



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

DUROURE Frédéric

le 13 octobre 2000

LA RECONSTRUCTION OSSEUSE A LA FACE

**Revue des particularités et des procédés,
synthèse des indications**

Examineurs de la thèse :

Monsieur M. STRICKER	Professeur	Président
Monsieur J.F. CHASSAGNE	Professeur	}
Monsieur Y. RAULO	Professeur	
Monsieur F. DAP	Professeur	} Juges
Monsieur C. STRICKER	Docteur en Médecine	



3467 - all 181-19



THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

DUROURE Frédéric

le 13 octobre 2000

LA RECONSTRUCTION OSSEUSE A LA FACE

Revue des particularités et des procédés,

synthèse des indications

Examineurs de la thèse :

Monsieur M. STRICKER	Professeur		Président
Monsieur J.F. CHASSAGNE.	Professeur	}	
Monsieur Y. RAULO	Professeur	}	
Monsieur F. DAP	Professeur	}	Juges
Monsieur C. STRICKER	Docteur en Médecine	}	

UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ, NANCY 1

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université : Professeur Claude BURLET

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Jacques ROLAND

Vice-Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Hervé VESPIGNANI

Asseseurs

du 1er Cycle :

du 2ème Cycle :

du 3ème Cycle :

de la Vie Facultaire :

Mme le Docteur Chantal KOHLER

Mme le Professeur Michèle KESSLER

Mr le Professeur Jacques POUREL

Mr le Professeur Philippe HARTEMANN

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ - Professeur Jean-Bernard DUREUX

Professeur Georges GRIGNON - Professeur François STREIFF

PROFESSEURS HONORAIRES

Louis PIERQUIN - Etienne LEGAIT - Jean LOCHARD - René HERBEUVAL - Gabriel FAIVRE - Jean-Marie FOLIGUET

Guy RAUBER - Paul SADOUL - Raoul SENAULT - Pierre ARNOULD - Roger BENICHOX - Marcel RIBON

Jacques LACOSTE - Jean BEUREY - Jean SOMMELET - Pierre HARTEMANN - Emile de LAVERGNE

Augusta TREHEUX - Michel MANCIAUX - Paul GUILLEMIN - Pierre PAYSANT

Jean-Claude BURDIN - Claude CHARDOT - Jean-Bernard DUREUX - Jean DUHEILLE - Jean-Pierre GRILLIAT

Pierre LAMY - François STREIFF - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ

Pierre ALEXANDRE - Robert FRISCH - Jean GROSDIDIER - Michel PIERSON - Jacques ROBERT

Gérard DEBRY - Georges GRIGNON - Pierre TRIDON - Michel WAYOFF - François CHERRIER - Oliéro GUERCI

Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Jean PREVOT - Pierre BERNADAC - Jean FLOQUET

Alain GAUCHER - Michel LAXENAIRE - Michel BOULANGE - Michel DUC - Claude HURIET - Pierre LANDES

Alain LARCAN - Gérard VAILLANT - Max WEBER

=====
**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS -
PRATICIENS HOSPITALIERS**

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42ème Section : SCIENCES MORPHOLOGIQUES

1ère sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Michel RENARD - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Pierre LASCOMBES - Professeur Marc BRAUN

2ème sous-section : (*Histologie, Embryologie, Cytogénétique*)

Professeur Hubert GERARD - Professeur Bernard FOLIGUET - Professeur Bruno LEHEUP

3ème sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Adrien DUPREZ - Professeur François PLENAT

Professeur Jean-Michel VIGNAUD - Professeur Eric LABOUYRIE

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1ère sous-section : (*Biophysique et traitement de l'image*)

Professeur Alain BERTRAND - Professeur Gilles KARCHER - Professeur Pierre-Yves MARIE

2ème sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur Jean-Claude HOEFFEL - Professeur Luc PICARD - Professeur Denis REGENT

Professeur Michel CLAUDON - Professeur Serge BRACARD - Professeur Alain BLUM

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : (*Biochimie et Biologie Moléculaire*)

Professeur Pierre NABET - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Francine NABET

Professeur Jean-Louis GUEANT

2ème sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre MALLIE

Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur François MARCHAL - Professeur Philippe HAOUZI

3ème sous-section : (*Biologie cellulaire*)

Professeur Claude BURLET

4ème sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER

45ème Section : MICROBIOLOGIE ET MALADIES TRANSMISSIBLES

1ère sous-section : (*Bactériologie, Virologie-Hygiène*)

Professeur Alain LE FAOU

2ème sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Professeur Bernard FORTIER

3ème sous-section : (*Maladies infectieuses - maladies tropicales*)

Professeur Philippe CANTON - Professeur Alain GERARD - Professeur Thierry MAY

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE

1ère sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Jean-Pierre DESCHAMPS - Professeur Philippe HARTEMANN

Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

2ème sous-section : (*Médecine du travail et des risques professionnels*)

Professeur Guy PETIET

3ème sous-section : (*Médecine légale*)

Professeur Henry COUDANE

4ème sous-section (*Biostatistiques et informatique médicale*)

Professeur Bernard LEGRAS - Professeur François KOHLER

47ème Section : HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE, TRANSFUSION, CANCÉROLOGIE ET GÉNÉTIQUE

1ère sous-section : (*Hématologie*)

Professeur Christian JANOT - Professeur Thomas LECOMPTE - Professeur Pierre BORDIGONI -

Professeur Pierre LEDERLIN

(*Génie biologique et médical*)

Professeur J.François STOLTZ

2ème sous-section : (*Cancérologie*)

Professeur François GUILLEMIN - Professeur Thierry CONROY

(*Radiothérapie*)

Professeur Pierre BEY

3ème sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Gilbert FAURE - Professeur Marie-Christine BENE

4ème sous-section : (*génétiq*ue)

Professeur Philippe JONVEAUX

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, PHARMACOLOGIE, RÉANIMATION ET THÉRAPEUTIQUE

1ère sous-section : (*Anesthésiologie et réanimation chirurgicale*)

Professeur Marie-Claire LAXENAIRE - Professeur Claude MEISTELMAN - Professeur Dan LONGROIS

2ème sous-section : (*Réanimation médicale*)

Professeur Alain LARCAN - Professeur Henri LAMBERT - Professeur Nicolas DELORME

Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT

3ème sous-section : (*Pharmacologie fondamentale, Pharmacologie clinique*)

Professeur René-Jean ROYER - Professeur Patrick NETTER - Professeur Pierre GILLET

4ème sous-section : (*Thérapeutique*)

Professeur François PAILLE - Professeur Gérard GAY - Professeur Faiez ZANNAD

49ème Section : PATHOLOGIE NERVEUSE, PATHOLOGIE MENTALE et RÉÉDUCATION

1ère sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Michel WEBER - Professeur Gérard BARROCHE - Professeur Hervé VESPIGNANI

2ème sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Henri HEPNER - Professeur Jean-Claude MARCHAL - Professeur Jean AUQUE

3ème sous-section : (*Psychiatrie d'adultes*)

Professeur Jean-Pierre KAHN

4ème sous-section : (*Pédopsychiatrie*)

Professeur Colette VIDAILHET - Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC

5ème sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean-Marie ANDRE

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeur Jacques POUREL - Professeur Isabelle VALCKENAERE

2ème sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Daniel SCHMITT - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Daniel MOLE

Professeur Didier MAINARD

3ème sous-section : (*Dermato-vénérologie*)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4ème sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique*)

Professeur Michel MERLE - Professeur François DAP

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-PULMONAIRE et VASCULAIRE

1ère sous-section : (*Pneumologie*)

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Jean-Marie POLU - Professeur Yves MARTINET

Professeur Jean-François CHABOT

2ème sous-section : (*Cardiologie et maladies vasculaires*)

Professeur Etienne ALIOT - Professeur Nicolas DANCHIN - Professeur Yves JUILLIERE - Professeur Nicolas SADOUL

3ème sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)

Professeur Pierre MATHIEU - Professeur Jacques BORRELLY - Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

Professeur Jean-Pierre CARTEAUX

4ème sous-section : (*Chirurgie vasculaire*)

Professeur Gérard FIEVE

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1ère sous-section : (*Hépatologie, gastro-entérologie*)

Professeur Pierre GAUCHER - Professeur Marc-André BIGARD

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

2ème sous-section : (*Chirurgie digestive*)

3ème sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Michèle KESSLER - Professeur Dominique HESTIN (Mme)

4ème sous-section : (*Urologie*)

Professeur Philippe MANGIN - Professeur Jacques HUBERT

**53ème Section : MÉDECINE INTERNE et CHIRURGIE GÉNÉRALE
MÉDECINE ET CHIRURGIE EXPÉRIMENTALE**

1ère sous-section : (*Médecine interne*)

Professeur Gilbert THIBAUT - Professeur Francis PENIN

Professeur Denise MONERET-VAUTRIN

Professeur Jean DE KORWIN KROKOWSKI - Professeur Pierre KAMINSKY

2ème sous-section : (*Chirurgie générale*)

Professeur Patrick BOISSEL - Professeur Laurent BRESLER

**54ème Section : PATHOLOGIE DE L'ENFANT, OBSTÉTRIQUE, SYSTÈME ENDOCRINIEN
REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT**

1ère sous-section : (*Pédiatrie*)

Professeur Paul VERT - Professeur Danièle SOMMELET - Professeur Michel VIDAILHET - Professeur Pierre MONIN

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER

2ème sous-section : (*Chirurgie infantile*)

Professeur Michel SCHMITT - Professeur Gilles DAUTEL

3ème sous-section : (*Gynécologie et obstétrique*)

Professeur Michel SCHWEITZER - Professeur Jean-Louis BOUTROY

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Patricia BARBARINO

4ème sous-section : (*Endocrinologie et maladies métaboliques*)

Professeur Jacques LECLERE - Professeur Pierre DROUIN - Professeur Georges WERYHA

5ème sous-section : (*Biologie du développement et de la reproduction*)

55ème Section : SPÉCIALITÉS MÉDICO-CHIRURGICALES

1ère sous-section : (*Oto-rhino-laryngologie*)

Professeur Claude SIMON - Professeur Roger JANKOWSKI

2ème sous-section : (*Ophthalmologie*)

Professeur Antoine RASPILLER - Professeur Jean-Luc GEORGE - Professeur Jean-Paul BERROD

3ème sous-section : (*Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale*)

Professeur Michel STRICKER - Professeur Jean-François CHASSAGNE

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

27ème section : INFORMATIQUE

Professeur Jean-Pierre MUSSE

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Daniel BURNEL

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ

Hygiène et santé publique

Professeur Roland SCHULZE-ROBBECKE

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42ème Section : SCIENCES MORPHOLOGIQUES

1ère sous-section : (*Anatomie*)

Docteur Bruno GRIGNON

2ème sous-section : (*Histologie, Embryologie, cytogénétique*)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER - Docteur Edouard BARRAT - Docteur Jean-Claude GUEDENET

Docteur Françoise TOUATI - Docteur Chantal KOHLER

3ème sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Docteur Yves GRIGNON - Docteur Béatrice MARIE

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE
1ère sous-section : (*Biophysique et traitement de l'image*)
Docteur Marie-Hélène LAURENS - Docteur Jean-Claude MAYER
Docteur Pierre THOUVENOT - Docteur Jean-Marie ESCANYE - Docteur Amar NAOUN

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)
Docteur Marie-André GELOT - Docteur Xavier HERBEUVAL - Docteur Jean STRACZEK
Docteur Sophie FREMONT - Docteur Isabelle GASTIN - Dr Bernard NAMOUR
2ème sous-section : (*Physiologie*)
Docteur Gérard ETHEVENOT - Docteur Nicole LEMAU de TALANCE - Christian BEYAERT

45ème Section : MICROBIOLOGIE ET MALADIES TRANSMISSIBLES

1ère sous-section : (*Bactériologie, Virologie-Hygiène*)
Docteur Francine MORY - Docteur Michèle WEBER - Docteur Christine LION
Docteur Michèle DAILLOUX
2ème sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)
Docteur Marie-France BIAVA - Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE

1ère sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

47ème Section : HÉMATOLOGIE, CANCÉROLOGIE, IMMUNOLOGIE ET GÉNÉTIQUE

1ère sous-section : (*Hématologie*)
Docteur Jean-Claude HUMBERT - Docteur François SCHOONEMAN
3ème sous-section : (*Immunologie*)
Docteur Marie-Nathalie SARDA
4ème sous-section : (*Génétique*)

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, PHARMACOLOGIE, RÉANIMATION ET THÉRAPEUTIQUE

1ère sous-section : (*Anesthésiologie et réanimation chirurgicale*)
Docteur Jacqueline HELMER - Docteur Gérard AUDIBERT
3ème sous-section : (*Pharmacologie fondamentale - Pharmacologie clinique*)
Docteur Françoise LAPICQUE - Docteur Marie-José ROYER-MORROT
Docteur Damien LOEUILLE

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

19ème section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Michèle BAUMANN.

32ème section : CHIMIE ORGANIQUE, MINÉRALE, INDUSTRIELLE

Monsieur Jean-Claude RAFT

40ème section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-Yves JOUZEAU

-----6-----

60ème section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE
Monsieur Alain DURAND

64ème section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Madame Marie-Odile PERRIN - Mademoiselle Marie-Claire LANHERS

65ème section : BIOLOGIE CELLULAIRE
Mademoiselle Françoise DREYFUSS - Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Anne GERARD
Madame Ketsia HESS - Monsieur Pierre TANKOSIC - Monsieur Hervé MEMBRE

67ème section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE
Madame Nadine MUSSE

68ème section : BIOLOGIE DES ORGANISMES
Madame Tao XU-JIANG

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale
Docteur Gilbert ALIN
Docteur Louis FRANCO

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Georges GRIGNON - Professeur Claude PERRIN
Professeur Jean PREVOT - Professeur Michel MANCIAUX - Professeur Jean-Pierre GRILLIAT
Professeur Michel PIERSON - Professeur Alain GAUCHER - Professeur Michel BOULANGE
Professeur Alain LARCAN - Professeur Michel DUC - Professeur Michel WAYOFF

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)
Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
*Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des
Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)*

A ma femme, Sandrine,

Ta force, ta patience, ta compréhension, ton soutien, sont autant de qualités qui font de toi l'élue de mon cœur.

A ma fille Clara,

Cadeau de la vie, tu es une joie quotidienne.

A ma mère, à mon père, à Hélène, Denis et Aelyse,

Comment vous exprimer toute ma gratitude et mon affection.

Vous avez su guider mes pas, ma reconnaissance et mon attachement sont immenses.

A toute ma famille

A ma belle-famille,

Pour son accueil chaleureux et son soutien.

**A Monsieur Le Professeur M. STRICKER,
Professeur de Stomatologie et de chirurgie Maxillo-Faciale,**

C'est un véritable privilège de vous avoir pour Maître, tant la perfection de vos analyses, l'étendue incommensurable de vos connaissances, l'élégance et la rigueur de votre technique chirurgicale, constituent pour tous vos élèves une référence.

Vous nous faites l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse et d'être l'instigateur de ce travail illustré par votre riche iconographie.

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

**A Monsieur Le Professeur J.F. CHASSAGNE,
Professeur de Stomatologie et de chirurgie Maxillo-Faciale,**

Nous rendons hommage à votre compétence ainsi qu'à l'ampleur de vos connaissances. En travaillant à vos côtés, nous avons pu apprécier votre humour et votre bonne humeur communicative.

Soyez assuré de toute notre gratitude et de notre profond respect.

**A Monsieur Le Professeur Y. RAULO,
Professeur de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique,**

Votre maîtrise de la chirurgie plastique, votre compétence méticuleuse, votre modestie forcent notre admiration.

La disponibilité et la richesse de votre enseignement au quotidien, ont fait du semestre passé dans votre service une chance inoubliable.

Ce travail que vous nous faites l'honneur de juger est pour nous l'occasion de vous exprimer notre reconnaissance et notre profond respect.

**A Monsieur Le Professeur F. DAP,
Professeur de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique,**

Nous avons admiré votre connaissance et votre maîtrise de la chirurgie de la main. Nous tenons à vous remercier pour la qualité et la rigueur d'enseignement qui caractérise ce centre de référence.

Soyez assuré de notre profond respect.

A Monsieur Le Docteur Christophe STRICKER,

Tu as été un Chef de Clinique compétent, dynamique, attentif à la formation des internes.

Tu es devenu un ami avec qui je me fais une joie de travailler.

En témoignage de toute ma reconnaissance.

A Tous nos Maîtres d'internat

Monsieur le Professeur J. BARUCH

Monsieur le Professeur A. BELLAVOIR

Monsieur le Professeur J.L. CARIOU

Monsieur le Professeur J.F. CHASSAGNE

Monsieur le Professeur F. DAP

Monsieur le Professeur G.DAUTEL

Monsieur le Professeur M. MERLE

Monsieur le Professeur G. PAYEMENT

Monsieur le Professeur M. STRICKER

Monsieur le Professeur Y. RAULO

Monsieur le Docteur L. LANTIERY

Monsieur le Docteur M. MELEY

A Jean-Pascal et Etienne

A tous mes collègues d'internat

A tous mes amis

SERMENT

"Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque".

TABLE DES MATIERES

- INTRODUCTION *page 26*

- *Chapitre I : ORGANISATION ET BIOLOGIE DU TISSU OSSEUX*
 - I. Organisation macroscopique de l'os *page 29*
 - II. Organisation microscopique du tissu osseux *page 30*
 - III. Organisation cellulaire au sein de la matrice osseuse : les ostéocytes *page 31*
 - IV. La formation osseuse : l'ostéoblaste *page 31*
 - V. La résorption osseuse : l'ostéoclaste *page 32*
 - VI. Le remodelage osseux *page 32*

- *Chapitre II : LE PARTICULARISME FACIAL*
 - I. Ostéoarchitecture du massif facial *page 35*
 - A. L'étage supérieur *page 35*
 - B. L'étage moyen *page 37*
 - 1) Les piliers verticaux *page 37*
 - 2) Les entretoises horizontales *page 41*
 - 3) Le système des « caissons » *page 41*
 - C. L'étage mandibulaire *page 41*
 - D. Les courbures *page 43*

II.	Présence de cavités septiques	<i>page 46</i>
III.	Particularités de la vascularisation faciale	<i>page 47</i>
IV.	Les barrières cutanées et muqueuses	<i>page 47</i>

• **Chapitre III : CONDITIONS D'INCORPORATION DES GREFFES OSSEUSES A LA FACE**

I.	Le site receveur	<i>page 49</i>
	A. L'état local	<i>page 50</i>
	B. Les contraintes mécaniques	<i>page 50</i>
	C. La topographie	<i>page 51</i>
II.	Les greffes osseuses	<i>page 51</i>
	A. La composition histologique	<i>page 51</i>
	1) Aspects histologiques	<i>page 52</i>
	2) Résistance mécanique	<i>page 52</i>
	B. Le périoste	<i>page 53</i>
	C. La dimension du greffon osseux	<i>page 54</i>
	D. La qualité de prise de greffe	<i>page 54</i>
	E. L'origine embryologique	<i>page 55</i>
III.	Mise en place de la greffe osseuse	<i>page 56</i>
	A. Le contact greffon-lit receveur	<i>page 57</i>
	B. L'orientation de la greffe osseuse	<i>page 57</i>
	C. La fixation de la greffe osseuse	<i>page 57</i>
IV.	Particularités des transplants osseux vascularisés	<i>page 58</i>

• *Chapitre IV : LES AUTOGREFFES OSSEUSES CLASSIQUES*

I.	Les sites donneurs des autogreffes osseuses	<i>page 60</i>
II.	La crête iliaque	<i>page 61</i>
	A. Considérations anatomiques	<i>page 61</i>
	1) L'os iliaque	<i>page 61</i>
	2) Les structures nerveuses de voisinage	<i>page 62</i>
	B. Techniques de prélèvement	<i>page 65</i>
	1) La crête iliaque antérieure	<i>page 65</i>
	2) La crête iliaque postérieure	<i>page 69</i>
	C. Complications	<i>page 70</i>
	D. Applications cliniques	<i>page 73</i>
III.	La voûte crânienne	<i>page 78</i>
	A. Considérations anatomiques	<i>page 78</i>
	B. Techniques de prélèvement	<i>page 82</i>
	1) Prélèvement de table externe	<i>page 82</i>
	2) Prélèvements de pleine épaisseur	<i>page 88</i>
	3) La fosse temporale	<i>page 88</i>
	C. Complications	<i>page 91</i>
	1) Complications mineures	<i>page 91</i>
	2) Complications graves	<i>page 93</i>
	3) Revue de la littérature	<i>page 93</i>
	D. Applications cliniques	<i>page 94</i>

IV.	Le site donneur costal	<i>page 97</i>
	A. Rappel anatomique	<i>page 97</i>
	B. Valeurs biologiques et mécaniques du greffon costal	<i>page 97</i>
	C. Le prélèvement costal	<i>page 99</i>
	1) Prélèvement d'une seule côte	<i>page 99</i>
	2) Prélèvement de plusieurs côtes	<i>page 101</i>
	3) Prélèvement d'une moitié externe de côte	<i>page 101</i>
	4) Préparation et utilisation du greffon costal	<i>page 101</i>
	D. Complications	<i>page 102</i>
	1) Complications précoces	<i>page 102</i>
	2) Complications tardives	<i>page 102</i>
	E. Applications cliniques	<i>page 103</i>
V.	La mandibule	<i>page 107</i>
	A. Techniques de prélèvement	<i>page 107</i>
	1) La branche horizontale	<i>page 107</i>
	2) La symphyse	<i>page 107</i>
	3) L'apophyse coronoïde	<i>page 110</i>
	B. Complications	<i>page 110</i>
	C. Applications cliniques	<i>page 110</i>
VI.	Le site donneur tibial	<i>page 112</i>
	A. Techniques de prélèvement	<i>page 112</i>
	1) Voie d'abord externe	<i>page 112</i>
	2) Voie d'abord interne	<i>page 112</i>
	B. Morbidité-complications	<i>page 114</i>

VII.	Le site donneur olécranien	<i>page 115</i>
VIII.	La mastoïde	<i>page 115</i>
	A. Rappel anatomique	<i>page 115</i>
	B. Technique de prélèvement	<i>page 116</i>
• <i>Chapitre V : LES TRANSPLANTS OSSEUX PEDICULES OU ASSISTES</i>		
I.	Le transplant osseux vascularisé temporo-pariétal	<i>page 118</i>
	A. Anatomie topographique	<i>page 120</i>
	1) L'os pariétal	<i>page 120</i>
	2) Les parties molles	<i>page 120</i>
	B. Les transplants d'os pariétal vascularisés	<i>page 123</i>
	1) Le lambeau ostéo-fasciomusculaire de pariétal	<i>page 123</i>
	2) Le lambeau ostéo-musculaire de pariétal	<i>page 124</i>
	3) Le lambeau fascio-osseux pédiculé sur le fascia innominé	<i>page 124</i>
	4) Le lambeau fascio-osseux pédiculé sur le fascia temporal superficiel	<i>page 125</i>
	C. Complications	<i>page 126</i>
	D. Applications cliniques	<i>page 126</i>
II.	Le transplant osseux vascularisé occipito-pariétal	<i>page 129</i>
	A. Anatomie chirurgicale	<i>page 129</i>
	B. Technique chirurgicale	<i>page 131</i>
	C. Applications cliniques	<i>page 132</i>
III.	Le lambeau sterno-claviculaire	<i>page 135</i>

IV.	Le lambeau platysmo-mandibulaire	<i>page 135</i>
V.	Le lambeau ostéo-musculocutané de grand pectoral	<i>page 136</i>
VI.	Le lambeau ostéo-musculocutané de grand dorsal	<i>page 136</i>
VII.	Le lambeau ostéo-musculocutané de trapèze	<i>page 137</i>

