-P. Pirnay *et al.*, « P109 Evaluation of a microbiological screening and acceptance procedure for cryopreserved skin allografts based on 14-day cultures », *Cell and tissue banking*, vol. 13, p. 287-95, avr. 2011.
- [52] E. Pianigiani, F. Ierardi, et M. Fimiani, « Importance of good manufacturing practices in microbiological monitoring in processing human tissues for transplant », *Cell Tissue Bank*, vol. 14, n° 4, p. 601-607, déc. 2013.
- [53] G. Verbeken *et al.*, « Glycerol treatment as recovery procedure for cryopreserved human skin allografts positive for bacteria and fungi », *Cell Tissue Bank*, vol. 13, n° 1, p. 1-7, 2012.
- [54] A. D. Rogers, N. L. Allorto, S. Adams, K. G. Adams, D. A. Hudson, et H. Rode, « Isn't it time for a cadaver skin bank in South Africa? », *Ann Burns Fire Disasters*, vol. 26, n° 3, p. 142-146, sept. 2013.
- [55] S. R. May et F. A. DeClement, « Development of a radiometric metabolic viability testing method for human and porcine skin », *Cryobiology*, vol. 19, n° 4, p. 362-371, août 1982.

- [56] E. H. J. Kua, C. Q. Goh, Y. Ting, A. Chua, et C. Song, « Comparing the use of glycerol preserved and cryopreserved allogenic skin for the treatment of severe burns: differences in clinical outcomes and in vitro tissue viability », *Cell Tissue Bank*, vol. 13, n° 2, p. 269-279, juin 2012.
- [57] M. H. E. Hermans, « Preservation methods of allografts and their (lack of) influence on clinical results in partial thickness burns », *Burns*, vol. 37, n° 5, p. 873-881, août 2011.
- [58] J. van Baare *et al.*, « The 1998 Lindberg Award. Comparison of glycerol preservation with cryopreservation methods on HIV-1 inactivation », *J Burn Care Rehabil*, vol. 19, n° 6, p. 494-500, 1998.
- [59] D. E. Pegg, « Principles of Cryopreservation », in *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*, J. G. Day et G. N. Stacey, Éd., in *Methods in Molecular Biology*TM. Totowa, NJ: Humana Press, 2007, p. 39-57.
- [60] C. Polge, A. U. Smith, et A. S. Parkes, « Revival of Spermatozoa after Vitrification and Dehydration at Low Temperatures », *Nature*, vol. 164, n° 4172, Art. n° 4172, oct. 1949.
- [61] J. E. Lovelock et M. W. H. Bishop, « Prevention of Freezing Damage to Living Cells by Dimethyl Sulphoxide », *Nature*, vol. 183, n° 4672, Art. n° 4672, mai 1959.
- [62] H.-H. Gao, Z.-P. Li, H.-P. Wang, L.-F. Zhang, et J.-M. Zhang, « Cryopreservation of whole bovine ovaries: comparisons of different thawing protocols », *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, vol. 204, p. 104-107, sept. 2016.

- [63] E. Pianigiani *et al.*, « Assessment of cryopreserved donor skin viability: the experience of the regional tissue bank of Siena », *Cell Tissue Bank*, vol. 17, n° 2, p. 241-253, juin 2016.
- [64] P. M. Ferrando *et al.*, « Glycerolized Reticular Dermis as a New Human Acellular Dermal Matrix: An Exploratory Study », *PLoS ONE*, vol. 11, n° 2, p. e0149124, févr. 2016.
- [65] S. R. May et D. P. Roberts, « Development of a passive device for freezing large amounts of transplantable skin at one time in a -70°C mechanical refrigerator », *Cryobiology*, vol. 25, n° 3, p. 186-196, juin 1988.
- [66] « SciELO - Brazil - An outcome analysis and long-term viability of cryopreserved cultured epidermal allografts: assessment of the conservation of transplantable human skin allografts An outcome analysis and long-term viability of cryopreserved cultured epidermal allografts: assessment of the conservation of transplantable human skin allografts ».
- [67] C. Castagnoli *et al.*, « Evaluation of donor skin viability: fresh and cryopreserved skin using tetrazolium salt assay », *Burns*, vol. 29, n° 8, p. 759-767, déc. 2003.
- [68] S. R. May et D. P. Roberts, « Development of a passive device for freezing large amounts of transplantable skin at one time in a -70°C mechanical refrigerator », *Cryobiology*, vol. 25, n° 3, p. 186-196, juin 1988.