- *Chapitre VI* : LES TRANSPLANTS LIBRES OSSEUX REVASCULARISES

I.	Le transplant libre osseux revascularisé de péroné	<i>page 140</i>
II.	Le transplant libre osseux revascularisé de crête iliaque	<i>page 144</i>
III.	Le transplant libre osseux revascularisé de scapula	<i>page 148</i>
IV.	Le transplant libre osseux revascularisé costal	<i>page 149</i>
V.	Le transplant libre osseux revascularisé de 2° métatarsien	<i>page 150</i>
VI.	Le transplant libre osseux revascularisé de radius	<i>page 151</i>
VII.	Le transplant libre osseux revascularisé de condyle fémoral interne	<i>page 153</i>
VIII.	Le transplant libre osseux revascularisé huméral	<i>page 154</i>

- *Chapitre VII* : LES GREFFONS CARTILAGINEUX

I.	La greffe cartilagineuse autologue	<i>page 157</i>
	A. Biologie	<i>page 158</i>
	B. Prélèvements des autogreffes cartilagineuses	<i>page 158</i>
	1) Le prélèvement costal	<i>page 158</i>
	2) Le cartilage auriculaire	<i>page 159</i>
	3) Le cartilage nasal	<i>page 160</i>
	4) Modelage et mise en place du greffon	<i>page 160</i>

C.	Applications cliniques	<i>page 160</i>
II.	Les allo et xéno greffes cartilagineuses	<i>page 162</i>
A.	Allogreffes de cartilage costal irradié	<i>page 162</i>
B.	Cartilage lyophilisé allo ou xénogénique	<i>page 162</i>
•	Chapitre VIII : LES TRANSPLANTATIONS PERIOSTEEES	
I.	La greffe périostée	<i>page 165</i>
II.	Les lambeaux périostés	<i>page 170</i>
•	Chapitre IX : LA STIMULATION DE L'OSTEOGENESE	
I.	La distraction osseuse à la face	<i>page 173</i>
A.	La distraction mandibulaire	<i>page 174</i>
B.	La distraction maxillaire	<i>page 175</i>
II.	La régénération osseuse guidée	<i>page 179</i>
•	Chapitre X : LES BIOMATERIAUX EN RECONSTRUCTION OSSEUSE	
I.	Comportement du biomatériau	<i>page 182</i>
A.	Biocompatibilité et biofonctionnalité	<i>page 183</i>
1)	Propriétés du matériau	<i>page 183</i>
2)	Les contraintes biologiques	<i>page 184</i>
B.	Comportement de l'interface dans le temps	<i>page 184</i>
1)	Analyses du comportement	<i>page 184</i>
2)	La réponse tissulaire	<i>page 185</i>

II.	Evaluation d'un nouveau biomatériau	<i>page 186</i>
	A. Evaluation locale	<i>page 186</i>
	B. Evaluation à distance	<i>page 186</i>
	C. Phases d'évaluation	<i>page 186</i>
III.	Les règles chirurgicales	<i>page 187</i>

- *Chapitre XI : LES SUBSTITUTS OSSEUX D'ORIGINE OSSEUSE*

I.	Les allogreffes osseuses	<i>page 190</i>
	A. Les allogreffes cryoconservées	<i>page 191</i>
	B. L'os de banque lyophilisé	<i>page 192</i>
	C. Les allogreffes radio-stérilisées	<i>page 192</i>
	D. Applications cliniques	<i>page 193</i>
II.	Les xénogreffes	<i>page 193</i>

- *Chapitre XII : LES SUBSTITUTS OSSEUX D'ORIGINE NON OSSEUSE*

I.	L'hydroxyapatite	<i>page 197</i>
	A. Composition	<i>page 197</i>
	B. Fabrication	<i>page 197</i>
	C. Propriétés	<i>page 197</i>
	D. Présentation	<i>page 198</i>
	E. Applications cliniques	<i>page 199</i>
II.	Le Bone Source® : ciment d'hydroxyapatite	<i>page 201</i>
	A. Composition chimique et propriétés	<i>page 201</i>
	B. Applications cliniques humaines	<i>page 202</i>
	C. Technique de préparation	<i>page 205</i>

III.	Les céramiques de phosphate tricalcique et autres céramiques biorésorbables	<i>page 206</i>
	A. Les céramiques de phosphate tricalcique	<i>page 206</i>
	B. Les céramiques biphasées	<i>page 206</i>
IV.	Céramique et collagène	<i>page 207</i>
V.	Le corail	<i>page 208</i>
	A. Historique	<i>page 208</i>
	B. Rappel zoologique	<i>page 208</i>
	C. Architecture corallienne	<i>page 209</i>
	D. Composition chimique	<i>page 209</i>
	E. Expérimentations animales	<i>page 210</i>
	F. Applications cliniques chez l'homme	<i>page 212</i>
	G. Méthodes générales d'utilisation	<i>page 213</i>
VI.	Le BOP®	<i>page 219</i>
VII.	Les matériaux ostéo-inducteurs	<i>page 220</i>
	A. Les facteurs ostéo-inducteurs	<i>page 220</i>
	B. Les lignées cellulaires ostéogènes	<i>page 221</i>

• *Chapitre XIII : AUTRES BIOMATERIAUX UTILISES EN RECONSTRUCTION OSSEUSE FACIALE*

I.	Les silicones	<i>page 226</i>
	A. Propriétés des silicones	<i>page 226</i>
	B. Applications cliniques	<i>page 227</i>
II.	Le Gore-Tex®	<i>page 231</i>
	A. Composition-propriétés	<i>page 231</i>
	B. Applications cliniques	<i>page 232</i>

III.	Le polyméthacrylate de méthyle	page 234
	A. Historique	page 234
	B. Propriétés-réactions biologiques	page 234
	C. Effets secondaires-complications	page 235
	D. Applications cliniques	page 235

- *Chapitre XIV*: INDICATIONS EN RECONSTRUCTION OSSEUSE A LA FACE

I.	La reconstruction frontale	page 242
II.	La reconstruction orbitaire	page 246
III.	La reconstruction malaire	page 249
IV.	La reconstruction osseuse nasale	page 251
V.	La reconstruction maxillaire	page 253
	A. Etiologies	page 253
	B. Retentissement fonctionnel et morphologique	page 253
	C. Classifications	page 254
	D. Indications	page 257
VI.	La reconstruction mandibulaire	page 259
	A. Etiologies	page 259
	B. Retentissement fonctionnel et morphologique	page 260
	C. Classification	page 261
	D. Indications	page 262
	E. Reconstruction de l'ATM	page 265
	F. Reconstruction de l'os alvéolaire	page 266

- CONCLUSION page 272

- BIBLIOGRAPHIE page 274



La reconstruction osseuse à la face constitue un problème fascinant qui a suscité toute la préoccupation et la créativité de nombreux chirurgiens. Elle demande une approche spécifique en raison du polymorphisme structural, de la proximité de cavités septiques, des contraintes de mise en charge dans le secteur soumis aux forces des muscles masticateurs. La grande richesse vasculaire est propice à la réussite chirurgicale.

Les multiples moyens mis en œuvre témoignent du libre cours de l'imagination des chirurgiens, dont chaque époque a bénéficié des progrès technologiques.

Dès la période précolombienne des plaques d'or étaient utilisées en reconstruction crânienne. A la fin du XVIII^e siècle, un chirurgien Hollandais, VAN MEEK'REN réalise une xéno greffe de crâne de chien pour combler une perte de substance crânienne d'un soldat. La greffe aurait été retiré à la demande du soldat, celui-ci craignant d'être excommunié. En 1820, VON WALTER remet en place un fragment de crâne trépané. Au XIX^e siècle, OLLIER un chirurgien de Lyon, utilise des lambeaux ostéopériostés frontaux en reconstruction nasale. En 1875, James HARDIE utilise la peau et les os d'un cinquième doigt pour reconstruire un nez. KÖNIG en 1886, réalise un lambeau ostéocutané frontal dans une rhinopoièse. ISRAËL en 1896, réalise une reconstruction nasale par lambeau frontal avec une greffe osseuse d'origine tibiale.

Au début du XX^e siècle, les travaux d'ALBEE sur les greffes osseuses font étendre les applications cliniques. MACEWEN en 1912 utilise la côte en reconstruction mandibulaire, KAPIS en 1915 recouvre une perte de substance crânienne par des fragments de côtes.

Les allogreffes se développent à partir des années 1940 sous l'impulsion de BUSH et WILSON, avec la création des premières banques d'os. Les xéno greffes non traitées sont abandonnées par OLLIER dès la fin du XIX^e siècle. Les xéno greffes traitées ont leurs heures de gloire dans les années 1950 avec l'os de Kiel, qui est délaissé par la suite.

Si les transplants osseux pédiculés sur un muscle, la peau ou un système artério-veineux sont utilisés de longue date, il faut attendre les travaux expérimentaux d'ÖSTRUP et FREDRICKSON en 1974, pour juger de l'intérêt des transplants osseux libres revascularisés.

En 1975, TAYLOR réalise le premier lambeau libre osseux, ouvrant ainsi la voie à la microchirurgie en reconstruction osseuse.

Dans les années 1950, un chirurgien russe, ILIZAROV, démontre qu'une traction sous contrainte contrôlée mécaniquement, permet la régénération osseuse d'une manière reproductible et mesurable. Les applications de cette technique à la face commencèrent au début des années 1990.

A partir des années 1970, de nombreux substituts osseux apparaissent tels l'hydroxyapatite et ses dérivés, le corail, dont la finalité est le remplacement de la greffe osseuse, supprimant ainsi la morbidité d'un prélèvement.

Cette évolution des moyens offre un vaste panel de techniques, permettant de faire face à la majorité des problèmes rencontrés en reconstruction osseuse faciale. Le chirurgien dispose de trois catégories de techniques:

- le remplacement de l'os manquant par un apport osseux autologue prélevé sur un territoire voisin ou éloigné. Il s'agit des greffes osseuses classiques, des transplants osseux pédiculés ou « assistés », des transplants osseux libres revascularisés.
- la stimulation de la production osseuse dans la perte de substance. Ceci est rendu possible par la distraction osseuse, la régénération osseuse guidée, l'utilisation de facteurs de croissance.
- le remplacement de l'os manquant par un biomatériau de substitution à l'os, d'origine osseuse ou non osseuse.

Nous allons aborder successivement l'organisation et la biologie du tissu osseux, les particularités du squelette facial, les conditions d'incorporation des greffes osseuses. Les différents procédés de reconstruction osseuse seront détaillés, avant de préciser les principales indications à la face.

Chapitre I

ORGANISATION ET BIOLOGIE DU TISSU OSSEUX

L'os est un tissu conjonctif spécialisé présentant plusieurs fonctions. Tout d'abord une fonction mécanique, avec un rôle de support et de fixation des muscles. Une fonction de protection pour les organes vitaux et la moelle osseuse. Enfin, un rôle métabolique car il constitue pour l'organisme une réserve d'ions, spécialement en calcium et en phosphore.

Les constituants essentiels de l'os sont les cellules et la matrice extra-cellulaire. Cette dernière est particulièrement abondante, elle est composée de fibres de collagène et d'une substance fondamentale riche en glycosaminoglycanes. Le tissu osseux a pour particularité de se calcifier, cette propriété semblant être en rapport avec les composants non collagéniques de la matrice.

I - ORGANISATION MACROSCOPIQUE DE L'OS

Il existe deux catégories d'os au niveau du squelette. Tout d'abord les os plats provenant de l'ossification de membrane et les os longs issus de l'ossification endochondrale. La différence essentielle entre les deux types d'histogénèse osseuse, est la présence ou l'absence d'une phase intermédiaire cartilagineuse. Le squelette facial proprement dit, provient de l'ossification membraneuse.

La structure osseuse comprend deux composantes :

- une composante corticale qui va remplir essentiellement les fonctions mécaniques,
- une composante spongieuse ou trabéculaire qui va assurer essentiellement la fonction métabolique.

La différence entre l'os cortical et l'os spongieux est à la fois structurelle et fonctionnelle, cependant ils sont composés du même type de cellules et des mêmes éléments matriciels. Les différences structurelles sont essentiellement quantitatives : 80 à 90 % du volume de l'os cortical est calcifié, contre 15 à 50% du volume de l'os trabéculaire.

La répartition de l'os spongieux et de l'os compact dans le massif facial est la suivante :

- l'os spongieux trabéculaire est l'os de la voûte palatine, soutenant les différentes dents. Il entre également dans la constitution de la région centrale de la paroi antérieure du sinus maxillaire, ainsi que dans la constitution de la tubérosité de l'os maxillaire.

- l'os compact haversien constitue la mandibule ainsi que l'architecture du massif facial fixe composée par les piliers canins, maxillomalaires et ptérygoïdiens.
- l'os papyracé est retrouvé au niveau du complexe ethmoïdal, du plancher orbitaire, de la paroi inférieure du sinus frontal. Il ne peut supporter des sollicitations importantes.

Au niveau de l'os, il existe deux surfaces de contact avec les tissus mous : une surface externe périostée et une surface interne endostée. Ces surfaces sont recouvertes par des cellules ostéogéniques disposées en couches : le périoste et l'endoste.

II - ORGANISATION MICROSCOPIQUE DU TISSU OSSEUX : **MATRICE ET MINERAUX**

L'os est formé de substance fondamentale et de fibres de collagène orientées en général selon une direction préférentielle. Des cristaux d'hydroxyapatite en forme de fuseau sont présents dans les fibres de collagène et au sein de la substance fondamentale. Cette dernière est essentiellement composée de protéines hautement glycosylées et de glycosaminoglycanes. Ces protéines et sucres complexes sont supposés jouer un rôle important dans le processus de calcification et de fixation des cristaux d'hydroxyapatites.

L'orientation des fibres de collagène dans l'os adulte alterne d'une couche à l'autre, donnant à cet os une *structure lamellaire* typique. Les lamelles peuvent être parallèles les unes aux autres le long d'une surface plate (os trabéculaire et périoste) ou concentrique si elles sont sécrétées autour d'un tunnel centré sur un vaisseau sanguin (système de Havers). Cette disposition lamellaire résulte d'une disposition de chaque fibre en arche, permettant la plus grande densité théoriquement possible par unité de volume. Cependant lorsque la formation de l'os est très rapide, il n'y a pas d'orientation préférentielle des fibres qui sont sous forme de faisceaux dispersés plus ou moins au hasard : cet os est appelé *os immature*.

III - ORGANISATION CELLULAIRE AU SEIN DE LA MATRICE OSSEUSE : LES OSTEOCYTES

La matrice osseuse calcifiée n'est pas métaboliquement inerte et des cellules, les ostéocytes, sont observées dans l'os au sein de petites lacunes dites ostéocytaires. Ce sont au départ des cellules ostéogéniques (ostéoblastes) emprisonnées dans leur propre sécrétion de matrice osseuse secondairement calcifiée.

Ces cellules jouent un rôle essentiel dans le maintien métabolique du tissu osseux, dans la régulation de la concentration de calcium au niveau du plasma, mais jouent probablement aussi un rôle dans l'activité locale du remaniement osseux.

IV - LA FORMATION OSSEUSE : L'OSTEOBLASTE

L'ostéoblaste est la cellule osseuse de surface responsable de la production des constituants de la matrice (collagène et substance fondamentale) et de sa calcification. Son origine provient d'une cellule mésenchymateuse indifférenciée locale, qui sous l'action d'une stimulation adéquate, prolifère et se différencie en préostéoblaste puis devient un ostéoblaste mature. Ces cellules fonctionnent sous forme d'une bordure monocellulaire. Elles sont toujours le long d'une couche de matrice osseuse, qu'elles sont en train de produire et qui n'est pas encore calcifiée : c'est le tissu ostéoïde. La présence de ce tissu ostéoïde est liée au décalage entre la sécrétion de la matrice et sa calcification secondaire (10 jours). A la fin de la période de sécrétion, certains ostéoblastes se retrouvent emprisonnés dans la matrice et deviennent des ostéocytes, les autres restent à la surface de l'os en couche monocellulaire et lorsqu'ils ne sécrètent plus de manière active, deviennent des cellules bordantes.

V - LA RESORPTION OSSEUSE : L'OSTEOCLASTE

L'ostéoclaste est la cellule osseuse responsable de la résorption. Elle a pour précurseur une cellule du système phagocytaire mononucléaire.

Il s'agit d'une cellule géante multinuclée que l'on observe au contact de la surface osseuse calcifiée dans une lacune (lacune de Howship), résultant de sa propre activité de résorption. L'ostéoclaste synthétise des enzymes lysozymiales et acidifie le compartiment extra-cellulaire de résorption osseuse. Le pH acide dissout les cristaux, exposant la matrice, les enzymes dégradent les composants matriciels aboutissant à la résorption osseuse.

VI - LE REMODELAGE OSSEUX

C'est le processus par lequel l'os se renouvelle, résultant de l'activité des cellules osseuses à la surface de l'os, essentiellement au niveau de la surface endostée.

Il existe deux types de remodelage :

- le remodelage haversien à l'intérieur de la corticale osseuse.
- le remodelage endosté le long de la surface de l'os trabéculaire. Le comportement cellulaire est identique dans les deux cas.

La formation et la résorption osseuse n'ont pas lieu au hasard à la surface de l'os, ces activités appartiennent au mécanisme de renouvellement de l'os âgé par de l'os nouveau. En temps normal la formation osseuse n'intervient qu'après que la résorption ai eu lieu. Sous l'action de certains signaux locaux ou systémiques un groupe de préostéoclastes est activé, prolifère, se différencie, adhère à l'os et fusionne en un ostéoclaste qui dans une zone bien précise, provoque la résorption osseuse. A la fin de cette résorption les ostéoblastes vont apparaître après un certain délai (phase d'inversion) et former de l'os nouveau. C'est la séquence **activation, résorption, formation**. Une fois la matrice formée, on observe un nouveau délai avant la calcification.

Ce remodelage assure le renouvellement osseux, chez un adulte jeune 20% de la masse totale du squelette est renouvelée chaque année. La masse globale du squelette reste donc constante, c'est l'homéostasie.

L'os est un tissu très dynamique, capable de proliférer, de se différencier, de synthétiser, de modifier et de dégrader des molécules complexes, de transporter et de concentrer les ions, de répondre aux stimulations hormonales et mécaniques, de minéraliser et de déminéraliser. Dans l'os les actions coordonnées des cellules suivent la séquence ***activation- résorption- formation-calcification***, essentielle à l'homéostasie du squelette et des sels minéraux, par conséquent à la totalité de l'organisme.

Chapitre II

LE PARTICULARISME FACIAL

La face se situe à la limite des zones d'influence du cerveau et de l'axe viscéral. De par ses caractéristiques architecturales, vasculaires, la présence de cavités septiques et l'existence d'une entité spécifique constituée par l'organe dentaire, elle constitue un site spécifique en restauration osseuse.

I - OSTEOARCHITECTURE DU MASSIF FACIAL

Le massif osseux facial se décompose verticalement en trois étages : un étage supérieur compris entre la ligne d'implantation des cheveux et les sourcils constitué par l'os frontal, un étage moyen compris entre les sourcils et le plan occlusal constitué par un assemblage d'os en mosaïque, enfin un étage inférieur mandibulaire (Fig. 1, p. 36).

Le squelette osseux crânio-facial présente quatre variantes (STRICKER (328)) :

- l'os sous contrainte musculaire, mobile, de l'étage inférieur,
- l'os de charpente, soutien du massif facial et du crâne de l'étage moyen,
- l'os parodontal ou dentaire, spécificité faciale,
- l'os de la boîte crânienne jouant un rôle de protection à la voûte, un rôle de protection et de soutien à la base (Fig.2, p.36).

A - L'ETAGE SUPERIEUR

Compris entre la ligne d'implantation des cheveux et les sourcils, l'étage supérieur est constitué par l'os frontal. Ce segment frontal est séparé du segment orbitonasal par la crête orbitonasale. Cette crête est une épaisse coulée osseuse appelée cintre frontal sus-orbitaire, recevant les sollicitations biomécaniques de la mastication, transmises par les piliers antérieurs et externes en provenance du palais. On peut la considérer comme l'équivalent biomécanique de la mandibule dans le massif facial fixe.

Fig. 1 : Les étages du massif osseux facial.

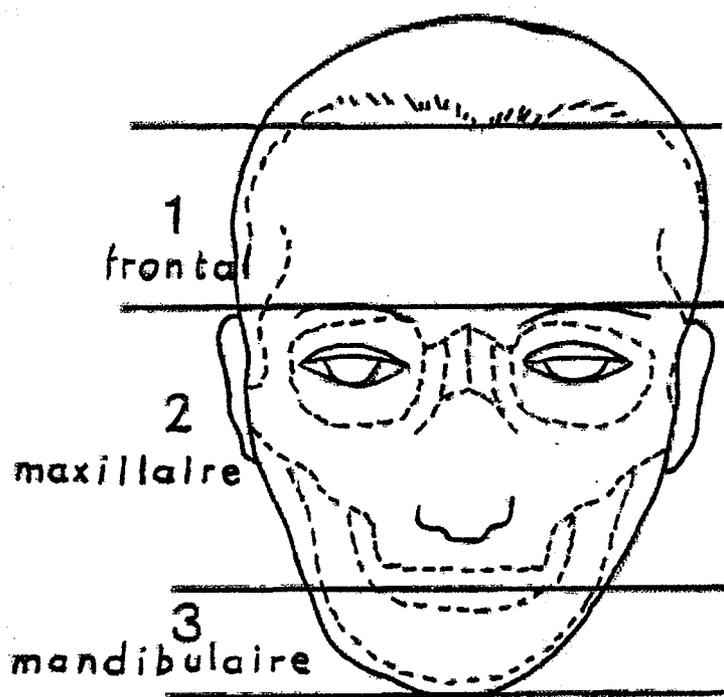
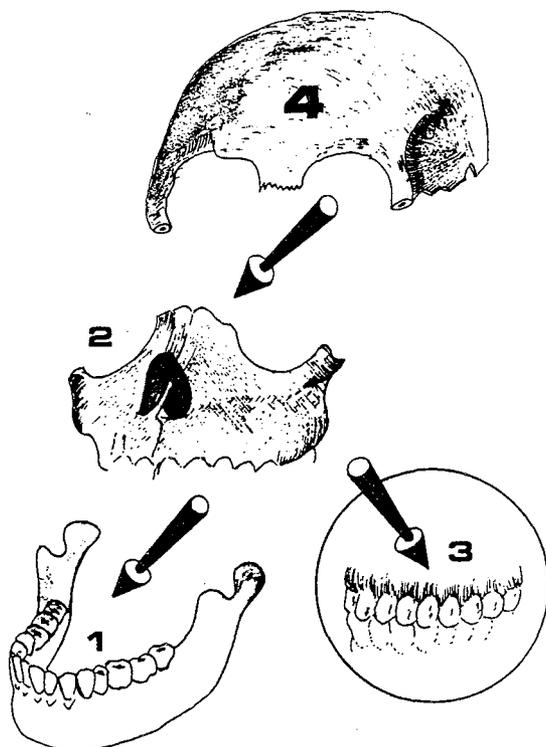


Fig. 2 : Les quatre variantes du squelette facial, d'après STRICKER.



B - L'ETAGE MOYEN

Compris entre les sourcils et le plan occlusal, il s'agit d'un assemblage en mosaïque de 13 os : les os maxillaires, les os malaires, unguis, palatins, les cornets inférieurs, les os propres du nez et le vomer. Tous ces os sont étroitement liés et soudés les uns aux autres, cet ensemble facial est lui-même étroitement uni et solidaire de la base du crâne.

Cette région est creusée de cavités les unes pneumatiques, les autres contenant des organes. Les trois cavités principales sont les cavités orbitaires, les sinus maxillaires et les fosses nasales. Ces différentes cavités sont séparées par des parois osseuses plus ou moins épaisses. Aux jonctions de leurs différentes faces elles sont renforcées par un système d'os plus compacts déterminant les piliers de l'étage moyen. Ces piliers ont été décrits par OMBREDANNE (1909) (243), BENNINGHOFF (1931), WEINMANN et SICHER (1955) (354), COULY (1975) (59, 60).

1 - Les piliers verticaux

Les constatations anatomo-cliniques ainsi que l'étude de la trabéculatation osseuse ont permis à WEINMANN et SICHER (1955) de décrire trois paires de piliers verticaux au niveau de l'étage moyen de la face (Fig. 3 et 4, p. 38). Cette structure trabéculaire osseuse est la réponse structurale du squelette céphalique aux sollicitations biomécaniques qu'il supporte. En effet les sollicitations masticatrices supportées par le maxillaire supérieur sont transmises à la base du crâne et déterminent des lignes de force à grand axe vertical qui se répartissent en système de piliers. Trois piliers naissent au niveau du plateau palatin et se terminent dans la base du crâne.

*** Le pilier canin ou antérieur**

Il naît au niveau de l'alvéole de la canine, suit le bord latéral de l'orifice piriforme, se continue dans la branche montante du maxillaire et se termine à la partie interne du rebord orbitaire supérieur et dans la paroi antérieure épaisse du sinus frontal. Les deux piliers canins constituent la charpente compacte de protection de la fonction nasale et des canaux lacrymo-nasaux. Ils transmettent au cintre frontal sus-orbitaire les sollicitations mécaniques masticatrices verticales du bloc incisivo-canin, captées par l'os spongieux palatin.

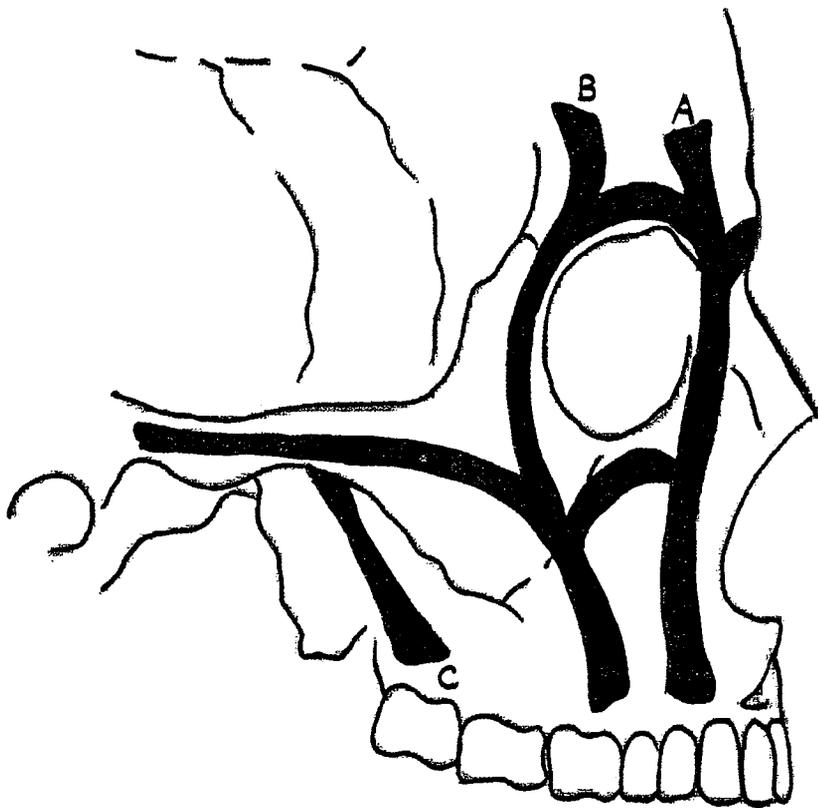
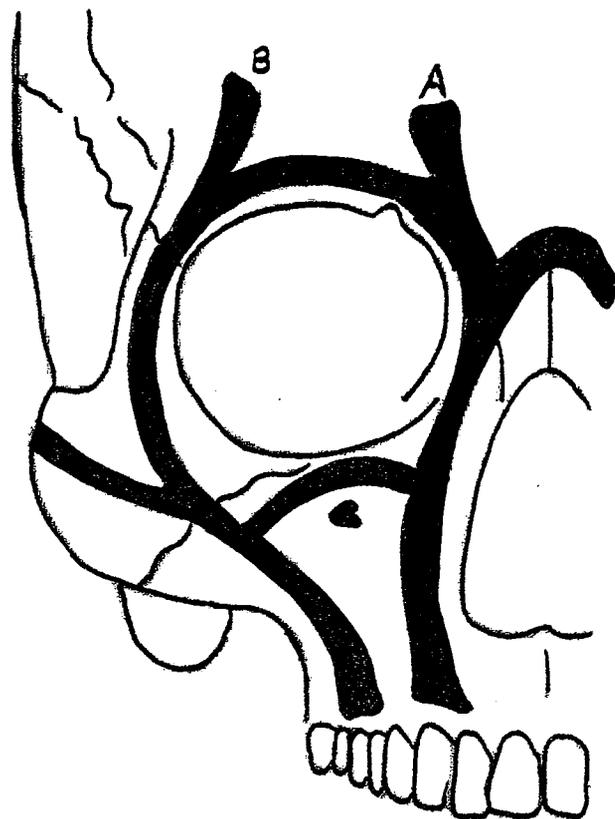


Fig. 3 et 4 : Les piliers de WEINMANN et SICHER.
A : pilier canin, B : pilier malaire, C : pilier ptérygoïdien.



** Le pilier maxillo-malaire ou externe*

Il naît dans la région de la première molaire, forme le bord inférieur de la pyramide du maxillaire, se continue dans le malaire où il se divise en deux branches :

- l'une verticale se continuant par l'apophyse frontale du malaire et l'apophyse orbitaire externe du frontal,
- l'autre horizontale empruntant l'arcade zygomatique et se terminant dans le temporal.

Les piliers externes transmettent au cintre sus-orbitaire les sollicitations mécaniques des blocs molaires captées par la voûte palatine.

** Le pilier ptérygoïdien ou postérieur*

Il naît au niveau de la tubérosité du maxillaire, emprunte l'apophyse pyramidale du palatin puis l'apophyse ptérygoïde et se termine au niveau de son insertion sur le corps du sphénoïde. Le massif facial maxillaire est claveté sur ces piliers symétriques par l'intermédiaire des apophyses pyramidales du palatin. COULY (59) les considère comme les équivalents biomécaniques dans le massif facial fixe de la mandibule.

** Le pilier ou plutôt la lame médiane*

Représentée par le système vomer, lame perpendiculaire de l'éthmoïde qui unit la ligne médiane palatine à l'éthmoïde et au sphénoïde. Il constitue un système profond d'amortissement et de stabilisation (Fig. 5 et 6, p. 40).

** Ces piliers établissent des connections*

- d'un côté à l'autre par des renforts au niveau de la voûte palatine et des os propres du nez,
- avec le système des arcs boutants crâniens,
- entre eux, notamment les piliers canin et malaire au-dessous et au-dessus de l'orbite, les piliers malaire et ptérygoïdien par un épaissement entre le condyle du temporal et la racine de la ptérygoïde en avant du trou ovale.

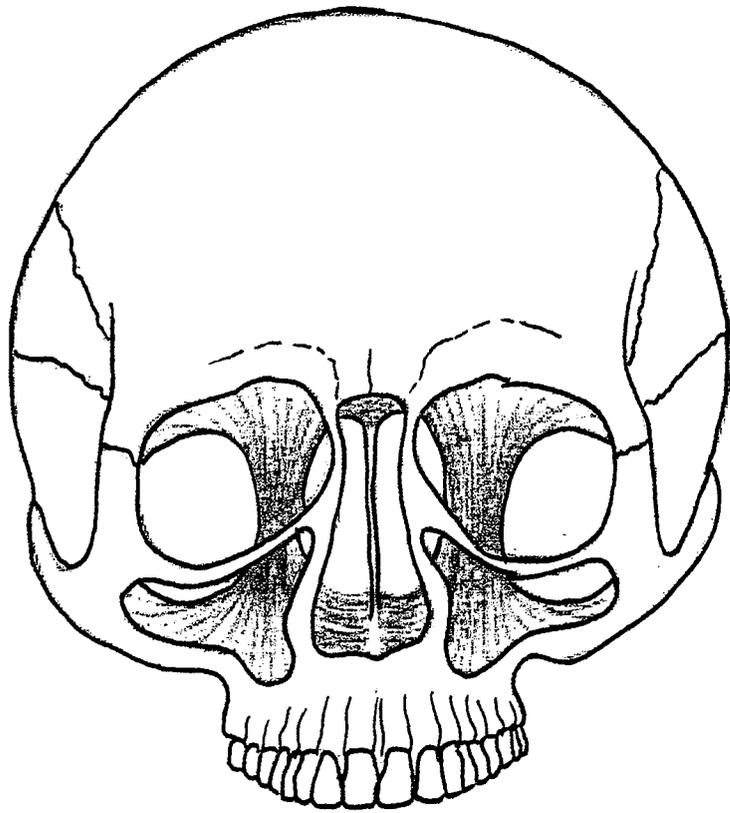
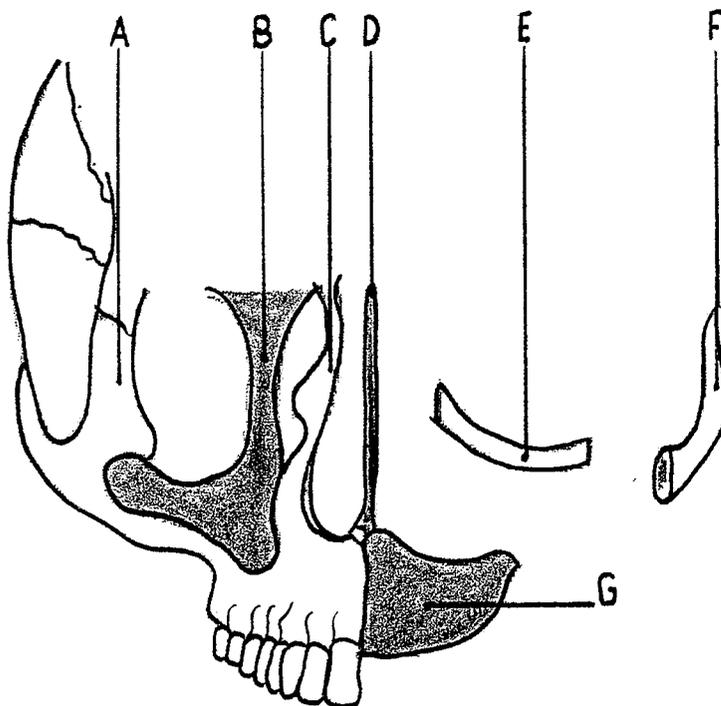


Fig. 5 et 6 : Piliers verticaux et entretoises horizontales.

A : pilier malaire, B : pilier ptérygoïdien, C : pilier canin, D : lame vomérienne, E : rebord orbitaire inférieur, F : arcade zygomatique, G : plateau palatin.



2 - Les entretoises horizontales

Il existe trois entretoises de renfort horizontales (Fig. 5 et 6, p. 40):

- *Le plateau palatin* : d'où partent les piliers verticaux.
- *L'entretoise de l'apophyse zygomatique* : unis le corps du malaire au temporal par l'intermédiaire des racines transverses et longitudinales du zygomatique.
- *L'entretoise du rebord orbitaire inférieur* : unissant le corps du malaire et la partie supérieure du pilier canin.

3 - Le système des « caissons » (99)

Les cavités présentes réalisent un système de caissons permettant la transmission des forces, conférant à l'étage moyen une rigidité extrême pour une légèreté maximale.

Les fosses nasales forment le caisson central jouant un rôle protecteur de «caisson de rupture» agissant comme un amortisseur. Il est renforcé latéralement par les cellules du labyrinthe ethmoïdal jouant un rôle de «raidisseur». De part et d'autre, on rencontre un caisson double : la cavité orbitaire et le sinus maxillaire.

On voit ainsi que cette mosaïque osseuse permet d'assurer la stabilité du plan occlusal lors de la mastication et la résistance aux pressions verticales des muscles manducateurs à insertion crânienne. La mise en place d'une greffe osseuse devra tenir compte de cette architecture et des contraintes biomécaniques physiologiques.

C - L'ETAGE MANDIBULAIRE

La mandibule, seul os mobile de la face, a la forme d'un arc à forte concavité postérieure que l'on peut diviser en trois parties :

- la région symphysaire allant de prémolaire à prémolaire. Il s'agit d'une zone solide composée presque entièrement d'os compact, bordée de deux zones de faiblesse que sont les régions canines.

- les branches horizontales composées de tissu compact et spongieux à trabécules larges. L'os compact réalise une gouttière ouverte en haut.
- les branches montantes, portion non dentée divisée en trois parties : le corps, le coroné et le condyle d'importance capitale dans le système masticateur.

Cet os est articulé au crâne par les articulations temporomandibulaires, retenue par de puissants haubans musculaires, en équilibre occlusal sur le maxillaire.

La mandibule comprend une spécificité faciale constituée par l'os parodontal, assujettit à l'organe dentaire : « le parodonte vit et meurt avec la dent ». L'organe dentaire affaibli la mandibule, en particulier au niveau des régions canines et au niveau de la dent de sagesse.

Biomécanique mandibulaire (114)

La mandibule présente une structure anatomique originale qui reflète essentiellement les forces générées et absorbées par les autres éléments de l'appareil manducateur lors de la mastication. Les trois systèmes osseux, musculaires et dentaires sont biomécaniquement et neurologiquement liés par la fonction manducatrice. L'environnement musculotendineux de la mandibule intervient en renforçant la solidité mandibulaire lors de la contraction musculaire, c'est la notion de poutre composite os-muscle développée par RABISCHONG et reprise par COULY (61).

Les dents déterminent la présence de l'os alvéolaire et transmettent les forces manducatrices par le réseau spongieux à l'os basilaire sous-jacent et aux corticales environnantes.

L'os mandibulaire adapte sa structure interne et sa morphologie externe aux contraintes manducatrices d'où une structure lamellaire proche des structures à « revêtement travaillant » utilisées en construction aéronautique. L'architecture de chaque partie est particulière :

- « *le corpus* » constitué d'un étui cortical en U (poutre rigide) à remplissage aréolaire (os spongieux), renforcé à sa partie occlusale par des raidisseurs (cloisons interdentaires). Les travées spongieuses s'orientent en fonction des pressions occlusales et forment des ponts osseux solidarissant les corticales.

- « *le ramus* » essentiellement d'origine musculaire, présente deux corticales séparées par une couche d'os spongieux.

JOUDRE et VANNEUVILLE (151) ont décrit l'existence de deux poutres principales au niveau de la mandibule (Fig. 7 et 8, p. 44):

- la poutre basilaire en équerre, étendue du bord postérieur du ramus au bord basilaire du corpus, répondant principalement aux contraintes en compression.
- la poutre temporale, issue du coroné et du condyle empruntant les lignes obliques interne (mylo-hyoïdienne) et externe soumise essentiellement à des contraintes en tension ou traction. Il faut noter que le renforcement cortical interne se prolonge bien en avant du renforcement externe.

La région symphysaire présente une architecture osseuse plus complexe du fait de la prédominance des contraintes en torsion ou cisaillement.

Le tissu osseux réagit aux sollicitations mécaniques qu'on lui impose (compression, extension, flexion, torsion) en s'organisant d'une façon particulière : il s'autostructure selon les lois de la résistance des matériaux. L'ostéoarchitectonique est ainsi le relief constant de la fonction dont l'os est le support et le muscle le moteur (loi de WOLFF (359)). La structure et la fonction sont deux éléments indissociables.

D- LES COURBURES

La charpente osseuse faciale définit un ensemble de courbures étagées, disposées transversalement. On distingue de haut en bas, la courbure frontale, la courbure naso-maxillaire, la courbure mandibulaire, ainsi que la courbure de l'os hyoïde à l'étage cervical (Fig. 9 et 10, p. 45). La restauration du squelette facial s'attachera à restituer à la fois la forme et l'harmonie de ces courbures.

Vue antérieure

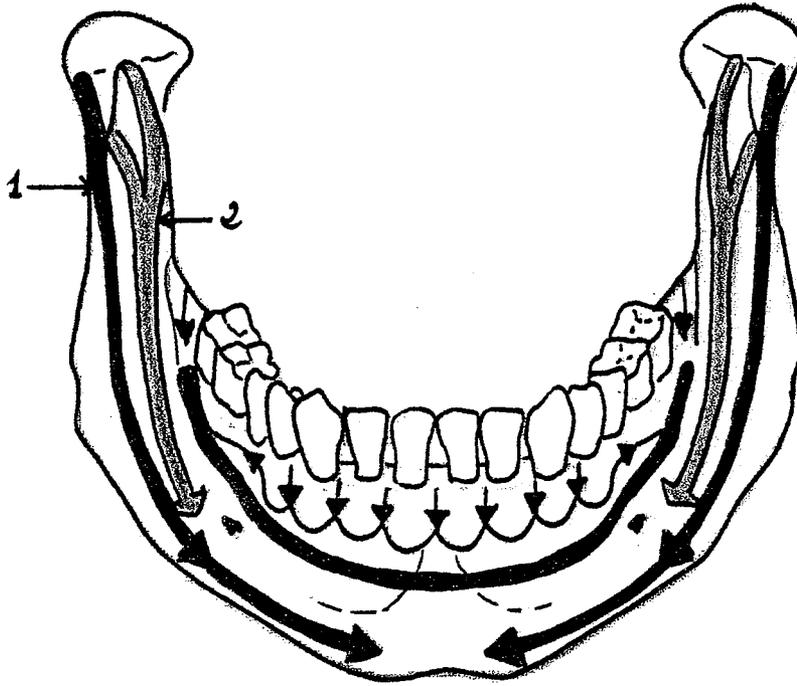
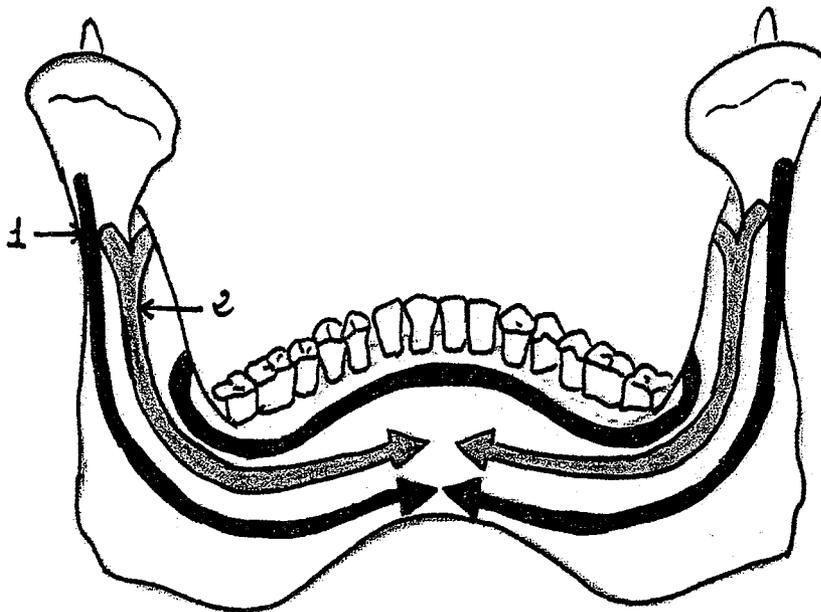


Fig. 7 et 8 : Poutres mandibulaires de JOURDE et VANNEVILLE :
1 : poutre basilaire, 2 : poutre temporale.



Vue postérieure

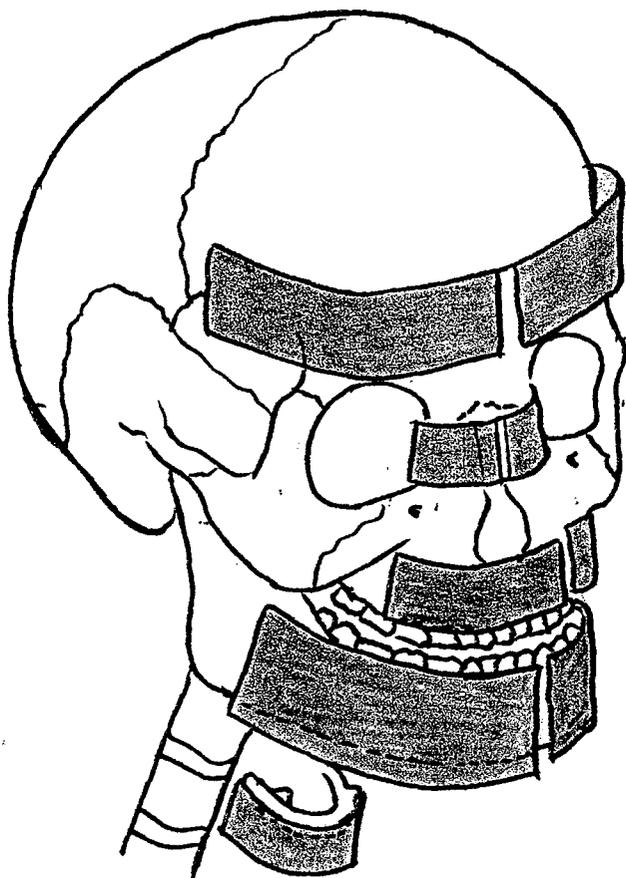
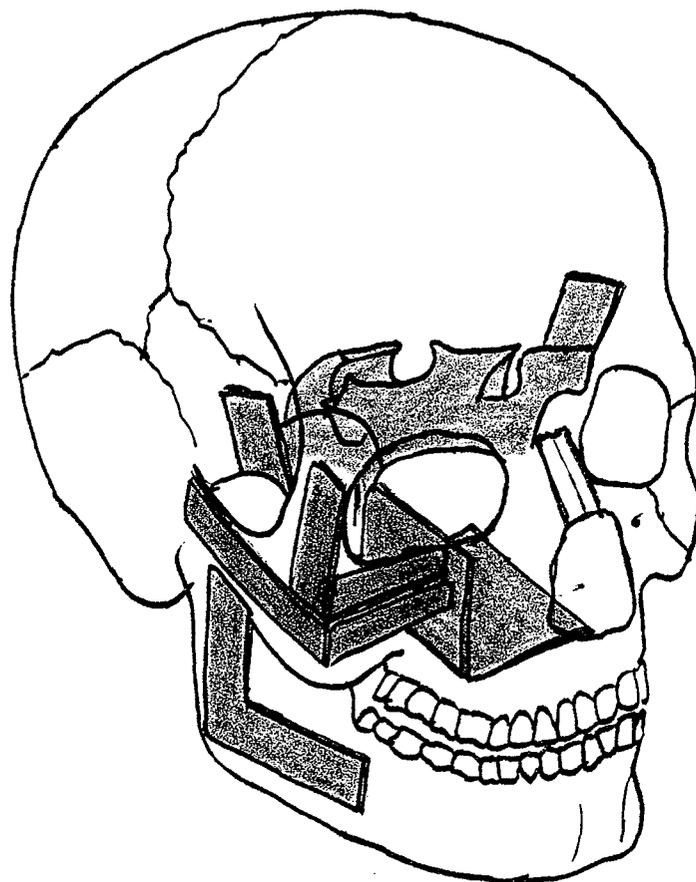


Fig. 9 et 10 : Distribution transversale et compensations latérales, d'après STRICKER.



II - PRESENCE DE CAVITES SEPTIQUES

La face comprend plusieurs cavités à potentiel septique, ce sont la cavité buccale, les fosses nasales et à un degré moindre les cavités sinusiennes annexes.