- [69] D. Bravo, T. H. Rigley, N. Gibran, D. M. Strong, et H. Newman-Gage, « Effect of storage and preservation methods on viability in transplantable human skin allografts », *Burns*, vol. 26, n° 4, p. 367-378, juin 2000.
- [70] T. H. Jang *et al.*, « Cryopreservation and its clinical applications », *Integrative Medicine Research*, vol. 6, n° 1, p. 12-18, mars 2017.
- [71] « Directive 2004/23/EC of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on setting standards of quality and safety for the donation, procurement, testing, processing, preservation, storage and distribution of human tissues and cells ».
- [72] Z. Li, C. Overend, P. Maitz, et P. Kennedy, « Quality evaluation of meshed split-thickness skin grafts stored at 4°C in isotonic solutions and nutrient media by cell cultures », *Burns*, vol. 38, n° 6, p. 899-907, sept. 2012.
- [73] E. C. Robb, N. Bechmann, R. T. Plessinger, S. T. Boyce, G. D. Warden, et R. J. Kagan, « Storage media and temperature maintain normal anatomy of cadaveric human skin for transplantation to full-thickness skin wounds », *J Burn Care Rehabil*, vol. 22, n° 6, p. 393-396, 2001.
- [74] W. A. Schiozer, R. Gemperli, W. Mühlbauer, A. M. Munhoz, et M. C. Ferreira, « An outcome analysis and long-term viability of cryopreserved cultured epidermal allografts: assessment of the conservation of transplantable human skin allografts », *Acta Cir. Bras.*, vol. 28, p. 824-832, déc. 2013.

- [75] D. B. Walcerz et A. M. Karow, « Cryopreservation of cells for tissue engineering », *Tissue Eng*, vol. 2, n° 2, p. 85-96, 1996.
- [76] S. Gaucher et M. Jarraya, « Cryopreserved human skin allografts: efficacy and viability », *Burns*, vol. 40, n° 3, p. 526-527, mai 2014.
- [77] Y. Udoh, H. Yanaga, Y. Tai, K. Kiyokawa, et Y. Inoue, « Long-term viability of cryopreserved cultured epithelial grafts », *Burns*, vol. 26, n° 6, p. 535-542, sept. 2000.
- [78] R. g. c. Teepe, E. j. Koebrugge, M. Ponc, et B. j. Vermeer, « Fresh versus cryopreserved cultured allografts for the treatment of chronic skin ulcers », *British Journal of Dermatology*, vol. 122, n° 1, p. 81-89, 1990.
- [79] D. Mackie, « Postal survey on the use of glycerol-preserved allografts in clinical practice », *Burns*, vol. 28 Suppl 1, p. S40-44, oct. 2002.
- [80] J. M. B. Wood, M. Soldin, T. J. Shaw, et M. Szarko, « The biomechanical and histological sequelae of common skin banking methods », *Journal of Biomechanics*, vol. 47, n° 5, p. 1215-1219, mars 2014.
- [81] D. P. Mackie, « The Euro Skin Bank: Development and Application of Glycerol-Preserved Allografts »:, *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, vol. 18, n° Supplement 1, p. s7-s9, janv. 1997.
- [82] V. S. M. Saegeman, N. L. Ectors, D. Lismont, B. Verduyck, et J. Verhaegen, « Short- and long-term bacterial inhibiting effect of high concentrations of glycerol used in the preservation of skin allografts », *Burns*, vol. 34, n° 2, p. 205-211, mars 2008.

- [83] R. Singh, D. Singh, et A. Singh, « Radiation sterilization of tissue allografts: A review », *World J Radiol*, vol. 8, n° 4, p. 355-369, avr. 2016.
- [84] P. Rooney, M. Eagle, P. Hogg, R. Lomas, et J. Kearney, « Sterilisation of skin allograft with gamma irradiation », *Burns*, vol. 34, n° 5, p. 664-673, août 2008.
- [85] « decret2-01-1643.pdf ». Disponible sur: [https://www.sante.gov.ma/Reglementation/organes/Documents/organe\(fr\)/decret2-01-1643.pdf](https://www.sante.gov.ma/Reglementation/organes/Documents/organe(fr)/decret2-01-1643.pdf)
- [86] « 16-98.pdf ». Disponible sur: <https://www.sante.gov.ma/Reglementation/REGLEMENTATIONDESPRATIQUESMEDICALE/16-98.pdf>
- [87] J. E. Brockopp et T. Eich, Éd., *Muslim Medical Ethics: From Theory to Practice*. University of South Carolina Press, 2021.
- [88] P. Kinnaert, « Islam, Judaïsme et transplantation d'organes », *Rev Med Brux*, 2006.
- [89] P. Gacto-Sanchez, « Surgical treatment and management of the severely burn patient: Review and update », *Medicina Intensiva*, vol. 41, n° 6, p. 356-364, août 2017.
- [90] C. Wang, F. Zhang, et W. C. Lineaweaver, « Clinical Applications of Allograft Skin in Burn Care », *Ann Plast Surg*, vol. 84, n° 3S, p. S158-S160, mars 2020.
- [91] Y. H. Choi *et al.*, « Cadaver skin allograft may improve mortality rate for burns involving over 30% of total body surface area: a propensity score analysis of data from four burn centers », *Cell Tissue Bank*, vol. 19, n° 4, p. 645-651, déc. 2018.