A - LA CAVITE BUCCALE

La flore bactérienne buccale est représentée par une association de germes aérobies. Cette population est dans un équilibre qui ne permet pas de développement anarchique d'une espèce et rend difficile l'implantation de germes exogènes. Elle joue donc un rôle de protection. La plupart des espèces sont considérées comme des commensaux non pathogènes, mais certaines sont « opportunistes » et peuvent être la cause d'infections locales, régionales voire générales. Le traumatisme local chirurgical peut décompenser cet équilibre, avec pour conséquence l'infection. L'organe dentaire présent au sein de cette cavité buccale est également source d'infection, l'existence de caries favorisant le développement des germes. Il est donc indispensable de vérifier l'état dentaire avant tout acte chirurgical.

B - LE NASOPHARYNX

Le nasopharynx est un site bactérien privilégié en raison de la présence de l'anneau lymphatique de WALDEYER. La flore commensale est essentiellement constituée de staphylocoques (dont *s.aurés*), de streptocoques (dont *s.pneumoniae*), de *branhamella catarrhalis*, de *neisseria sp*, de *hémophilus sp...*

Pour minimiser la septicité de ce nasopharynx, les lavages des cavités nasales sont d'une utilité certaine. Chez l'enfant on peut parfois envisager une adénoïdectomie ou une amygdalectomie.

L'existence de ces cavités septiques doit être prise en compte lorsque l'on travaille sur le squelette facial, d'autant plus si l'on met en place un greffon non vascularisé, qui se défendra moins contre l'infection. L'antisepsie locale et l'utilisation de « flashes antibiotiques » peropératoires orientés selon la carte bactériologique de ces cavités septiques, sont deux éléments importants permettant de réduire les risques infectieux.

III - PARTICULARITES DE LA VASCULARISATION FACIALE

La face a pour particularité la densité et la richesse anastomotique des pédicules artériels, ce qui constitue un double atout lors de la réalisation d'une greffe osseuse. En effet, cette richesse vasculaire diminue le risque infectieux, et favorise la revascularisation précoce du greffon, garant de l'ostéointégration.

IV - LES BARRIERES CUTANEEES ET MUQUEUSES

La restauration osseuse à la face est «superficielle». En effet, le squelette facial est recouvert par une fine couche de parties molles, associant muscle, graisse sous-cutanée, peau ou muqueuse. Ceci nécessite des voies d'abord chirurgicales appropriées pour «éloigner» le transplant de l'incision cutanée ou muqueuse. De plus les parties molles assurent une faible protection contre les traumatismes extérieurs.

La présence de muqueuses est également une particularité propre à la restauration osseuse faciale. Si la peau constitue une barrière imperméable aux micro-organismes, les muqueuses constituées d'un épithélium formé d'une ou de quelques couches cellulaires sont bien plus facilement la porte d'entrée des infections. Ceci étant encore majoré par leur contact direct avec les cavités septiques vues précédemment.

La restauration osseuse à la face demande une approche spécifique, basée sur ses propres particularités. Mais ceci n'est pas une conception nouvelle, Henri de MONDEVILLE (1260-1320) disait : « chaque artisan doit être familier avec le matériau sur lequel il travaille ».

Chapitre III

CONDITIONS D'INCORPORATION DES GREFFES OSSEUSES A LA FACE

La majorité des cellules d'une greffe osseuse non vascularisée ne survivent pas à la transplantation et doivent être remplacées pour que le remodelage osseux puisse se produire. Le phénomène dynamique de résorption du tissu osseux mort et son remplacement par du tissu vivant fut désigné en 1914 par PHEMISTER (265) sous le nom de « *creeping substitution* », et se déroule sur une période d'au moins six mois. Seul un faible pourcentage d'ostéocytes et d'ostéoblastes survivent après la greffe. La survie de ces cellules est dépendante du lit de greffe qui leur procure par diffusion les nutriments indispensables, ainsi que du délai de transfert qui doit être inférieur à trois heures. Le greffon induit une métaplasie cellulaire au niveau du lit de la greffe, permettant une différenciation des cellules mésenchymateuses en cellules osseuses. Le phénomène est nommé *osté-induction*. Cette propriété a été découverte par URIST en 1960 (345, 346), il a fallu trente ans pour identifier et purifier les protéines responsables, appelées *Bone Morphogenetic Proteins* (BMP). Cependant, la transformation d'une cellule indifférenciée en une cellule osseuse nécessite la mise en œuvre d'une cascade de réactions chimiques ou physiques dont la BMP est certes un des acteurs, mais non le seul. Le tissu osseux se laisse envahir avec plus ou moins de facilité selon sa structure (spongieuse ou corticale) par des bourgeons vasculaires provenant du lit de greffe. Ceux-ci permettent la pénétration de cellules mésenchymateuses au sein du greffon. Ce phénomène est nommé *ostéoconduction*. Cet envahissement progressif permettra après des mois, une revitalisation du tissu osseux. Cette fonction n'est en rien spécifique à l'os et peut être assurée par certains biomatériaux (hydroxyapatite). Il s'agit d'un rôle passif, mais la structure offerte doit être propice à la migration cellulaire (géométrie des pores, taille), et le support ne doit pas être toxique pour les cellules.

Le succès ou l'échec dans la réalisation du transplant osseux autogène non vascularisé sont conditionnés par de multiples facteurs en rapport avec le greffon lui-même, le site receveur, les conditions de mise en place.

I - LE SITE RECEVEUR

Le rôle actif de la recolonisation osseuse va dépendre des cellules environnantes présentes sur le lit receveur, lui conférant un rôle déterminant dans la réussite du transplant.

A - L'ETAT LOCAL

La restauration osseuse à la face est « superficielle ». En effet, le squelette facial est recouvert d'une fine couche de parties molles associant muscle, graisse sous-cutanée, peau ou muqueuse. L'existence de cicatrices, de rétraction des tissus de couverture, de foyers infectieux auront des conséquences délétères sur le greffon.

Le site receveur osseux joue un rôle capital, les antécédents d'ostéite, de radiothérapie (os radique dévascularisé) sont des facteurs de mauvais pronostic. Il faudra donc essayer de se placer dans les conditions idéales, associant un sous-sol osseux bien vascularisé, avec des tissus de recouvrement cutanés ou muqueux de bonne qualité, bien vascularisés et d'épaisseur suffisante. La préparation du lit receveur s'attachera à ménager les tissus de recouvrement par l'utilisation de voies d'abord adaptées, les plans de dissection seront respectés. L'avivement osseux est un temps privilégié, sa qualité conditionne l'arrivée des bourgeons vasculaires et donc la survie du transplant.

B - LES CONTRAINTES MECANIQUES (255)

Nous avons abordé dans le chapitre sur l'ostéo-architecture faciale, les différentes contraintes biomécaniques physiologiques qui s'exercent sur le squelette facial. L'os réagit à une augmentation de sa sollicitation mécanique en se renforçant proportionnellement à la grandeur de la sollicitation. Cependant, il se résorbe lorsque l'intensité de la sollicitation dépasse une valeur limite. L'intensité de la sollicitation mécanique subie par le greffon va donc être déterminante sur son avenir. Pour juger de la sollicitation mécanique du greffon dans chaque cas particulier, il faut savoir que l'intensité de la sollicitation ne dépend pas seulement de la grandeur de la charge, mais principalement du mode de sollicitation que provoque la charge.

Les contraintes mécaniques appliquées sur le transplant osseux vont être différentes selon son positionnement. Celui-ci peut être placé soit en interposition osseuse ou "inlay", soit en apposition osseuse ou "onlay". Les transplants osseux mis en interposition seront davantage sollicités par les forces de stress provenant du squelette facial. LA TRENTA et al. (182) ont retrouvé chez l'animal une plus faible résorption des greffes osseuses placées en "inlay" par rapport à celles placées en "onlay". Les sollicitations mécaniques plus importantes

subies par les transplants d'interposition, favorisent leur ostéointégration. Ces données sont concordantes avec la loi de WOLFF (359), indiquant que l'architecture osseuse se remodèle dans le sens où l'os pourra le mieux résister aux facteurs de stress auquel il est soumis. L'étude de GOSAIN et al. (115) en 1998 corrobore cette théorie en mettant en évidence le remodelage de l'os compact en os lamellaire au niveau du lit receveur de transplants placés en "onlay". Ceci traduit une diminution de la densité osseuse et de la résistance mécanique du site receveur, la résistance mécanique globale (hôte et greffon) reste inchangée.

C - LA TOPOGRAPHIE

L'activité du périoste suivant la localisation faciale considérée, oscille entre apposition et résorption osseuse (Théorie de ENLOW). L'étude expérimentale réalisée par ATHERTON en 1974 corrobore cette théorie, en retrouvant une résorption osseuse au niveau du palais après transposition de la muqueuse nasale. ZINS et al. en 1984 (364) lors d'une étude expérimentale, retrouvent comparativement une moindre résorption des greffons osseux en position « onlay » dans les localisations où le périoste possède une activité d'apposition osseuse.

II - LES GREFFES OSSEUSES

Les greffes osseuses autogènes constituent le matériau de choix en reconstruction osseuse, du fait de l'absence de réaction de rejet d'origine immunologique. Différents facteurs intrinsèques vont influencer la survie du greffon osseux, tels sa composition histologique, le rapport os cortical / os spongieux, la présence du périoste, la dimension, et pour certains auteurs l'origine embryologique.

A -LA COMPOSITION HISTOLOGIQUE

Le tissu osseux se laisse envahir avec plus ou moins de facilité par des bourgeons vasculaires provenant du lit de greffon, selon qu'il s'agit d'os spongieux ou cortical.

1 - Aspects histologiques

Durant les premières semaines, les aspects histologiques des autogreffes corticales et spongieuses sont semblables. Au-delà des deux premières semaines, il existe trois différences biologiques principales:

- Les autogreffes spongieuses sont revascularisées plus rapidement et plus complètement que les greffes corticales en raison de leur porosité. DELEU et TREUTA (74) ont mis en évidence que les transplants spongieux sont entièrement recouverts de vaisseaux dès le deuxième jour, et revascularisés complètement à deux semaines. Pour les greffes corticales, on assiste à un envahissement vasculaire au sixième jour, la vascularisation complète est obtenue après un délai de un à deux mois (125).
- La “*creeping substitution*” au niveau d’une autogreffe spongieuse met en jeu initialement une phase d’apposition osseuse, suivie d’une phase de résorption. A l’inverse, pour une greffe corticale il se produit initialement une phase de résorption suivie d’une phase d’apposition. En effet, les bourgeons conjonctivo-vasculaires entourent la greffe corticale sans pouvoir y pénétrer. Ce n’est qu’au fur et à mesure de l’avancée de la résorption ostéoclastique périphérique que les bourgeons pourront pénétrer la greffe.
- L’autogreffe spongieuse grâce à sa perméabilité assure une ostéogenèse précoce et disséminée, lui permettant d’être remplacée intégralement par du tissu osseux lamellaire vivant. L’autogreffe corticale demeure un mélange d’os nécrotique et d’os viable, car l’os nouveau déposé par les ostéoblastes exclut de la résorption l’os nécrotique sous-jacent.

2 - Résistance mécanique

L’os spongieux s’il est moins résistant que l’os cortical permet une ostéogenèse plus rapide. La résistance mécanique des greffes corticales et spongieuses est à l’image de leurs transformations histologiques. Pour les autogreffes spongieuses, cette résistance augmente au début en raison de l’apposition osseuse initiale. Dans un second temps, elle a tendance à se

normaliser, alors que l'os nécrotique est résorbé. Cette greffe spongieuse va se remodeler, se « corticaliser » en fonction des contraintes biomécaniques (27). Pour les greffes corticales, les phénomènes sont inversés. La greffe perd environ la moitié de sa résistance au cours des six premiers mois, puis retrouve lentement sa résistance initiale au cours de la seconde année. La fragilité maximale est située entre le 6^o et le 18^o mois, expliquant la fréquence des fractures de « fatigue » à ce stade.

On comprend ainsi l'influence de l'architecture et des proportions des composantes corticale et spongieuse sur la résistance mécanique et sur le devenir du transplant.

B - LE PERIOSTE

Le périoste est une enveloppe conjonctive recouvrant l'os. Il est intimement lié à l'os cortical sous-jacent. Ses principales fonctions sont la suppléance vasculaire de l'os cortical, l'ostéogenèse, la fixation des muscles et des ligaments. Il a été démontré que les greffes de périoste sont capables de produire de l'os.

L'intérêt de prélever le transplant osseux avec ou sans son périoste est un vieux débat. Plusieurs siècles de controverse ont opposé les partisans (DUHAMEL au 18^o siècle, SUME et OLLIER au 19^o siècle) et les adversaires du périoste (VON HALLER au 17^o siècle puis GOODSER). Plus récemment, différentes études expérimentales ont évalué l'influence du périoste sur la survie des greffes osseuses non vascularisées. THOMPSON et CASSON (339) en 1970 effectuent une étude préliminaire chez le chien en comparant la survie des greffes iliaques avec et sans périoste au niveau des sites receveurs maxillaire et mandibulaire. Les auteurs mettent en évidence la supériorité des greffes conservant leur périoste et émettent l'hypothèse d'une vascularisation plus précoce et plus rapide.

En 1974, KNIZE (167) étudie l'influence du périoste sur la survie d'autogreffes osseuses d'origine iliaque placées en « onlay » sur le dorsum nasal du lapin. L'analyse est à la fois histologique et radiologique, les résultats confirment les conclusions de THOMPSON. L'auteur émet l'hypothèse que cette viabilité réside dans la vascularisation du périoste lui-même, celui-ci contenant des vaisseaux communiquant avec le système vasculaire osseux. La revascularisation précoce serait ainsi facilitée, et permettrait la survie d'un plus grand nombre de cellules ostéogéniques. Les succès expérimentaux sont émaillés en 1976 par LOZANO et SALYER (196), qui dans leur étude sur la revascularisation précoce des greffes osseuses

menée chez le rat, ne retrouvent pas de différence significative entre les greffons osseux périostés et non périostés.

En 1979, GRAY et al. (117) réalisent une étude quantitative sur la contribution des différentes cellules dans l'ostéogenèse précoce des autogreffes osseuses. Ils évaluent le rôle du périoste à 30% dans la formation d'os nouveau. L'endoste et l'os trabéculaire sont à l'origine de plus de la moitié de l'os néoformé, les cellules intracorticales n'ont qu'un rôle minime ainsi que les cellules hématopoïétiques de la moëlle.

En 1994, BURNSTEIN et al. (28) décomposent le périoste en trois couches distinctes :

- * une couche interne constituée de cellules ostéogéniques,
- * une couche moyenne faite de cellules ostéogéniques de réserve,
- * une couche externe vasculaire, associant artérioles et veinules, communiquant avec les vaisseaux internes trabéculaires. Leur étude met en évidence une formation osseuse significativement plus importante lors de la conservation du périoste dans le cadre des greffes osseuses autogènes.

Au vu de ces travaux expérimentaux, le périoste semble bien être un facteur important dans la survie d'une greffe osseuse, de par la présence de cellules ostéogéniques et ses effets sur la revascularisation.

C - LA DIMENSION DU GREFFON OSSEUX

La dimension de la greffe osseuse va influencer son ostéointégration. En effet, plus la dimension sera importante, plus la colonisation osseuse sera longue et incomplète, avec persistance de zones d'os nécrotique. Ceci est d'autant plus vrai pour les greffes à prédominance corticale, du fait de l'exclusion de l'os nécrotique liée à l'apposition osseuse ostéoblastique (cf. Composition histologique).

D - LA QUALITE DE PRISE DE GREFFE

Afin de préserver les cellules permettant l'ostéogenèse du transplant osseux, plusieurs précautions sont à respecter. Il faut éviter l'utilisation d'instruments émetteurs de chaleur qui occasionnent une destruction cellulaire. Le prélèvement doit être effectué dans les conditions

les plus atraumatiques possibles, en évitant la fragmentation du greffon, source d'échec. La conservation peropératoire se fait à l'abri de la lumière dans une cupule de sérum physiologique. La durée de latence entre le prélèvement et la mise en place ne doit pas dépasser trois heures. Chaque étape est importante et nécessaire à respecter afin d'optimiser les résultats.

E - L'ORIGINE EMBRYOLOGIQUE

L'origine embryologique des os n'est pas unique, l'ossification se fait soit à partir d'une ébauche cartilagineuse, c'est l'ossification endochondrale, soit à partir d'une ébauche de tissu conjonctif, c'est l'ossification membraneuse.

Le squelette facial comporte ces deux précurseurs : le précurseur cartilagineux primaire ou chondrocrâne facial est représenté par le mesethmoïde qui persiste et le cartilage de Meckel qui se résorbe. Le précurseur ostéomembraneux de topographie superficielle forme le squelette facial proprement dit.

L'origine embryologique du site donneur a été impliqué dans la réussite des greffes osseuses. Le crâne, la mandibule proviennent d'une origine membraneuse. La crête iliaque, la côte, le tibia, la mastoïde proviennent d'une origine endochondrale.

En 1974, SMITH et ABRAMSON (315) mettent en évidence chez le lapin la résorption moindre des greffes osseuses d'origine membraneuse au niveau du squelette facial, par rapport aux greffes d'origine endochondrale. En 1983, ZINS et WHITAKER (363) comparent la résorption des deux types de greffe en utilisation crâniofaciale chez le lapin et le singe. Les auteurs retrouvent après vingt semaines d'évolution un volume d'os membraneux trois fois supérieur à celui de l'os endochondral chez le lapin et le singe, confirmant les travaux de SMITH et ABRAMSON.

En 1985, KUSIAK, ZINS et WHITAKER (174) démontrent la revascularisation plus précoce des greffons d'origine membraneuse, ce qui expliquerai pour eux la moindre résorption. Ceci paraît paradoxal du fait de la composante plus corticale de l'os membraneux. Le rôle de la revascularisation a d'ailleurs été contesté par SULLIVAN en 1991 (329), qui a mis en évidence une revascularisation quantitativement plus importante des transplants d'origine endochondrale placés au niveau du dorsum nasal chez le rat.

D'autres hypothèses ont été émises pour expliquer la moindre résorption de l'os d'origine membraneuse au niveau du squelette facial, telle la plus grande diffusion de facteurs stimulants l'angiogenèse provenant des greffons membraneux. La similitude architecturale entre le site receveur et le site donneur a également été évoqué. En effet, l'os membraneux est composé de deux épaisseurs corticales séparant une fine couche de diploë, alors que l'os endochondral présente une composante spongieuse plus importante. Dans le même ordre d'idée, plusieurs auteurs (HARDESTY (127), CHEN (45), OZAKI (249, 250)) pensent que cette moindre résorption est en rapport avec les différences architecturales tridimensionnelles existant entre les deux origines embryologiques. En 1994, CHEN et al. (45) mettent en évidence une activité ostéoclastique plus importante au niveau de la composante spongieuse des greffes corticospongieuses. Ils déduisent que la plus faible résorption de l'os membraneux est le fait de sa consistance plus corticale. En 1998, OZAKI et al. (249) comparent l'évolution de trois types de transplants osseux implantés au niveau du squelette facial du lapin. Il s'agit de greffes corticales pures d'origine membraneuse, de greffes corticales pures et spongieuses pures d'origine endochondrale. Les résultats obtenus montrent une plus grande résorption des greffes spongieuses, mais surtout pas de différence de résorption entre les greffes corticales d'origine embryologique différente. En 1999, les mêmes auteurs (250) étudient l'architecture tridimensionnelle de l'os cortical d'origine membraneuse et endochondrale. Ils ne retrouvent pas de différence morphologique.

A l'issue de ces travaux, on peut se poser deux questions :

- * est-ce l'origine embryologique qui entre en compte dans l'avenir de la greffe osseuse ou ses caractéristiques architecturales ?
- * mais l'origine embryologique ne conditionne-t-elle pas l'ultrastructure osseuse ?

III - MISE EN PLACE DE LA GREFFE OSSEUSE

Plusieurs facteurs interviennent dans la survie d'une greffe osseuse, au décours de sa mise en place sur le lit receveur.

A - LE CONTACT GREFFON - LIT RECEVEUR

L'ostéoconduction de cellules osseuses ne peut se produire qu'en présence de cellules osseuses. Toute interposition de tissu fibreux rendra impossible la migration des cellules dans la greffe. Il est par conséquent indispensable d'établir un contact étroit entre le greffon et le lit receveur. Celui-ci sera placé en position sous-périostée, au contact direct de l'os hôte, les interstices existant seront comblés par du tissu osseux spongieux autogène.

Des artifices techniques ont été décrits visant à améliorer la qualité de l'interface greffon-lit receveur. Le tassement du spongieux à l'aide d'un chasse-greffon est recommandé dans les indications de comblement. Le broyeur à os de TESSIER permet d'augmenter la surface de contact par fragmentation du greffon. La compression du greffon selon la technique de MARX (217) donne des résultats encourageants (Photographies 59-64, p.76 et 77).

B - L'ORIENTATION DE LA GREFFE OSSEUSE

L'orientation d'une greffe corticospongieuse influence sa résorption. En 1984, ZINS et al. (364) étudient chez le lapin, l'évolution de greffons osseux corticospongieux avec conservation du périoste, placés en position «onlay» au niveau de la face. Ils retrouvent de façon significative une moindre résorption des greffons lorsque le périoste est au contact des tissus mous et l'os spongieux au contact de l'os receveur, par rapport à la situation inverse.

C - LA FIXATION DE LA GREFFE OSSEUSE

La fixation a pour effet de diminuer les mouvements au niveau de l'interface greffe-site receveur. Il a été bien démontré que les mouvements de cisaillement entre deux os, tout comme les mouvements os-implant, aboutissent à une résorption osseuse avec formation de tissu fibreux. En 1988, PHILLIPS et al. (266) comparent l'évolution de greffons d'origine endochondrale et membraneuse, fixés et non fixés, en position «onlay» au niveau de la mandibule du mouton. Après vingt semaines d'évolution ils évaluent le volume du transplant. Ce dernier est retrouvé à 85,9 % pour les transplants fixés d'origine membraneuse, à 76,2 % pour les transplants fixés d'origine endochondrale, à 55 % pour les transplants non fixés

d'origine membraneuse et à 16,6 % pour les transplants non fixés d'origine endochondrale. La fixation en diminuant les forces de cisaillement et en facilitant la revascularisation, favoriserait la survie du transplant. En 1990, PHILLIPS et al. (267) s'intéressent à la revascularisation des transplants osseux des deux origines embryologiques, fixés et non fixés, sur le même modèle animal. A deux semaines d'évolution, les greffes fixées d'origine membraneuse présentent une meilleure revascularisation par rapport aux greffes non fixées. En ce qui concerne les greffes d'origine endochondrale les résultats sont surprenants. La revascularisation est plus importante lorsque le transplant n'est pas fixé. Ceci indique que même si la revascularisation joue un rôle important dans le «turn-over» osseux, elle n'est pas la clé expliquant les différences de résorption des transplants osseux. D'autre part cette revascularisation est sous la dépendance de plusieurs facteurs, dont l'intensité des forces de cisaillement sur les néo-vaisseaux, la surface de contact entre le transplant et le lit receveur, l'architecture du transplant.

Une multitude de facteurs interviennent dans la réussite ou l'échec partiel ou total d'une greffe osseuse. La balance entre les forces de résorption externes et l'architecture du transplant semble déterminante.

IV - PARTICULARITES DES TRANSPLANTS OSSEUX VASCULARISES (119)

Les conditions d'incorporation d'un transplant osseux vascularisé sont bien différentes de celles d'un transplant non vascularisé. En effet, on assiste à la survie de toutes les cellules osseuses du greffon, du fait du rétablissement ou de la conservation de la vascularisation nourricière, artérielle et veineuse. Il n'y a par conséquent pas de phénomène de «*creeping substitution*». Ceci se traduira sur le plan pratique, par une consolidation accélérée, une résistance accrue à l'infection et une résistance mécanique préservée.

L'ostéoformation au sein de la greffe osseuse vascularisée est comparable à ce qu'elle est dans le reste du squelette. La qualité du lit receveur n'influence pas la survie du greffon. La consolidation du transplant est identique à la consolidation d'une fracture.

Chapitre IV

**LES AUTOGREFFES OSSEUSES
CLASSIQUES**

L'autogreffe osseuse est certainement le matériau le plus anciennement et couramment utilisé en restauration osseuse faciale. Il s'agit par définition d'un prélèvement osseux effectué sur le patient au niveau d'un site donneur et qui est placé dans le même temps opératoire. Ces autogreffes osseuses peuvent être non vascularisées, cas le plus fréquent, les sites donneurs principaux étant la crête iliaque, l'os pariétal, la côte, le tibia, la mandibule. Elles peuvent être également vascularisées ou revascularisées. On distingue alors, les transplants osseux micro-anastomosés (péroné, crête iliaque...) des transplants osseux pédiculés sur un muscle, une aponévrose ou sur des vaisseaux nourriciers.

I - LES SITES DONNEURS DES AUTOGREFFES OSSEUSES

Les principaux sites donneurs peuvent être classés en fonction du volume osseux accessible au prélèvement, du ratio entre les composantes corticale et spongieuse, plus accessoirement de l'origine embryologique. La crête iliaque, l'os pariétal, le tibia, la côte offrent un volume de prélèvement osseux conséquent. A l'opposé la mandibule, la mastoïde, l'olécrane n'autorisent l'obtention que de greffons de dimensions limitées.

Le choix d'un site donneur va être orienté par le type de greffe osseuse désirée. Schématiquement, l'os pariétal, la crête iliaque, le tibia, la côte, la mandibule, l'olécrane permettent le prélèvement d'un greffon à prédominance corticale. Par contre, lorsque l'on désire une composante spongieuse importante, on s'orientera vers la crête iliaque ou le tibia.

Enfin, l'origine embryologique a fait l'objet de débats encore irrésolus en ce qui concerne son influence sur le devenir de la greffe osseuse. La crête iliaque, la côte, le tibia, l'olécrane, la mastoïde proviennent d'une ossification endochondrale. L'os pariétal et la mandibule sont d'origine membraneuse.

II - LA CRÊTE ILIAQUE

Le site donneur iliaque est certainement le plus utilisé pour le prélèvement de greffes osseuses. CONVERSE et CAMPBELL (55) furent à l'origine de l'utilisation courante des greffes autologues en reconstruction faciale, se basant sur l'expérience des chirurgiens de la deuxième guerre mondiale. La crête iliaque était leur site donneur électif.

Cette popularité provient d'une utilisation ancienne, de la facilité de prélèvement et des bons résultats obtenus. Les greffes osseuses peuvent être prélevées soit au niveau de la partie antérieure, soit au niveau de la partie postérieure de la crête iliaque. De nombreux raffinements techniques ont été décrits pour réduire la morbidité du prélèvement qui n'est pas négligeable.

A - CONSIDERATIONS ANATOMIQUES

1 - L'os iliaque

L'os iliaque est un os plat et large de forme très tourmentée. Il est presque essentiellement constitué d'os spongieux d'épaisseur variable, compris entre deux lames de corticale.

Le bord supérieur ou **crête iliaque** est contourné en S italique, avec une courbure antérieure concave en dedans et une courbure postérieure concave en dehors. La crête est composée en grande partie d'os cortical. Son extrémité antérieure porte le nom d'épine iliaque antéro-supérieure (EIAS), son extrémité postérieure est appelée épine iliaque postéro-supérieure (EIPS). Ce bord est épais, l'épaisseur étant plus importante aux deux extrémités, et surtout au niveau du sommet de la courbure antérieure ou tubercule iliaque (Fig. 11, p.63). EBRAHEIM et al. (89) ont étudié l'épaisseur de la crête iliaque dans sa partie antérieure sur 40 cadavres, afin de déterminer la zone privilégiée pour le prélèvement. L'épaisseur de la crête a été retrouvée à 10,6 +/- 1,8 mm à deux centimètres de l'EIAS, à 11,7 +/- 1,8 mm à trois centimètres de l'EIAS, à 16,9 +/- 2,3 mm au niveau du tubercule iliaque correspondant à l'endroit le plus épais. Ils ont ainsi déterminé que l'on peut prélever au niveau du tubercule iliaque, un greffon bicortical de 1cm d'épaisseur avec une longueur de 36,8 +/- 8,7 mm.

Au niveau de la fosse iliaque externe, on retrouve l'insertion des muscles grand, moyen et petit fessiers. Au niveau de la fosse iliaque interne s'insère le muscle iliaque. La crête iliaque donne insertion dans sa partie antérieure aux muscles grand, petit obliques et transverse de l'abdomen ainsi qu'à quelques faisceaux du tenseur du fascia lata.

2 - Les structures nerveuses de voisinage

La topographie des structures nerveuses de voisinage est importante à connaître avant d'appréhender le prélèvement de la crête iliaque.

- Le nerf fémorocutané ou cutané latéral de la cuisse : il provient le plus souvent de la deuxième racine lombaire. Le nerf quitte la cavité abdominale en passant en dessous du ligament inguinal, en dedans de l'EIAS et du muscle couturier. Sous l'arcade fémorale, il est compris dans un dédoublement de l'aponévrose du muscle psoas iliaque. Il pénètre ensuite dans l'épaisseur de l'aponévrose fémorale et croise la face antérieure du couturier pour devenir superficiel. Chez 10% de la population, le nerf fémorocutané sort de la fosse iliaque au-dessus de la crête iliaque, ce qui le rend plus vulnérable. Le territoire sensitif est la région antérolatérale de cuisse (Fig. 12, p.63 et 14, p. 64).
- La branche cutanée latérale du 12^o nerf intercostal : perfore la paroi abdominale quelques centimètres au-dessus de la position moyenne de la crête iliaque, croise cette dernière à 5 cm en arrière de l'EIAS. Elle donne la sensibilité de la région fessière antérieure jusqu'au grand trochanter vers le bas (Fig. 12 et 14).
- Le rameau perforant latéral du nerf grand abdomino-génital ou ilio-hypogastrique : traverse la paroi abdominale juste en arrière du précédent, puis croise la crête iliaque et donne la sensibilité de la région fessière moyenne (Fig. 12 et 14).
- Les branches du nerf clunéal supérieur : elles émergent du fascia profond et croisent la partie postérieure de la crête iliaque, 8 cm en avant de l'EIPS. Ces branches donnent la sensibilité des tiers supérieurs de la partie postérieure de la fesse (Fig. 13, p.64).

Fig. 11 : Epaisseur de la crête iliaque selon MARTIN :
 1 : tubercule iliaque, 2 : épine iliaque antéro-supérieure, 3 : épine iliaque postéro-supérieure.

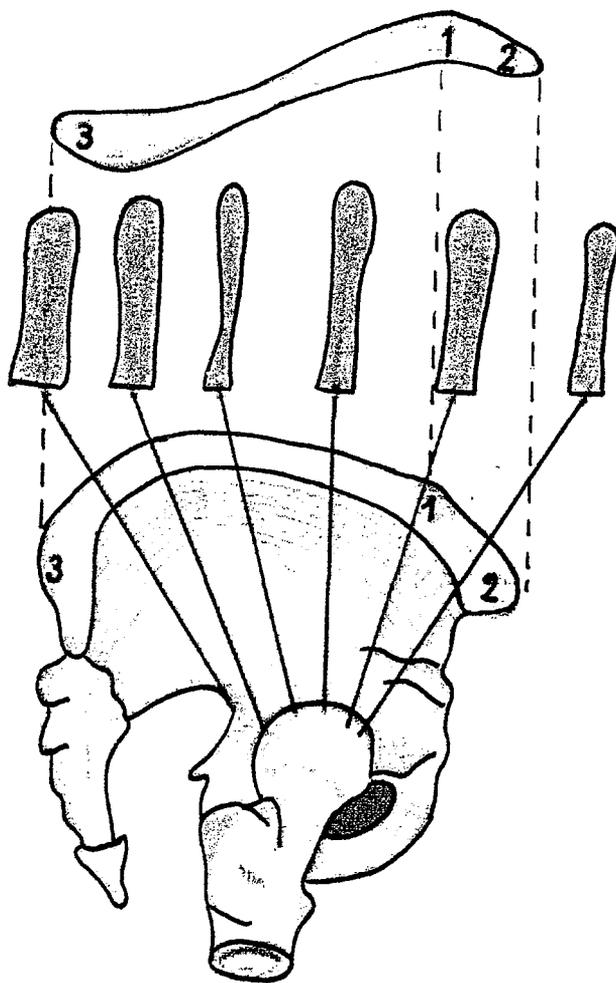


Fig. 12 : Territoires sensitifs de la cuisse :

- 1 : nerf fémoro-cutané,
- 2 : branche cutanée latérale du 12° nerf intercostal,
- 3 : branche cutanée latérale du nerf ilio-hypogastrique.

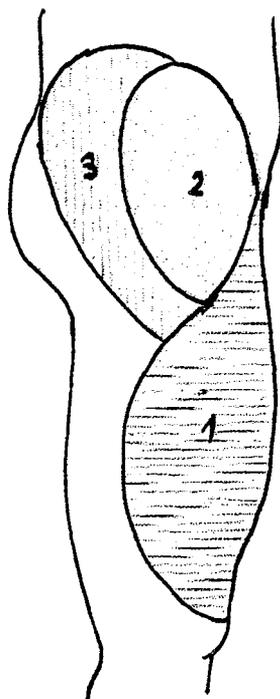


Fig. 13 : Prélèvement de crête iliaque postérieure : structures nerveuses de voisinage.

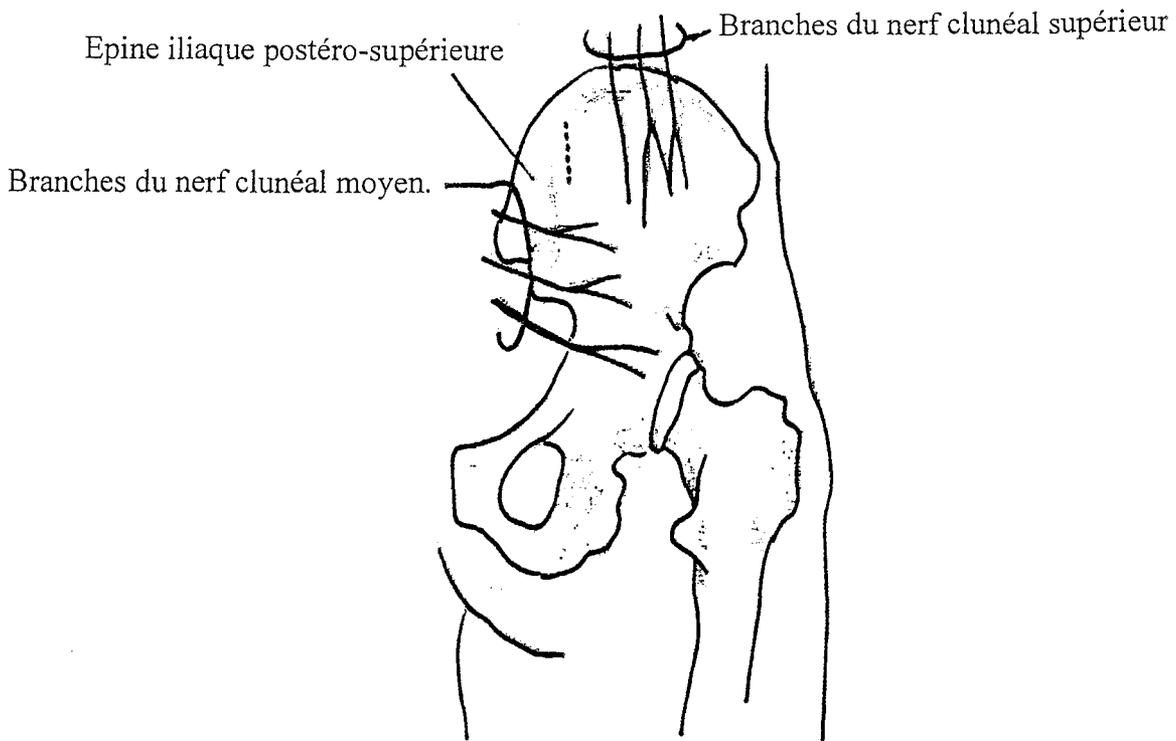
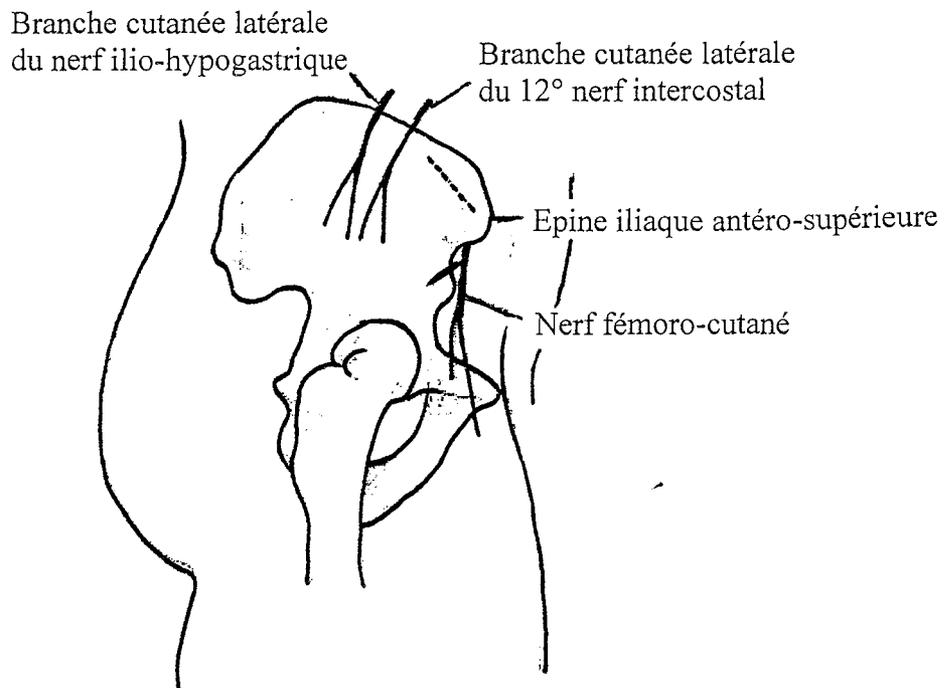


Fig. 14: Prélèvement de crête iliaque antérieure : structures nerveuses de voisinage.



B - TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

Le prélèvement peut être effectué soit au niveau de la partie antérieure, soit au niveau de la partie postérieure de la crête iliaque.

1 - La crête iliaque antérieure

Il s'agit de la zone de prélèvement la plus utilisée en restauration osseuse faciale. Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse du côté prélevé afin de faire saillir la crête. L'incision cutanée débute 1 cm en arrière de l'EIAS pour éviter toute lésion du nerf fémorocutané (Fig. 14, p. 64). Elle se prolonge en arrière le long de la crête iliaque, sa longueur étant adaptée à l'importance du prélèvement. Afin d'obtenir une cicatrice moins visible et éviter les adhérences cutanées sur la zone de prélèvement osseux, il faut décaler l'incision vers le bas. Le prélèvement se poursuit par l'incision du périoste, qui après être ruginé permet l'exposition de la crête iliaque. Plusieurs techniques de prélèvement sont réalisables.

a - Prélèvement de corticale externe

Malgré sa facilité de réalisation, il est à déconseiller du fait de l'existence de douleurs post-opératoires majorées par le décollement des muscles fessiers. Il occasionne également une modification perceptible du relief de la crête iliaque.

b - Le prélèvement tri cortical

Il a l'avantage de permettre l'obtention d'une greffe osseuse de dimension et d'épaisseur élevées. Cependant, il vaut mieux éviter ce type de prélèvement du fait de l'importante morbidité avec majoration de l'intensité des douleurs post-opératoires, perception d'une irrégularité de la crête, risque de hernies abdominales au travers du défaut osseux. Certains auteurs ont proposé la restauration du site donneur par du polyméthylmétacrylate de méthyle.

c - Le prélèvement de corticale interne

Il s'agit du prélèvement de choix, de part sa moindre morbidité et la quantité d'os corticospongieux obtenue.

Après incision périostée le long du bord supérieur de la crête, le décollement sous-périosté à la rugine permet la libération de la corticale interne. Le prélèvement est assuré à l'aide d'un ostéotome droit, l'utilisation d'un ostéotome courbe facilite l'ostéotomie transversale basse. Une bonne quantité d'os spongieux sera prélevée à la curette. Il faudra veiller à ménager le bord supérieur de la crête iliaque. La fermeture est réalisée plan par plan, avec suture périostée, suture sous-cutanée et cutanée. Un drain de REDON est mis en place au-dessus du plan périosté plutôt qu'au contact osseux pour limiter les pertes sanguines.

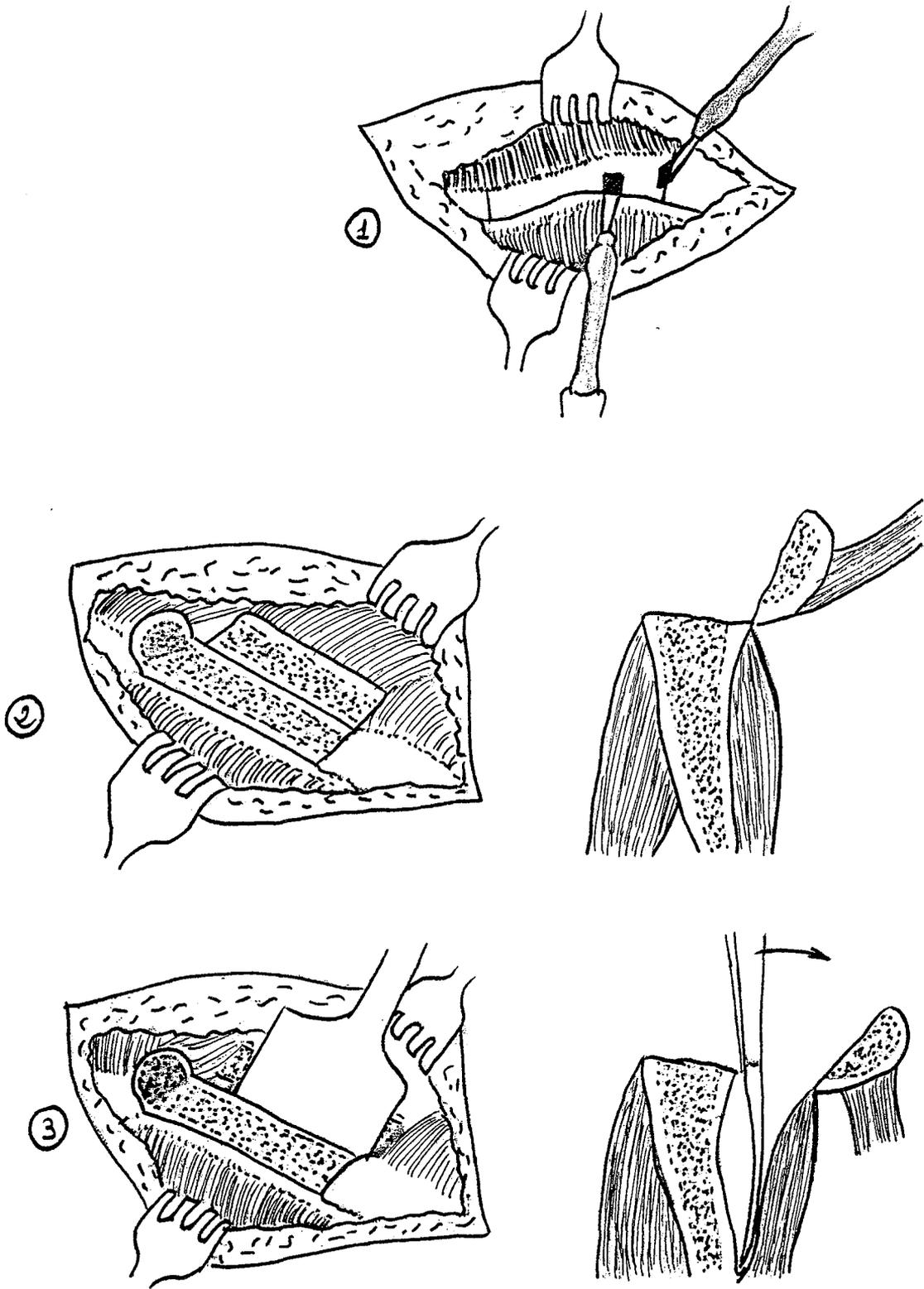
d - La technique du «capot» (118)

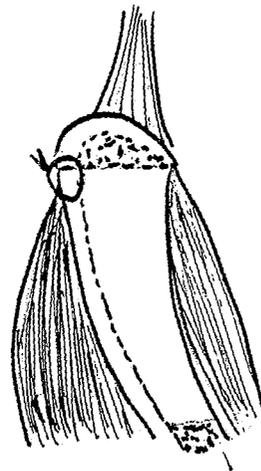
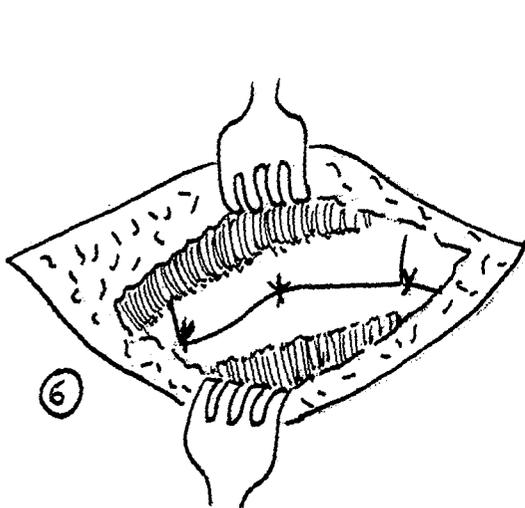
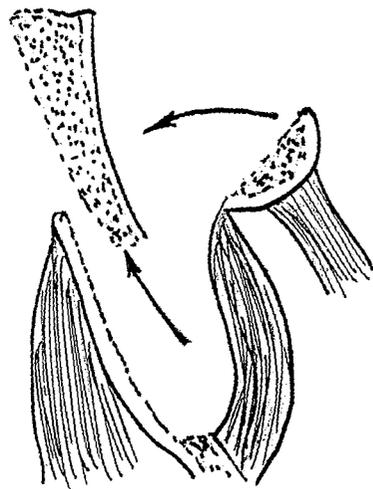
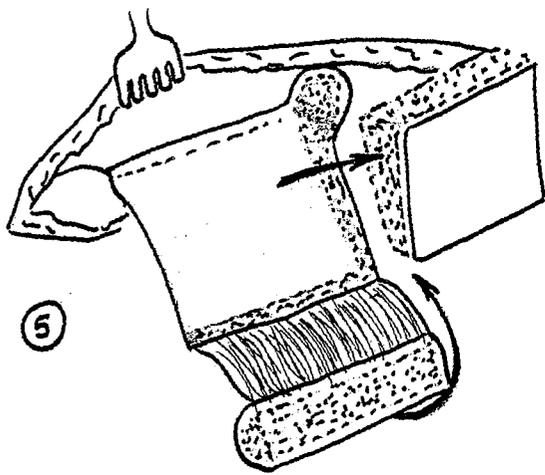
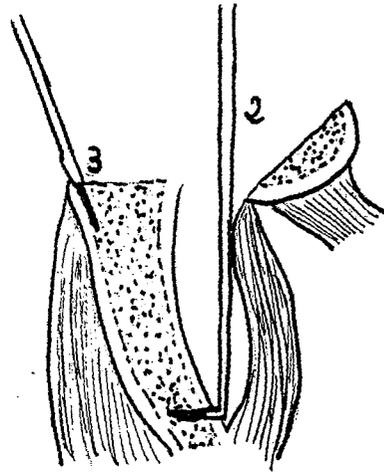
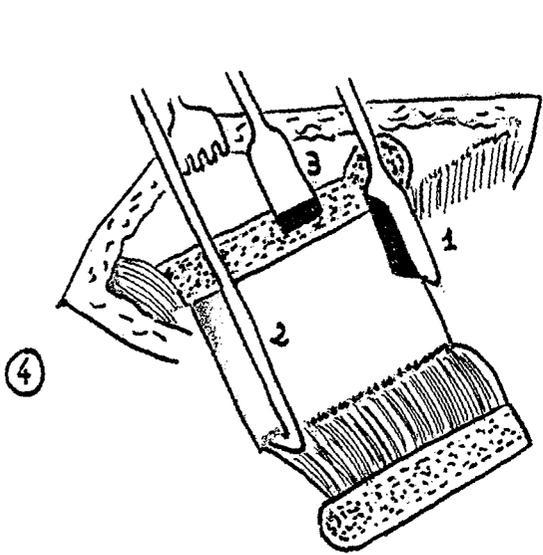
Elle permet de préserver le bord supérieur de la crête iliaque. L'incision périostée est réalisée le long du bord supérieur de la crête au niveau de la décussation des muscles fessiers et abdominaux. Une incision périostée transversale est réalisée aux deux extrémités. A l'aide d'une scie oscillante ou d'un ostéotome, on sectionne le capot osseux constitué par le bord supérieur de la crête iliaque. Cet artifice technique permet de ménager l'insertion des muscles abdominaux. Le capot osseux est ensuite récliné en dedans, permettant le prélèvement à l'ostéotome d'un greffon corticospongieux. La fermeture est réalisée par repositionnement du capot et suture périostée. Cette technique élégante limite les décollements inutiles et les désinsertions musculaires, garantissant des suites post-opératoires plus simples (Fig. 15, p.67-68).

e - Le prélèvement du bord supérieur ou technique de la «fenêtre» osseuse (91)

Après incision périostée en regard du bord supérieur de la crête, on prélève une baguette monocorticale à l'ostéotome donnant accès à l'os spongieux sous-jacent. Cette technique a pour avantage une dissection musculaire limitée, une moindre fragilisation de la crête du fait de la préservation des corticales internes.