- [92] J. L. Fletcher, E. J. Caterson, R. G. Hale, L. C. Cancio, E. M. Renz, et R. K. Chan, « Characterization of skin allograft use in thermal injury », *J Burn Care Res*, vol. 34, n° 1, p. 168-175, 2013.
- [93] S. Blome-Eberwein, A. Jester, M. Kuentscher, T. Raff, G. Germann, et M. Pelzer, « Clinical practice of glycerol preserved allograft skin coverage », *Burns*, vol. 28 Suppl 1, p. S10-12, oct. 2002.
- [94] A. F. P. M. Vloemans, M. C. J. M. Schreinemachers, E. Middelkoop, et R. W. Kreis, « The use of glycerol-preserved allografts in the Beverwijk Burn Centre: a retrospective study », *Burns*, vol. 28 Suppl 1, p. S2-9, oct. 2002.
- [95] T. L. Khoo, A. S. Halim, A. Z. M. Saad, et A. A. Dorai, « The application of glycerol-preserved skin allograft in the treatment of burn injuries: an analysis based on indications », *Burns*, vol. 36, n° 6, p. 897-904, sept. 2010.
- [96] J. Li, J. Chen, et R. Kirsner, « Pathophysiology of acute wound healing », *Clinics in Dermatology*, vol. 25, n° 1, p. 9-18, janv. 2007.
- [97] « Wound Repair and Regeneration », *Wiley Online Library*.
- [98] R. Nunan, K. G. Harding, et P. Martin, « Clinical challenges of chronic wounds: searching for an optimal animal model to recapitulate their complexity », *Dis Model Mech*, vol. 7, n° 11, p. 1205-1213, nov. 2014.
- [99] M. A. Fonder, G. S. Lazarus, D. A. Cowan, B. Aronson-Cook, A. R. Kohli, et A. J. Mamelak, « Treating the chronic wound: A practical approach to the care of nonhealing wounds and wound care dressings », *Journal of the American Academy of Dermatology*, vol. 58, n° 2, p. 185-206, févr. 2008.

- [100] R. Diegelmann F., « Wound healing: an overview of acute, fibrotic and delayed healing », *Front Biosci*, vol. 9, n° 1-3, p. 283, 2004.
- [101] R. Goldman, « Growth Factors and Chronic Wound Healing: Past, Present, and Future »:, *Advances in Skin & Wound Care*, vol. 17, n° 1, p. 24-35, janv. 2004.
- [102] L. Martinengo *et al.*, « Prevalence of chronic wounds in the general population: systematic review and meta-analysis of observational studies », *Annals of Epidemiology*, vol. 29, p. 8-15, janv. 2019.
- [103] T. Mustoe, « Understanding chronic wounds: a unifying hypothesis on their pathogenesis and implications for therapy », *The American Journal of Surgery*, vol. 187, n° 5, p. S65-S70, mai 2004.
- [104] D. Jun, « Pathophysiology and Conservative Treatment of Venous Ulcers: A Review », *J Wound Manag Res*, vol. 18, n° 3, p. 161-169, oct. 2022.
- [105] P. A. Bonham, « Assessment and Management of Patients With Venous, Arterial, and Diabetic/Neuropathic Lower Extremity Wounds »:, *AACN Clinical Issues: Advanced Practice in Acute and Critical Care*, vol. 14, n° 4, p. 442-456, nov. 2003.
- [106] J. E. Grey, K. G. Harding, et S. Enoch, « Venous and arterial leg ulcers », *BMJ*, vol. 332, n° 7537, p. 347-350, févr. 2006.
- [107] C. S. Garwood, J. S. Steinberg, et P. J. Kim, « Bioengineered Alternative Tissues in Diabetic Wound Healing », *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, vol. 32, n° 1, p. 121-133, janv. 2015.