Fig. 15 : Prélèvement de corticale interne selon la technique du « capot ».





f - Le prélèvement d'os spongieux

Outre les possibilités de prélèvement d'os spongieux lors des techniques décrites précédemment, on peut réduire la morbidité en limitant la voie d'abord au strict minimum. La partie osseuse comprise entre le tubercule iliaque et l'EIAS constitue le meilleur site de prélèvement d'os spongieux. Une incision cutanée de 2 cm permet d'avoir accès au bord supérieur de la crête qui est perforée à l'aide d'une mèche. Cela permet le passage d'une curette qui par des mouvements de va et vient ramènera une grande quantité d'os spongieux (18). BELLIMIRE et al. (12) utilisent une instrumentation pour biopsie osseuse (*Corb needle biopsy*), introduite par une incision décalée, permettant le prélèvement de « carottes » d'os spongieux en grande quantité. Ces techniques sont intéressantes en raison de leur très faible morbidité.

g - Le prélèvement chez l'enfant

Il est indispensable de respecter les points secondaires d'ossification présents le long de la crête iliaque (63). Pour cela on réalise une incision longitudinale du cartilage de croissance qui est récliné avec le périoste. Une fois le prélèvement effectué, le cartilage est suturé soigneusement, évitant tout effet délétère sur la croissance osseuse. Cependant, la quantité obtenue chez le jeune enfant est souvent décevante.

2 - La crête iliaque postérieure

La crête iliaque postérieure et le massif des épines iliaques postérieures fournissent une plus grande quantité d'os corticospongieux (30ml). L'installation du patient se fait en décubitus latéral ou mieux en décubitus ventral. L'incision suit la crête iliaque avec un trajet arciforme. L'autre possibilité est de pratiquer une incision partant de la partie basse du rachis lombaire et qui croise la crête iliaque en étant oblique en bas et en dehors (Fig. 13, p.64). Ce type d'incision donne des suites opératoires moins douloureuses du fait du respect des branches du nerf clunéal supérieur (51).

Après exposition de la crête iliaque, la face postéro-externe de l'aile iliaque est ruginée en sous-périosté. Cette libération ne doit pas être poussée trop loin pour ne pas léser l'artère fessière dans l'échancrure sciatique. Des baguettes corticospongieuses sont prélevées, le

curetage sur le versant médial est prudent pour ne pas ouvrir l'articulation sacro-iliaque. La fermeture est assurée plan par plan avec drainage sous-cutané.

Le prélèvement de la crête iliaque postérieure a pour intérêt l'importante quantité d'os corticospongieux disponible, cependant du fait de l'installation en décubitus latéral, il reste d'intérêt moindre en restauration osseuse faciale.

C - COMPLICATIONS

1 - Les hernies pariétales

Il s'agit d'une complication heureusement rarissime. Ces hernies sont exclusivement rapportées aux prélèvements tricorticaux qui occasionnent une désinsertion musculaire ainsi qu'un défaut au niveau de la crête iliaque. Il peut par conséquent se produire au travers de cette faiblesse pariétale localisée, une hernie pouvant contenir une anse intestinale. La symptomatologie associera des douleurs abdominales et la palpation d'une masse avec bruits hydroaériques. Le diagnostic sera confirmé par la pratique d'un scanner abdominal. Un étranglement herniaire, un volvulus ont été rapportés (40). Le traitement est chirurgical avec réparation locale des tissus mous plus ou moins associée à la mise en place de plaques synthétiques. La meilleure prévention de cette complication est la réparation de la sangle musculaire et la réalisation de prélèvements de partielle épaisseur.

2 - Les complications vasculaires

D'importantes déperditions sanguines peuvent être le résultat d'un saignement musculaire ou osseux.

L'artère fessière supérieure peut être blessée lors d'un prélèvement de crête iliaque postérieure. Sa section complète occasionne un saignement difficile à contrôler du fait de sa rétraction dans le pelvis. Il est parfois nécessaire de réaliser une fenêtre osseuse pour effectuer l'hémostase (172).

Les hématomes profonds ont une incidence évaluée entre 2% et 9%. Leur prévention comprend la réalisation d'une hémostase rigoureuse et l'utilisation de cire hémostatique limitant le saignement osseux. En ce qui concerne le drainage, il n'est pas recommandé de

mettre un drain au contact de l'os, responsable de pertes sanguines importantes. Un drainage sous-cutané de quelques jours est préférable.

Enfin, des cas de fistules artério-veineuses (95) ont été décrits dans les suites d'une prise de greffe iliaque.

3 - Les complications nerveuses

Plusieurs nerfs de proximité peuvent être lésés au cours du prélèvement.

a - Lésions du nerf fémorocutané (6, 62, 172, 283)

La situation du nerf est soumise à des variations anatomiques. Pour 10% de la population, le nerf fémorocutané se situe au-dessus de la crête iliaque, ce qui le rend plus vulnérable. Le plus souvent la lésion du nerf se produit par un traumatisme indirect lié aux écarteurs ou à l'effet de rétraction cicatricielle. Le nerf peut être sectionné lors d'une incision trop proche de l'EIAS. La symptomatologie de la méralgie paresthésique (353) associe une anesthésie, des douleurs, des brûlures, ainsi que d'autres perturbations neurologiques dans le territoire antéro-externe de la cuisse. Le traitement est difficile, il comprend une désensibilisation, voire une exploration chirurgicale du nerf si la symptomatologie persiste.

b - Autres lésions nerveuses

Le nerf clunéal peut être lacéré ou étiré au décours du prélèvement de crête postérieure. On rappelle qu'il croise la crête iliaque 8 cm en avant de l'EIPS. Des paresthésies et d'autres manifestations neurologiques (95) sont retrouvées dans le territoire sensitif correspondant. Le traitement initial est conservateur. Si les symptômes persistent, une exploration chirurgicale avec excision des névromes et enfouissement musculaire sont pratiqués.

4 - Les complications infectieuses (6,172)

L'incidence des infections profondes au décours d'un prélèvement de crête iliaque est estimée à 1%. Les abcès superficiels sont plus fréquents, ils nécessitent le drainage de la collection et l'instauration d'une antibiothérapie adaptée.

5 - Les douleurs chroniques

Elles sont définies par la persistance de douleurs après six mois d'évolution. Leur incidence est variable selon les séries, comprises entre 6% et 39%. L'utilisation d'incisions respectant les nerfs sensitifs de proximité, le moindre décollement musculaire, le prélèvement limité à la corticale interne, permettent d'en limiter l'incidence.

6 - Les fractures pathologiques

Elles sont rares. REYNOLDS et al. (283) , UBHI et MORRIS (343) ont décrit plusieurs cas de fracture de l'aile iliaque, d'arrachement de l'EIAS dans les suites d'un prélèvement de crête iliaque antérieure.

COVENTRY et TAPPER (62) reportent une série de six patients ayant développé une instabilité sacro-iliaque après le prélèvement d'une greffe osseuse au dépend de la crête iliaque postérieure.

7 - Les séquelles esthétiques

Pour éviter toute cicatrice inesthétique, la fermeture du site donneur doit être réalisée plan par plan. Le décalage de l'incision cutanée vers le bas limite les adhérences et rend la cicatrice moins visible.

8 - Les thromboses veineuses

Les douleurs post-opératoires engendrent une gêne à la marche de 2 à 6 semaines qui peuvent justifier d'un traitement anticoagulant à dose préventive limitant l'incidence des phlébites.

D - APPLICATIONS CLINIQUES

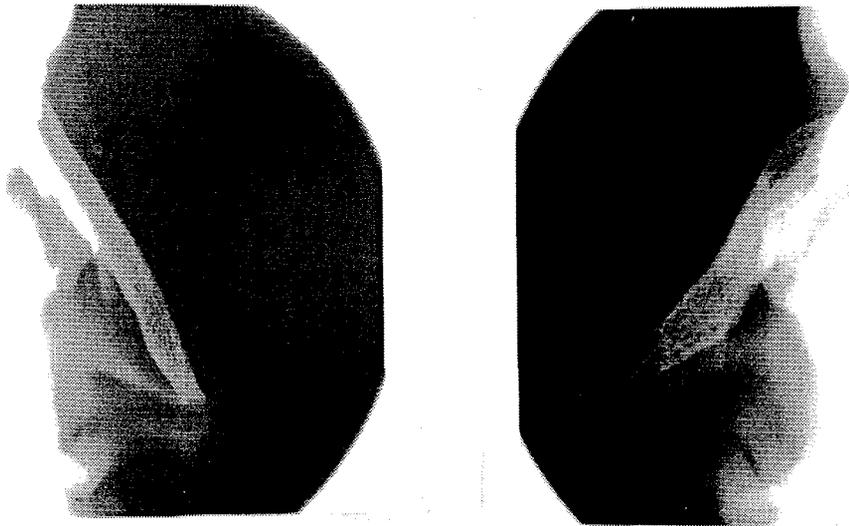
En reconstruction de la pyramide nasale, la crête iliaque a été utilisée par LINNDEMANN et MOWLEM (232) dès 1941. Le greffon iliaque est composé d'une forte proportion d'os spongieux, favorisant la revascularisation par le sous-sol receveur et le succès de la greffe (Photographies 1, 2 et 3, p. 74). La partie interne de la crête iliaque est morphologiquement adaptée pour restituer le relief de l'arête nasale. Cependant la résorption n'est pas négligeable, un quart à un tiers selon FLAGEUL (102) qui prévoit une hypercorrection initiale. L'utilisation de deux greffons d'arête et de sous-cloison, mortaisés entre eux est mieux adaptée que le greffon en L de prélèvement difficile et de résorption plus importante avec risque de bascule. A ce propos, PECH et CANONNI (259) proposent d'utiliser un greffon uniquement cortical au niveau de la columelle, sa résorption partielle a comme résultat une columelle et une pointe moins rigide.

En reconstruction mandibulaire, la crête iliaque a été considérée comme le matériel de choix dès 1916 par LINDEMANN. Des séries ont été publiées rapportant les bons résultats obtenus avec ce greffon (EDGERTON 1950, CONLEY 1953, IVY 1958, MILLARD 1964, TAHER 1990). Cependant les problèmes d'adaptation de forme sont souvent importants et on peut être amené soit à utiliser plusieurs greffons juxtaposés ostéosynthésés entre eux (DAIEFF 1974), soit à plier les greffons à l'aide de fentes verticales selon la technique de MILLARD (224), soit à découper une arche dans un gros bloc d'os iliaque (MANCHESTER 1965 (207)).

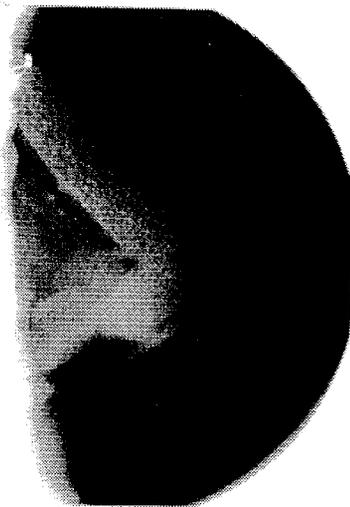
TAHER (331) en 1990 rapporte une série de 128 reconstructions mandibulaires par greffon iliaque, pour des pertes de substances de trois à quinze centimètres suite à des traumatismes balistiques. Les patients ont été opérés trois mois à un an après le traumatisme, le recul était de trois mois à trois ans. Les auteurs signalent 98,43% de survie des greffes et insistent sur l'importance de la qualité du lit receveur.

Des greffes d'os spongieux pur ont également été proposées pour de vastes défauts mandibulaires au décours de la 2^e guerre mondiale (CONVERSE). Ces greffons spongieux sont contenus dans une gouttière ou une attelle métallique (titane, alliage chrome-cobalt, acier inoxydable ...) dont les extrémités sont fixées par vissage aux fragments mandibulaires. Ces gouttières sont perforées de multiples trous pour assurer la revascularisation dans les

Photographies 1, 2 et 3 : Exemples de greffes osseuses iliaques d'arête nasale.



Vues radiologiques des greffons encastrés, synthésés.

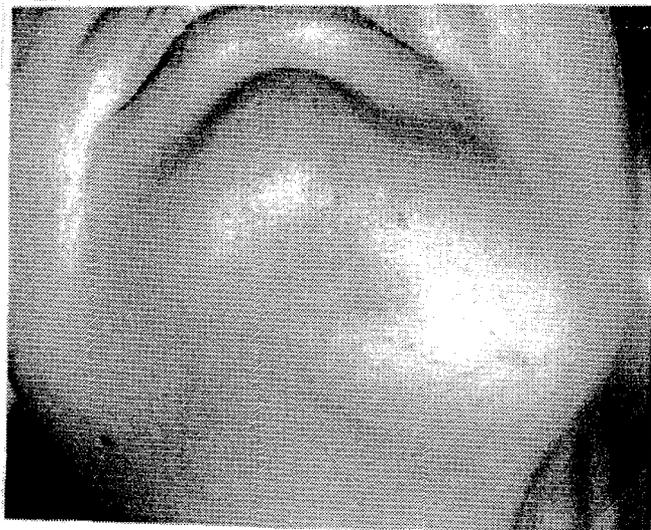


Résultat de la reconstruction du squelette nasal et prépiriforme par greffes osseuses iliaques massives dans un syndrome de Binder.

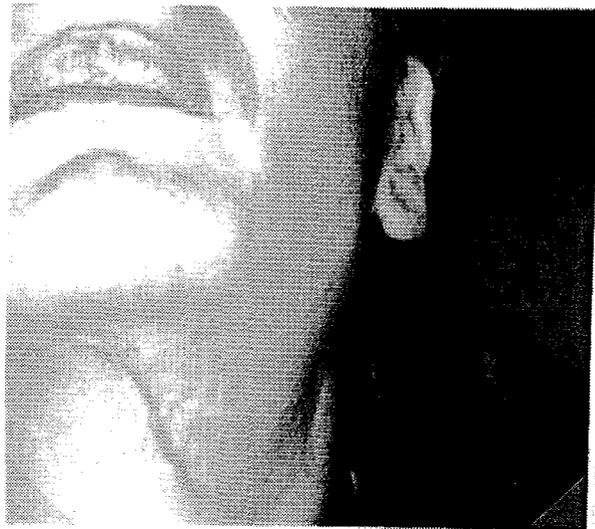
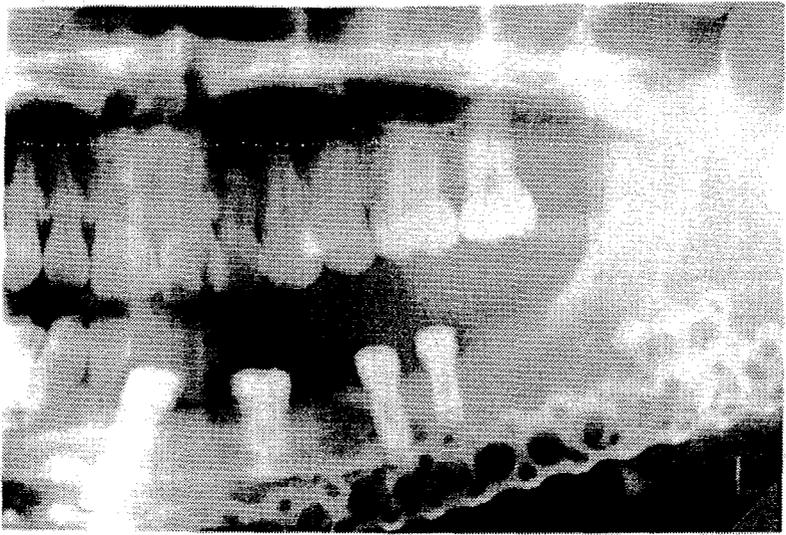
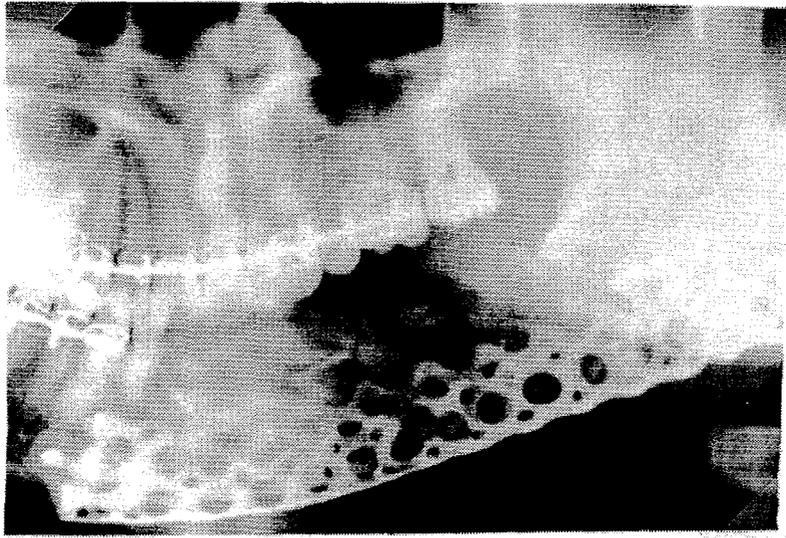
meilleures conditions (Photographies 59 – 64, p. 76 et 77). Les résultats obtenus sont diversement appréciés dans la littérature. Il semblerait que l'utilisation de matériaux alloplastiques (Dacron®, LEAKE 1974, SCHWARTZ 1990) donne de meilleurs résultats.

Enfin, dans la prise en charge secondaire des fentes maxillaires, la crête iliaque reste le site donneur de choix pour la plupart des équipes. La quantité d'os spongieux disponible, ainsi que la faible morbidité grâce aux artifices de prélèvements sont des atouts majeurs (171,178).

La crête iliaque est un excellent site donneur de greffe osseuse, de par son accessibilité, la quantité importante d'os disponible, la facilité de modelage du greffon, le ratio élevé entre les composantes corticale et spongieuse, la haute concentration en ostéoblastes. Cependant, du fait d'une morbidité bien explorée et non négligeable, elle a été souvent critiquée. Le respect des nerfs sensitifs de proximité, de l'insertion des muscles abdominaux, le prélèvement limité à la corticale interne permettent de minimiser les complications et de réduire les douleurs post-opératoires. Elle demeure pour un grand nombre de chirurgiens, le site donneur électif de greffe osseuse.



Photographies 59, 60 et 61 : Tumeur hémimandibulaire gauche traitée par le Dr Linker de Charleroi (cémento-fibrome). Vues cliniques initiales et radiographie pré-opératoire.



Photographies 62, 63 et 64 : Exérèse interruptrice et reconstruction par un autogreffe osseux spongieux iliaque, compressé selon le protocole de Marx sur un support métallique grillagé. Vue clinique postopératoire. La patiente a bénéficié d'une restauration prothétique implantoportée.

III - LA VOÛTE CRÂNIENNE

L'utilisation de la voûte crânienne a été proposée pour la première fois par KÖNIG et MULLER (169, 233) en 1890, sous la forme d'un lambeau ostéocutané. En 1929, DANDY (71) réalise la première autogreffe osseuse pour le traitement d'un encéphalocèle.

Le développement de l'emploi de ce site donneur dérive de la conception actuelle du traitement des crâniosténoses, dont TESSIER (338) a été le promoteur dès 1982.

A - CONSIDERATIONS ANATOMIQUES

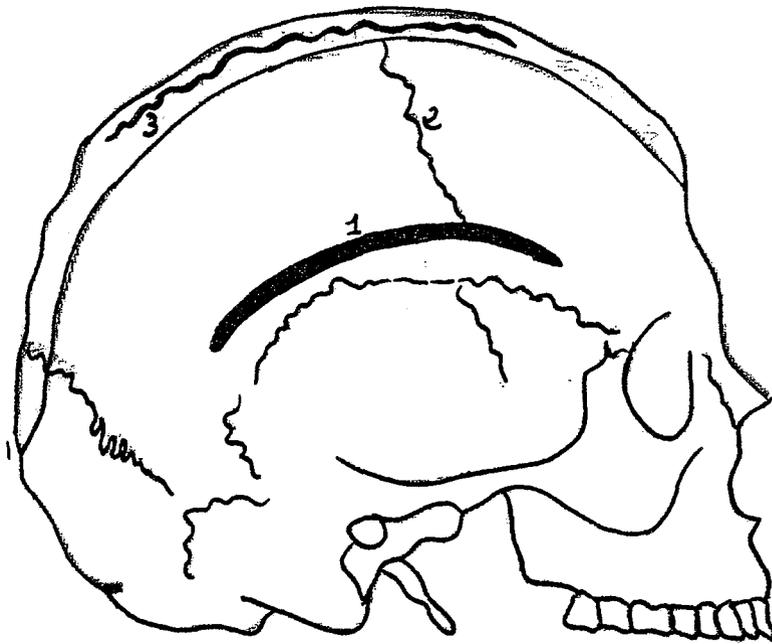
La voûte crânienne est composée de deux os impairs, l'os frontal et l'os occipital, et de deux os pairs, l'os pariétal et l'os temporal. Ces structures osseuses sont séparées par des sutures: sagittale, coronale, lambdoïde, qui jouent un rôle important dans la croissance du crâne.

Le crâne est composé de deux lames d'os cortical appelées table externe et table interne, séparées par une couche spongieuse intermédiaire ou diploë. La table externe est recouverte par le périoste ou périocrâne, la table interne est au contact par sa face profonde avec la dure-mère.

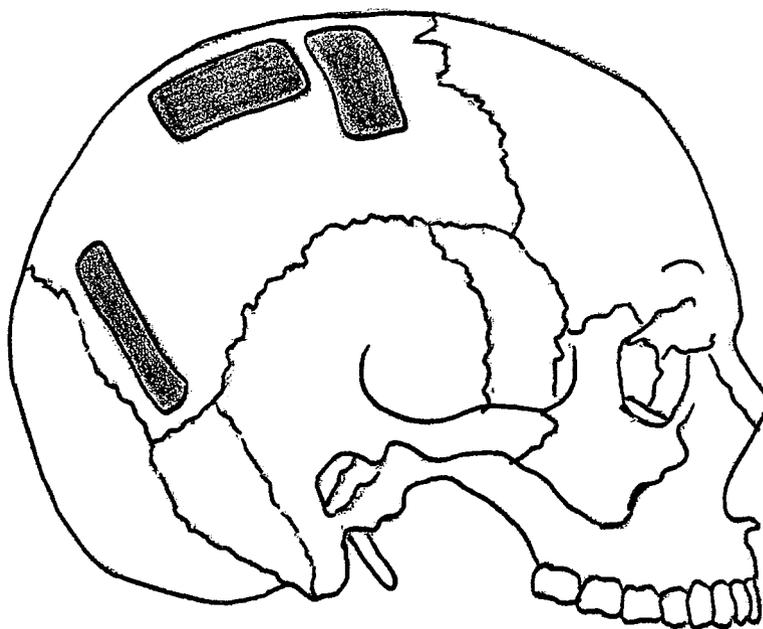
La topographie de plusieurs structures de voisinage est importante à connaître avant d'appréhender le prélèvement d'une greffe osseuse au niveau de la voûte crânienne.

- ***Le sinus longitudinal supérieur*** est situé au niveau de la ligne médiane, généralement décalé vers la droite. Il occupe toute la longueur du bord convexe de la faux du cerveau. Son calibre est faible en avant, il croit progressivement en arrière pour atteindre 1 cm de largeur.
- ***La ligne temporale*** est représentée par l'insertion supérieure du muscle temporal. En dessous de cette ligne l'épaisseur osseuse est plus faible (Fig. 16, p.79).
- ***L'artère méningée moyenne*** donne deux branches de terminaison. Une branche antérieure passant par l'angle antéro-inférieur du pariétal, elle se dirige vers la suture sagittale en cheminant à 1 cm en arrière de la suture coronale. La branche postérieure se porte en haut et en arrière vers l'écaille du temporal et la partie inférieure du pariétal.

Fig. 16 : Site donneur pariétal.



1 :Ligne temporale, 2 : Suture coronale, 3 : Sinus longitudinal supérieur.



PENSLER et Mc CARTY (260) ont réalisé une étude anatomique sur 200 cadavres, visant à évaluer l'épaisseur de la voûte crânienne. Les mesures furent réalisées à des points variables au niveau pariétal, temporal et occipital. Les auteurs ont mis en évidence que l'os pariétal est l'os du crâne dont l'épaisseur est la plus importante, avec les chiffres les plus élevés au niveau de la région pariétale postérieure, et les chiffres les plus faibles dans la région temporale. Au niveau de l'os pariétal l'épaisseur moyenne est comprise en 6,8 et 7,72 mm avec des extrêmes de 3 à 12 mm. Par ailleurs, plusieurs constatations ont été faites :

- * L'os est plus épais chez les hommes que chez les femmes de 1 à 2 mm,
- * L'âge est un facteur à prendre en compte. En effet, le crâne est complètement développé en volume à l'âge de 8 ans, mais continue à croître en épaisseur jusqu'à 20 ans.

A ce propos, KOENIG, DONOVAN et PENSLER (168) ont réalisé une étude sur 96 patients dont la fourchette d'âge allait de 0 à 21 ans, visant à mesurer l'épaisseur de l'os pariétal au niveau d'un point constant grâce à l'utilisation du scanner. Ils ont établi une courbe de croissance de l'épaisseur du crâne en fonction de l'âge (Fig. 17, p. 81). Les auteurs ont également étudié la présence ou l'absence de la diploë en fonction de l'âge. Celle-ci est présente chez 33% des enfants âgés de 1 an, chez 66% des enfants âgés de 2 ans, et à plus de 80% à l'âge de 3 ans. Des courbes évaluant la présence de la diploë en fonction de l'âge ont pu être réalisées. Les auteurs recommandent de ne pas réaliser de prélèvement de partielle épaisseur avant l'âge de 9 ans. (Fig. 18, p.81).

De ces constatations anatomiques, il faut retenir que :

- * l'os pariétal de par son épaisseur est la zone élective de prélèvement,
- * il faut rester à deux centimètres de la ligne médiane pour éviter de léser le sinus longitudinal supérieur,
- * la ligne temporale représente la limite inférieure, l'os étant moins épais en dessous,
- * les sutures sont des zones à éviter du fait de l'adhérence de la dure-mère à leurs niveaux.

Fig. 17 : Epaisseur du crâne en fonction de l'âge.

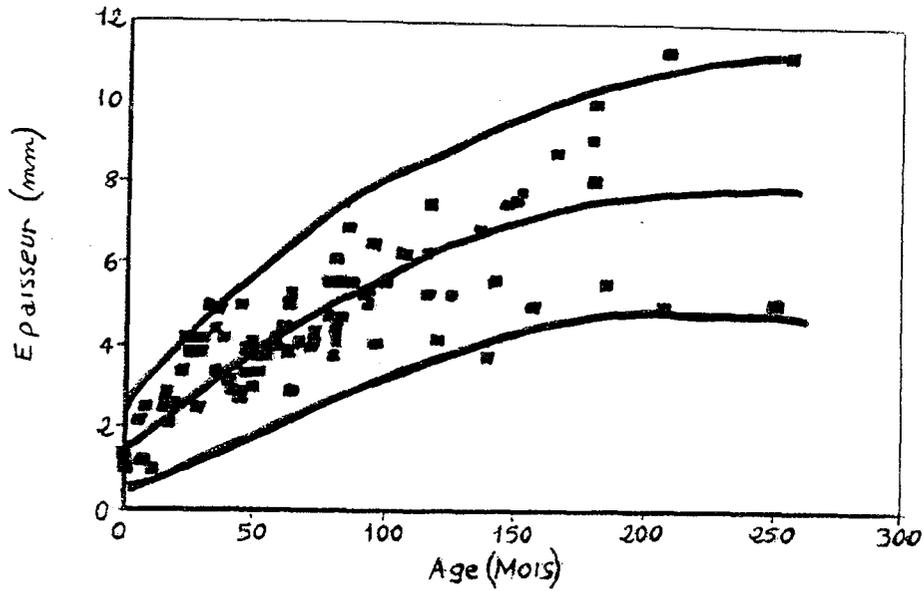
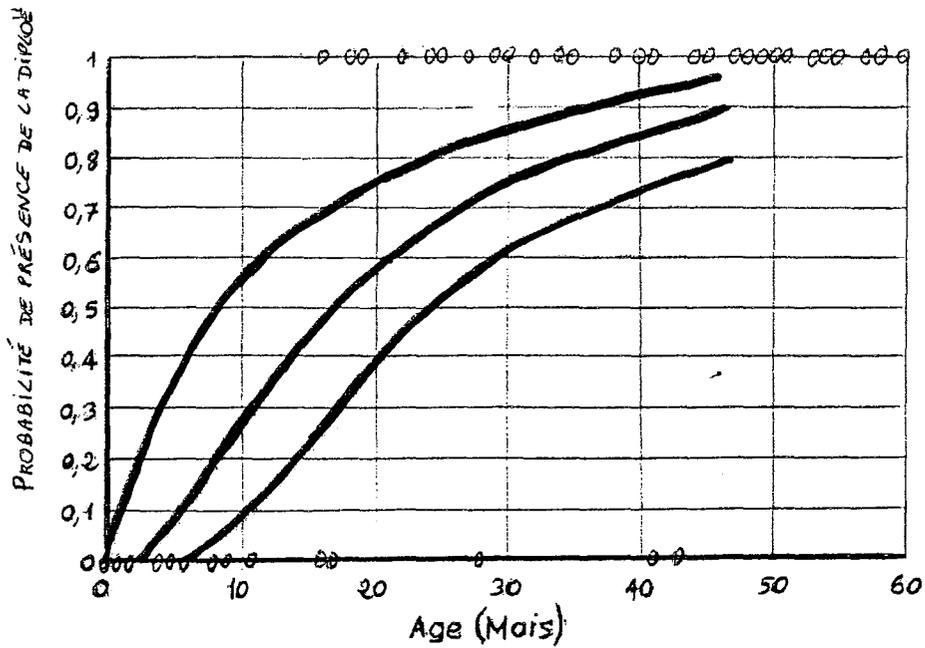


Fig. 18 : Présence de la diploë en fonction de l'âge.



B – TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

Comme nous l'avons vu précédemment, le site donneur électif au niveau de la voûte crânienne est l'os pariétal. Afin d'optimiser la qualité du prélèvement et réduire les complications, plusieurs règles sont à respecter :

- réaliser une radiographie de face et de profil du crâne pour apprécier l'état et l'épaisseur de la voûte crânienne.
- prélever en priorité du côté de l'hémisphère mineur,
- éviter un prélèvement en regard d'une suture où la dure-mère est souvent adhérente, au moins jusqu'à la fin de la croissance,
- éviter la ligne médiane du fait de la présence du sinus longitudinal,
- à déconseiller chez le patient ayant présenté un traumatisme crânien récent,
- réaliser chez le jeune enfant un prélèvement bicortical,
- adapter le choix de la zone prélevée à la forme de la greffe désirée. Si l'on veut une greffe rectiligne, la région antérieure et médiale est le site de choix. Si l'on désire une greffe curviligne, on prélèvera plus latéralement et plus en arrière sur l'os pariétal (273) (Fig. 16, p.79).

L'aire accessible au prélèvement est comprise entre la ligne temporale, les sutures coronales et lambdaïdes et une ligne parallèle passant à deux centimètres de la suture sagittale. Elle mesure environ 8 x 10 cm. (107, 273).

L'exposition du site donneur est réalisée soit par une incision coronale, hémicoronale ou para-sagittale, en veillant à rester à distance (au moins un centimètre) de la zone à prélever pour éviter une rétraction de la cicatrice sur le site donneur. Le rasage du scalp n'est pas obligatoire. Différents types de prélèvements ont été décrits.

1 – Prélèvements de table externe

a - Prélèvement de la table externe de dimension limitée (107, 273, 279)

Une courte incision est réalisée dans le cuir chevelu en regard de la région pariétale, un peu à distance du site donneur. L'incision comprend la galéa. Le périoste peut être ou non

conservé. Un forêt est utilisé pour tracer les limites du prélèvement. Il doit s'arrêter au niveau de la diploë qui est repérée par plusieurs signes :

- l'observation d'un saignement osseux,
- le changement de résistance : élevée pour la table externe, faible pour la diploë,
- enfin, le contrôle visuel.

Pour faciliter le prélèvement il faut émousser la table externe sur un côté de la prise de greffe, ce qui permet de placer un ostéotome mince et courbe tangentiellement à la table interne (Fig. 19, p. 84). Il faut contrôler en permanence la position de l'ostéotome et ne jamais réaliser de mouvement de levier qui auront pour conséquence une fracture de la table interne avec risque de lésion de la dure-mère sous-jacente.

L'hémostase de la tranche osseuse est réalisée par de la cire hémostatique. Les bords autour du prélèvement sont fraisés pour limiter les irrégularités au niveau du site donneur. La fermeture se fait en deux plans (galéa et plan cutané) sur drain de REDON en aspiration.

b - Prélèvement de la table externe de dimension plus importante

(39, 107, 143, 279, 365)

Une voie d'abord coronale est nécessaire. Il est plus facile de prélever plusieurs greffons de 10 à 15 mm de large qu'un greffon plus volumineux d'un seul tenant, car après le prélèvement du premier greffon, les autres sont plus faciles à effectuer (Photographies 4, 5, 6 et 7, p. 85 et 86). Le risque étant soit d'être trop superficiel avec fracture du greffon, soit trop profond avec fracture de la table interne.

S'il s'agit d'un greffon d'un seul tenant, il faut se limiter à 1,5 x 6 cm. Pour faciliter le prélèvement, POWELL et RILEY (273) ont proposé l'utilisation d'une scie oscillante coudée à angle droit permettant de séparer les deux corticales (Fig. 20, p. 84). Selon les auteurs, cette technique est plus facile à maîtriser que l'ostéotome, avec un risque plus faible de pénétration dans la table interne. L'inconvénient est le sacrifice d'une partie de la diploë qui est détruite par la scie, ainsi qu'une brûlure des cellules osseuses.

Pour augmenter la taille des prélèvements de table externe, KELLMAN (161) propose en 1994 l'utilisation d'une scie oscillante malléable, permettant d'épouser le contour de la table interne. Il réalise ainsi 20 prélèvements de taille moyenne de 5 x 7 cm, allant même jusqu'à 7 x 10 cm. Aucune fracture du greffon, ni pénétration de la table interne n'a été rencontrée par l'auteur.

Fig. 19 : Prélèvement de corticale externe à l'ostéotome.

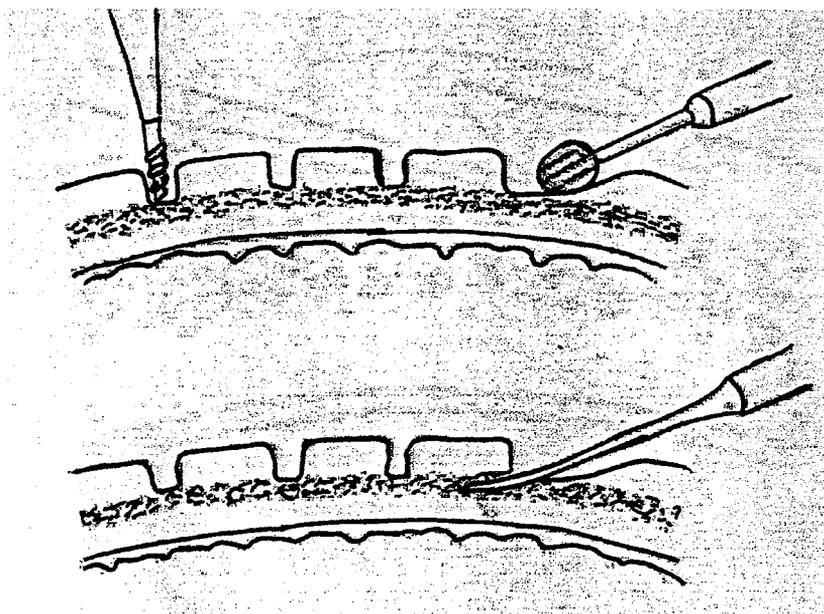
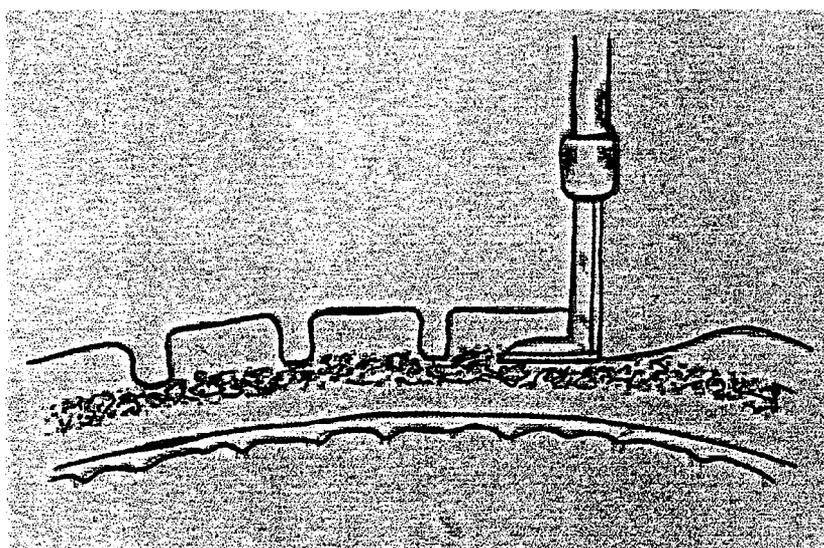
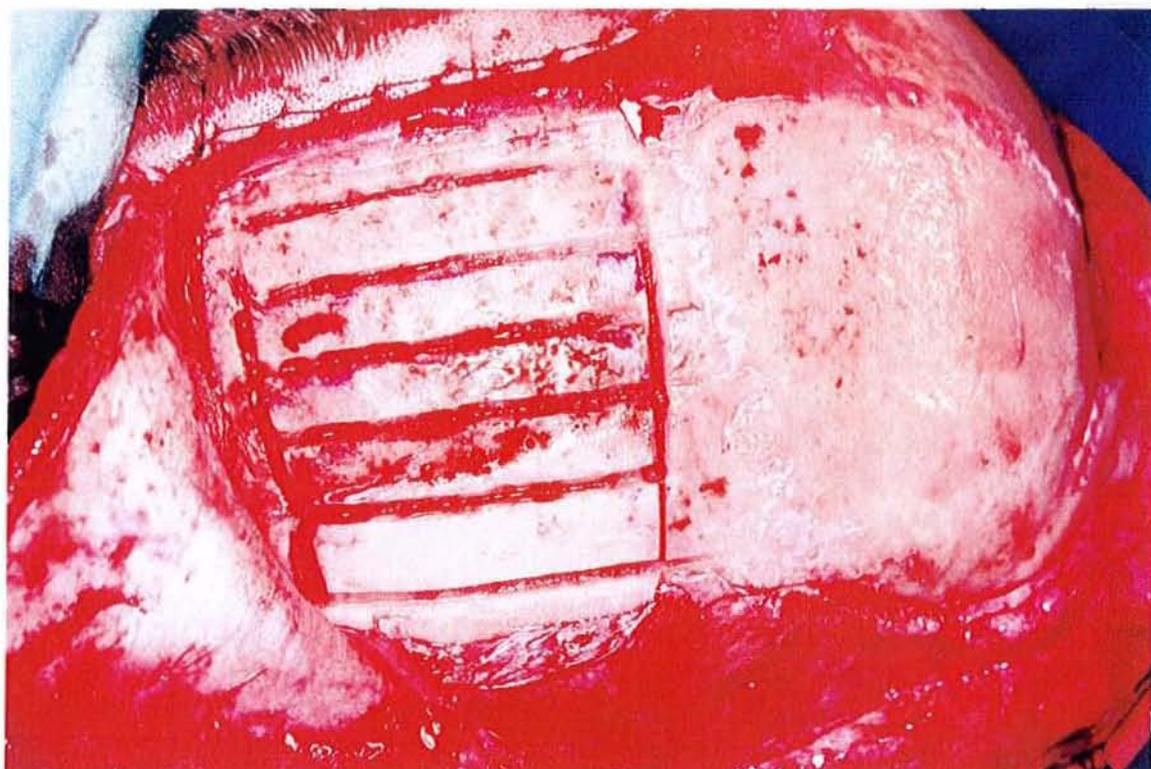
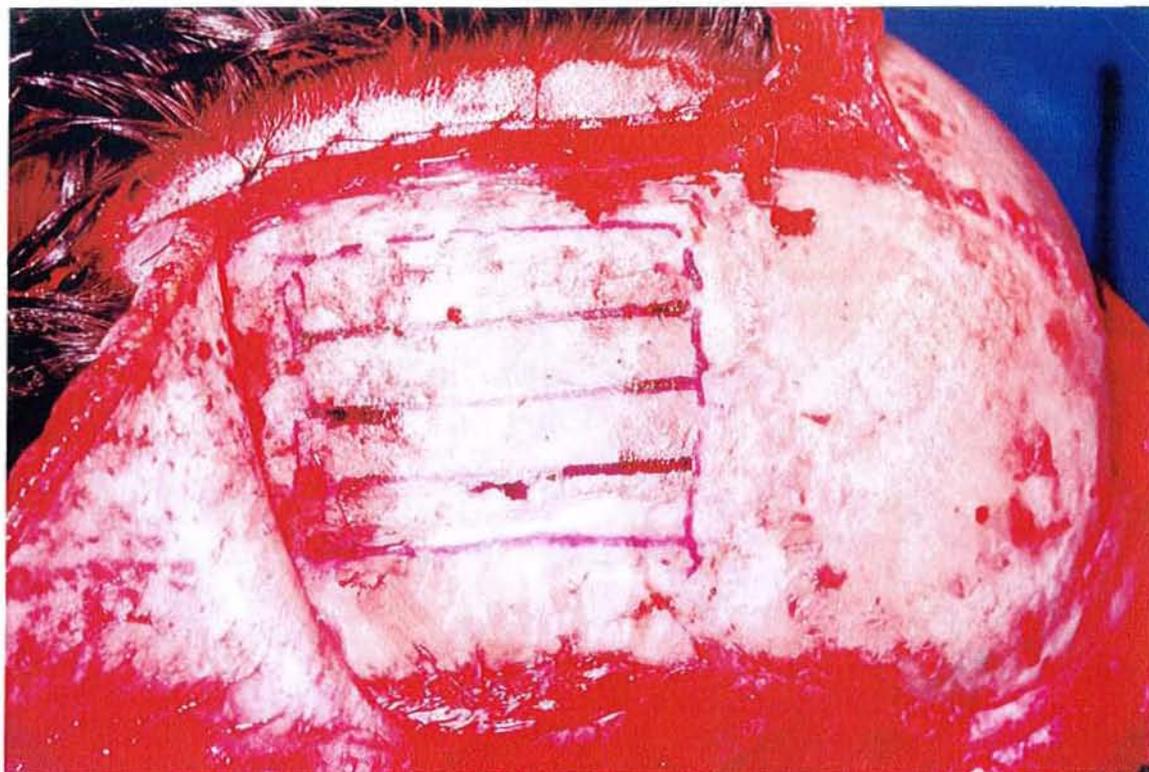
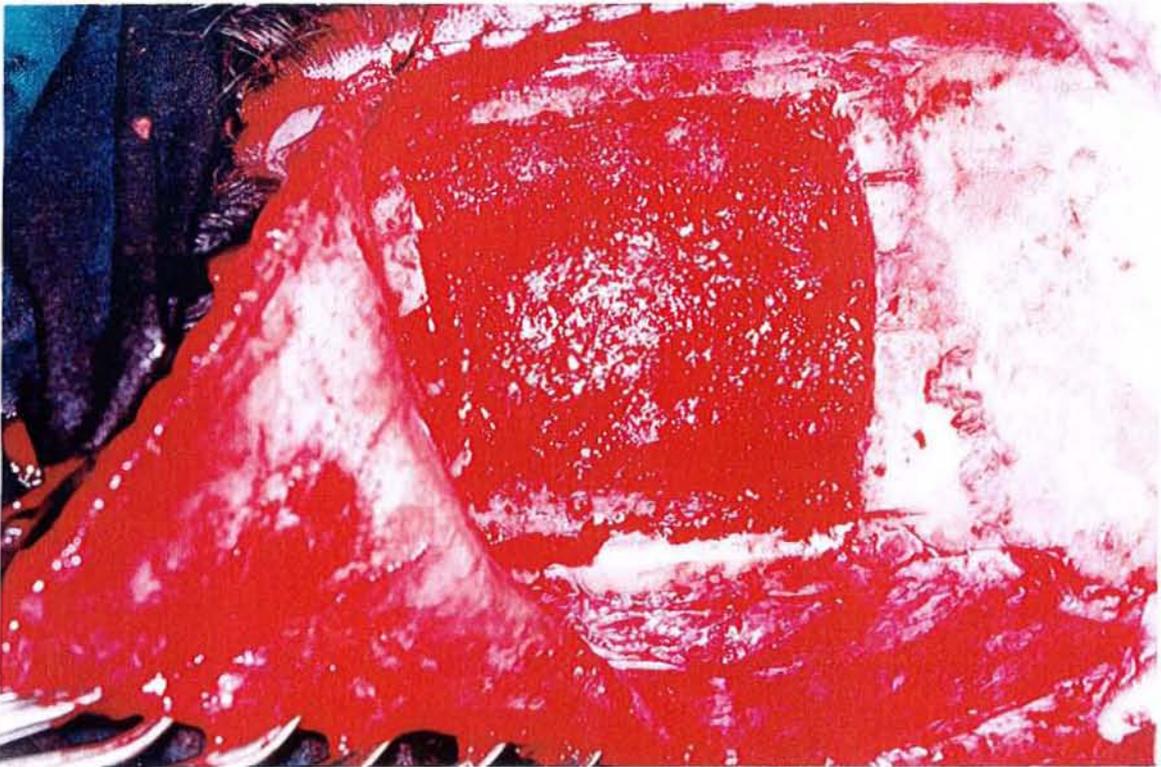


Fig. 20 : Prélèvement de corticale externe à la scie oscillante coudée.