- [108] E. Desman, W. Bartow, et L. H. Anderson, « Human Skin Allograft for Patients With Diabetic Foot Ulcers, Venous Leg Ulcers, or Surgical/Traumatic Wounds Retrospective, Descriptive Study », *Ostomy Wound Manage*, vol. 61, n° 7, p. 16-22, juill. 2015.
- [109] on behalf of the Bioburden Steering Committee and Skin Working group *et al.*, « Disinfection of human skin allografts in tissue banking: a systematic review report », *Cell Tissue Bank*, vol. 17, n° 4, p. 585-592, déc. 2016.
- [110] E. Pianigiani, F. Ierardi, C. Cuciti, S. Brignali, M. Oggioni, et M. Fimiani, « Processing efficacy in relation to microbial contamination of skin allografts from 723 donors », *Burns*, vol. 36, n° 3, p. 347-351, mai 2010.
- [111] J.-P. Pirnay *et al.*, « Evaluation of a microbiological screening and acceptance procedure for cryopreserved skin allografts based on 14 day cultures », *Cell Tissue Bank*, vol. 13, n° 2, p. 287-295, juin 2012.
- [112] M. J. White, J. D. Whalen, J. A. Gould, G. L. Brown, et H. C. Polk, « Procurement and transplantation of colonized cadaver skin », *Am Surg*, vol. 57, n° 6, p. 402-407, juin 1991.
- [113] L. Baldeschi, A. Lupetti, M. Nardi, C. Hintschich, et J. R. O. Collin, « A comparison of skin storage methods for oculoplastic surgery », *Eye*, vol. 12, n° 4, Art. n° 4, juill. 1998.
- [114] L. Ireland et D. Spelman, « Bacterial Contamination of Tissue Allografts – Experiences of the Donor Tissue Bank of Victoria », *Cell Tissue Banking*, vol. 6, n° 3, p. 181-189, sept. 2005.

- [115] M. Mathur, A. De, et M. Gore, « Microbiological assessment of cadaver skin grafts received in a Skin Bank », *Burns*, vol. 35, n° 1, p. 104-106, févr. 2009.
- [116] A. J. Lindford, I. Frey, J. Vuola, et V. Koljonen, « Evolving practice of the Helsinki Skin Bank », *International Wound Journal*, vol. 7, n° 4, p. 277-281, mai 2010.
- [117] R. J. Lomas, J. E. Cruse-Sawyer, C. Simpson, E. Ingham, R. Bojar, et J. N. Kearney, « Assessment of the biological properties of human split skin allografts disinfected with peracetic acid and preserved in glycerol », *Burns*, vol. 29, n° 6, p. 515-525, sept. 2003.
- [118] J. A. Clarke, « HIV transmission and skin grafts », *Lancet*, vol. 1, n° 8539, p. 983, avr. 1987.
- [119] G. P. Kealey, J. Aguiar, R. W. Lewis, M. D. Rosenquist, R. G. Strauss, et J. F. Bale, « Cadaver skin allografts and transmission of human cytomegalovirus to burn patients », *J Am Coll Surg*, vol. 182, n° 3, p. 201-205, mars 1996.

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.





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 اختياري ومقسما بالله.

والله على ما أقول شهيد



المملكة المغربية
جامعة محمد الخامس بالرباط
كلية الطب والصيدلة
الرباط



أطروحة رقم : 189

سنة : 2023

بنك الجلد: دوره بجراحة التجميل وجراحة الحروق

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : / / 2023

من طرف
السيدة مريم شوقي

طبيبة داخلية سابقة بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

لنيل دبلوم
دكتور في الطب

الكلمات الأساسية : زراعة الجلد؛ بنك الجلد؛ حرق؛ التبرع بالأعضاء

أعضاء لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة	السيد كريم عبابو
مدير الأطروحة	أستاذ في الجراحة التجميلية والترميمية السيد عبد الحفيظ أشبوق
عضو	أستاذ في الجراحة التجميلية والترميمية السيد جلال حمامة
عضو	أستاذ في أمراض الفم وجراحة الوجه والفكين السيد أمين خالص
عضو	أستاذ في الجراحة التجميلية والترميمية السيد جواد حفيظي
	أستاذ في الجراحة التجميلية والترميمية