Photographies 4 et 5 : Cas dû à l'obligeance du Pr Y. RAULO. Prélèvement pariétal de table externe.



Photographies 6 et 7 : Cas dû à l'obligeance du Pr Y. RAULO. Prélèvement pariétal de table externe.

c) Autres types de prélèvements partiels

- la poudre d'os

Elle est prélevée avec le crâniotome sous irrigation au niveau de la table externe. On peut lui ajouter le prélèvement de la diploë à la curette. Cette poudre d'os sera intéressante pour le comblement de zone irrégulière au niveau frontal par exemple, ou en complément d'une greffe corticale pour colmater les interstices. Chez l'enfant, elle permet la régénération osseuse au niveau des défauts de la voûte crânienne (143, 311).

- les greffons d'épaisseur partielle de la table externe «skull CHIPS» (143)

En utilisant un ostéotome tranchant, rectiligne, on peut prélever des copeaux au dépend de la table externe. Pour éviter la fragmentation des greffons, il faut conserver le périoste ce qui permet d'obtenir des greffes fines convexes que l'on peut utiliser par exemple au niveau du plancher orbitaire ou de l'arcade zygomatique. On peut avec cette technique, obtenir une bonne quantité osseuse. Les copeaux peuvent également être utilisés autour des greffes larges, comme matériau de comblement.

- prélèvements d'os spongieux :

La partie spongieuse appelée diploë peut être prélevée de plusieurs manières :

- * On peut réaliser 5 à 7 perforations sous irrigation de la table externe avec un large forêt (50, 178, 358), permettant de recueillir la diploë ainsi que des copeaux de table externe. Le saignement est maîtrisé par l'application de cire hémostatique.
- * On peut lever un volet de table externe permettant de recueillir la diploë sous-jacente, le volet étant reposé ensuite et ostéosynthésé.

L'indication principale est le traitement des fentes alvéolaires.

2 – Prélèvements de pleine épaisseur (279, 338)

Ils impliquent la réalisation d'un volet pariétal. Pour cela on effectue quatre trous de trépan, la face profonde du volet est libérée à l'aide du décolleur à dure-mère, ce qui permet de passer la scie de Gigli assurant la section osseuse (Fig. 21, p. 89). Une suspension de la dure-mère à la périphérie du volet est réalisée, ainsi qu'une hémostase draconienne. La présence d'un neurochirurgien ou du moins sa disponibilité permet de travailler en toute sécurité.

Une fois le volet levé, deux possibilités s'offrent alors :

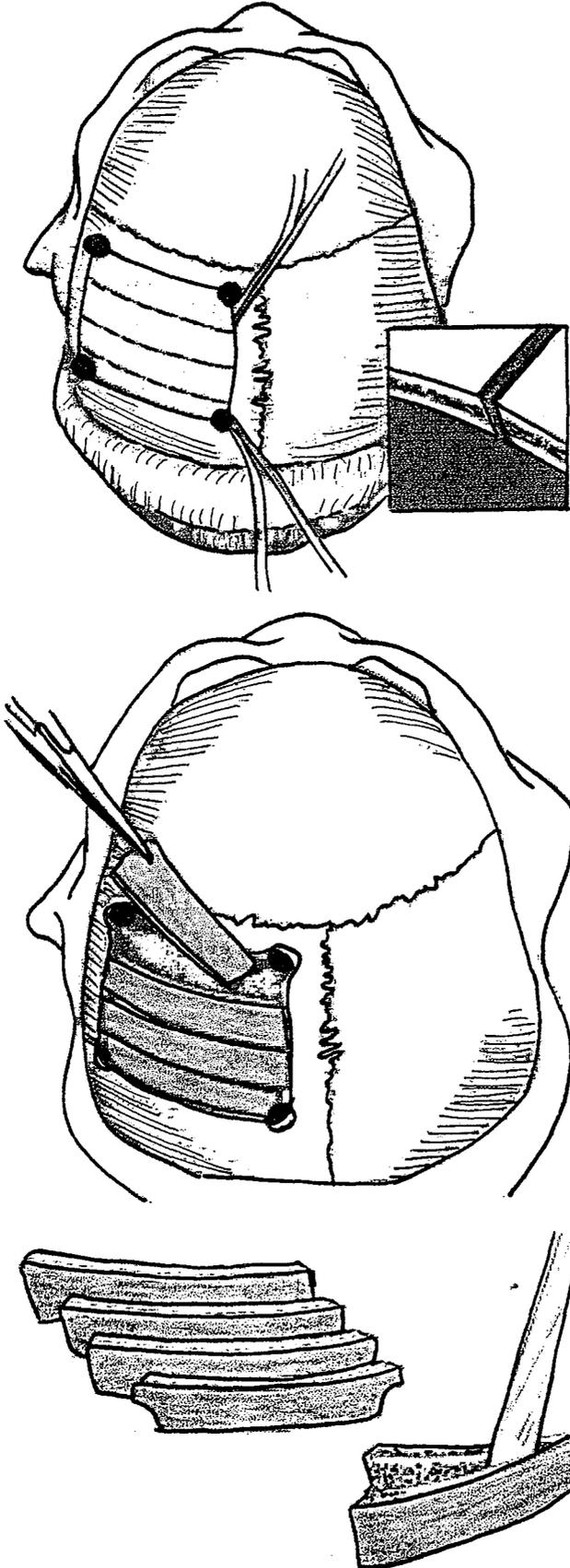
- la première consiste à dédoubler le volet d'un seul tenant, soit au ciseau frappé, soit à la scie oscillante. L'ostéotome a pour avantage de mieux respecter la diploë et d'éviter l'échauffement nuisible à la survie des cellules osseuses. Une moitié du volet est remise en place sur le site donneur, l'autre est utilisée comme greffe osseuse. On obtient ainsi un greffon de grande dimension, mais de faible épaisseur, surtout composé d'os cortical (Photographie 8, p. 90).
- la deuxième possibilité consiste à fragmenter le volet en plusieurs bandes de 10 à 15 mm de large (Fig 21, p. 89). La moitié est dédoublée, puis remise en place sur le site donneur, l'autre moitié fournit des greffons de pleine épaisseur. Dans ce cas, le volet doit avoir le double de la surface de la perte de substance osseuse à reconstruire.

Ces prélèvements de pleine épaisseur sont nécessaires dès qu'il faut un apport osseux de volume élevé. De plus, comme on l'a vu chez le jeune enfant (168), la diploë n'est pas toujours présente (80% à l'âge de 3 ans), et l'épaisseur de la voûte crânienne est faible avant l'âge de 9 ans (< 6 mm) rendant difficile le prélèvement de table externe.

3 – La fosse temporale

L'os temporal peut également être prélevé, cependant plusieurs auteurs (279) déconseillent son utilisation du fait de sa faible épaisseur et d'une diploë pratiquement inexistante. SPEAR et al. (319) décrivent en 1987 une technique de prélèvement de greffe

Fig. 21 : Prélèvement pariétal bicortical selon TESSIER.





Photographie 8 : Cas dû à l'obligeance du Pr Y. RAULO. Prélèvement pariétal bicortical avec dédoublement du volet d'un seul tenant.

osseuse au niveau de la fosse temporale (Fig. 22, p. 92). L'abord est une incision hémicoronale, permettant la section du muscle temporal à 1 cm de son insertion sur la crête temporale. Le muscle est ensuite refoulé permettant le prélèvement d'une greffe de pleine épaisseur de 4 x 6 cm. L'épaisseur osseuse à ce niveau est de 3 à 4 mm. Le rapport à connaître est l'artère méningée moyenne, qui lorsqu'elle est blessée doit bénéficier d'une hémostase soigneuse. La poudre d'os ainsi que les copeaux récupérés sont mis en place sur le site donneur et le muscle temporal est suturé au moignon d'insertion. Selon les auteurs, l'avantage de cette technique est l'absence de séquelle à type d'irrégularité du scalp, la facilité de réalisation par rapport à la pratique d'un prélèvement partiel au niveau pariétal. Ils n'ont pas noté de complication dans leur série et recommandent l'assistance d'un neurochirurgien pour les opérateurs peu entraînés à ce type de chirurgie.

C - COMPLICATIONS

Lorsque l'on respecte les règles de prélèvement l'incidence des complications reste faible. On peut les classer en deux catégories.

1 - Complications mineures

L'exposition de la dure-mère au décours d'un prélèvement partiel n'est pas considérée comme une véritable complication. Son incidence est estimée à 10% (166). Elle devra systématiquement être recouverte par une greffe osseuse. Le plus souvent, l'application de copeaux prélevés aux dépens de la table externe est suffisante, cependant lorsqu'elle est de taille plus importante un volet osseux sera mis en place.

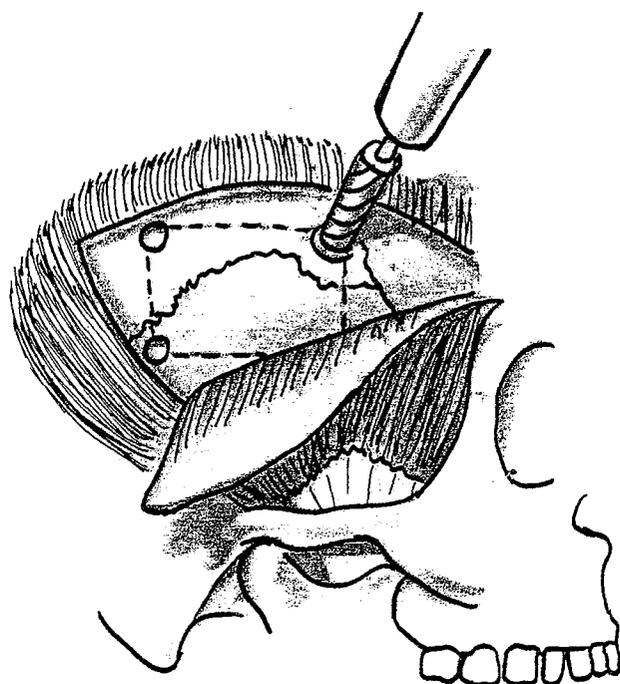
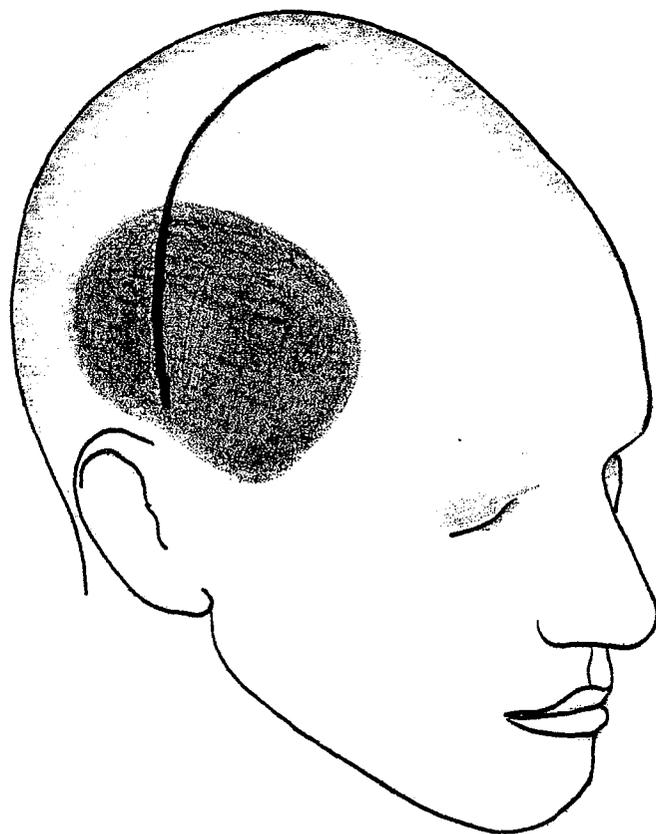
L'hématome sous-cutané, le sérome sont prévenus par la mise en place d'un drainage.

L'infection locale du scalp nécessite une reprise avec mise à plat et drainage. Elle peut se compliquer d'une nécrose d'une partie du cuir chevelu.

L'apparition d'une collection en rapport avec une brèche dure-mérienne est résolutive après un repos au lit de quelques jours.

Les anomalies de contours perçues à la palpation du scalp peuvent être minimisées si on réalise un fraisage des bords du site de prélèvement.

Fig. 22 : Prélèvement d'os temporal selon SPEAR.



Enfin, comme pour toute cicatrice du scalp, il peut persister une petite zone alopécique, invisible si la cicatrice est bien orientée.

2 - Complications graves

a - Les lacérations dure-mériennes

Les lacérations de la dure-mère imposent l'exposition permettant de rechercher une lésion du cortex cérébral sous-jacent et de réaliser une hémostase rigoureuse. La présence d'un neurochirurgien est nécessaire pour la prise en charge des lésions cérébrales occasionnées. La dure-mère sera ensuite réparée par suture directe ou apposition d'un patch de péricrâne, puis recouverte par une greffe osseuse.

b - Les pénétrations intracérébrales

De conséquences graves, elles nécessitent l'appel d'un neurochirurgien, pour réaliser le bilan et la réparation des lésions.

c - Les plaies vasculaires

Les plaies du sinus longitudinal supérieur sont évitées si l'on reste à distance de la ligne médiane.

Une plaie de l'artère méningée moyenne peut être occasionnée lors d'un prélèvement temporal. L'hémostase est réalisée à la pince bipolaire après exposition.

d - Les hématomes intracrâniens

Il peut s'agir d'hématome extra-dural en cas de prélèvement de table externe, d'hématome sous-dural, d'hématome intracérébral. Le diagnostic doit être précoce et le traitement adapté pour minimiser les séquelles.

3 - Revue de la littérature

PARSA (252) rapporte 62 greffes de table externe compliquées de seulement trois séromes. JACKSON et al. (145) rapportent 265 greffes de calvarium avec 5,6% de complications, aucune séquelle neurologique. POSNICK et al. (272) ont réalisé 26 greffes de

pleine épaisseur sans incident. ILANKOVAN et JACKSON (139) présentent 279 greffes de voûte crânienne en reconstruction orbitaire, avec 4,6% de complications mineures. CANNELA et HOPKINS (33) reportent un cas de lacération du sinus longitudinal supérieur.

En 1995, KLINE et WOLFE (166) font la revue des 586 greffes de calvarium réalisées entre 1975 et 1991. Ils retrouvent 1% de complications mineures, aucune complication neurologique, 10% d'exposition de la dure-mère. Ils demandent aux différents membres de la société Internationale de Chirurgie Crânio-faciale le nombre de greffes réalisées au niveau de ce site donneur et l'incidence des complications rencontrées. Sur 12672 greffes prélevées, seules trois complications neurologiques temporaires sont retrouvées.

L'incidence des complications sérieuses est donc faible lorsque le prélèvement est réalisé par un chirurgien ayant une bonne formation en chirurgie crânio-faciale. Cependant, il faut rester très attentif car la prise en charge des lésions occasionnées doit être faite dans les plus brefs délais, la disponibilité d'une équipe neurochirurgicale est nécessaire.

D - APPLICATIONS CLINIQUES

Sous l'impulsion de TESSIER (338), les greffes osseuses de voûte crânienne eurent de nombreuses applications en chirurgie crânio-maxillo-faciale.

JACKSON (144) a utilisé dès 1983 le pariétal en reconstruction nasale. Il semblerait que ce site donneur présente un taux de résorption moindre par rapport aux greffes osseuses d'origine endochondrale où l'on retrouverait une résorption constante responsable de 9 à 20% d'échec (129). Ces constatations ont été confirmées par HUNTER(138), POWEL(273), CHENEY (46), PARSA (252), retrouvant un très faible taux de résorption dans cette indication (<1%). JACKSON (144) recommande d'effectuer le prélèvement dans le plan sagittal chez l'homme (dorsum rectiligne) et dans le plan coronal chez la femme (dorsum concave). Les inconvénients sont marqués par l'épaisseur parfois insuffisante et la difficulté de modelage du greffon.

En reconstruction orbitaire, le greffon pariétal bénéficie d'une bonne intégration au site receveur. TESSIER (338), HUNTER (138), POWEL (273) ne signalent aucune fonte osseuse des greffons dans la chirurgie des parois de l'orbite.

En revanche pour la reconstruction mandibulaire, les contraintes mécaniques et le milieu à potentiel septique favorisent la résorption du greffon. POWEL (273) signale sur 49 greffons, jusqu'à 20% de résorption.

WOLFE et BERKOWITZ (358) furent les premiers à proposer le prélèvement d'os spongieux au niveau de la voûte crânienne, dans la prise en charge secondaire des fentes maxillaires. L'intervention était pratiquée entre 7 et 11 ans, les résultats obtenus étaient encourageants en terme de formation osseuse et de migration dentaire au sein de la greffe osseuse. LAROSSA et al. (178) ont comparé cliniquement et radiologiquement les résultats obtenus en utilisant des greffes osseuses d'origine iliaque et crânienne dans la réparation des fentes alvéolaires résiduelles. Ils ont noté d'excellents résultats dans 82,2% des cas avec les greffes iliaques et 8,9% de mauvais résultats. Avec les greffes de pariétal, ils ont obtenus seulement 58,3% d'excellents résultats et 16,7% de mauvais résultats. Cette différence est encore majorée pour les fentes sévères(178). KORTEBEIN et al. (171) ont fait les mêmes constatations.

Enfin, la courbure et l'épaisseur ainsi que la faible résorption, font de la greffe de pariétal un procédé de choix en reconstruction du malaire et de l'arcade zygomatique.

Ce site donneur présente de multiples avantages :

- La réalisation d'un champ opératoire unique pour la zone donneuse et la zone receveuse.
- Une déformation minime de la zone donneuse.
- L'absence de douleur et de gêne fonctionnelle invalidante, autorisant une hospitalisation plus courte et ne nécessitant pas d'immobilisation.
- Une quantité d'os disponible relativement importante par rapport aux autres sites donneurs.
- La possibilité de réaliser le prélèvement sous anesthésie locale.
- Pour certains auteurs, une moindre résorption du greffon du fait de son origine membraneuse (127, 168, 174, 315, 363)

Cependant, le prélèvement de pariétal n'est pas dénué d'inconvénients :

- Le greffon est peu malléable et difficile à modeler du fait de sa composition corticale prédominante.
- Le tissu spongieux est peu abondant, cependant on peut prélever de la poudre d'os pour colmater les interstices entre les différentes greffes osseuses.
- L'épaisseur du greffon, variable d'un individu à l'autre peut être insuffisante.
- Il n'offre pas la possibilité d'une deuxième équipe chirurgicale ce qui rallonge le temps opératoire.
- Les complications sont rares mais graves.
- L'appréhension du prélèvement par le patient et sa famille.

IV. LE SITE DONNEUR COSTAL

Le greffon costal n'est pas d'utilisation récente en reconstruction faciale. En 1912 MACEWEN (205) l'utilise pour reconstruire une mandibule. En 1915, KAPPIS réalise le premier une crânioplastie avec un greffon costal. En Australie BROWN (25) en 1917, et aux États-Unis BALLIN (8) suggèrent de prélever seulement la moitié externe de la côte. FAGARASANU (96) en 1937 eut l'idée de fendre la côte pour obtenir des greffons dédoublés. En 1963 LONGACRE, DE STEFANO et HOLMSTRAND (195) communiquent leurs résultats de 247 autogreffes costales dédoublées pour la réparation de pertes de substance étendues du crâne et de la face.

A - RAPPEL ANATOMIQUE

Les côtes sont des os plats, incurvés à concavité interne. Elles ont une direction d'arrière en avant et de haut en bas, cette obliquité augmentant de la première à la douzième côte. De ce fait, les incisions des voies d'abord se rapprocheront d'autant plus de la ligne axillaire postérieure. Leur longueur augmente de la première à la septième côte, puis diminue de la huitième à la douzième. Elles ont toutes à peu près la même morphologie, mis à part la première côte. Elles présentent une tête postérieure prolongée par un col portant une tubérosité articulaire pour l'apophyse transverse de la vertèbre correspondante. Le corps est allongé et aplati, il constitue le site donneur électif costal.

Au niveau du corps, le bord supérieur est arrondi, le bord inférieur est épais, limité par deux lèvres. La lèvre superficielle est plus basse que la lèvre profonde, elles limitent une gouttière où chemine le paquet vasculo-nerveux intercostal (Fig. 23, p. 98).

B - VALEURS BIOLOGIQUES ET MECANIQUES DU GREFFON COSTAL(176)

Les côtes sont constituées d'une couche de tissu spongieux comprise entre deux lames de tissu compact, on aura donc :

Fig. 23 : Prélèvement costal : anatomie.

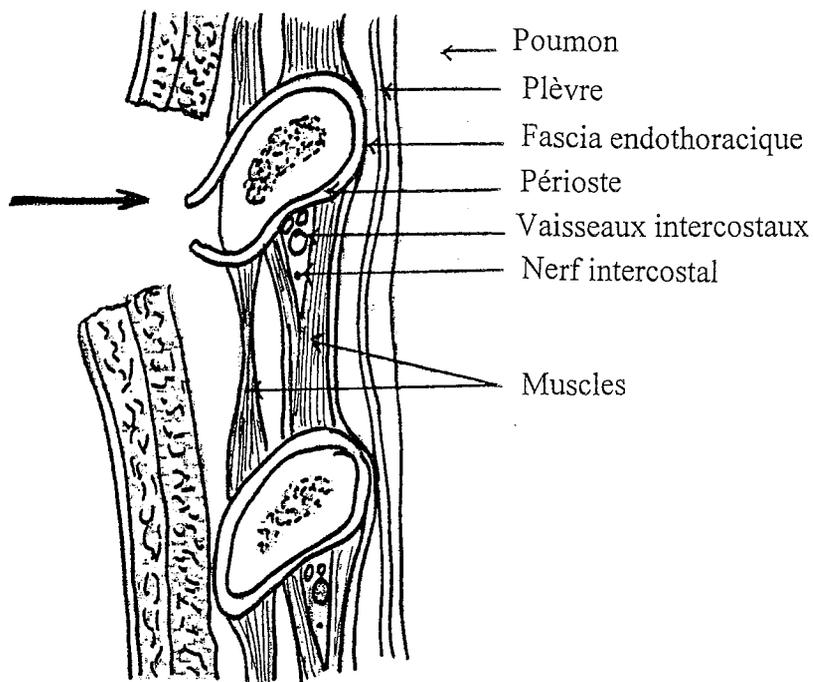
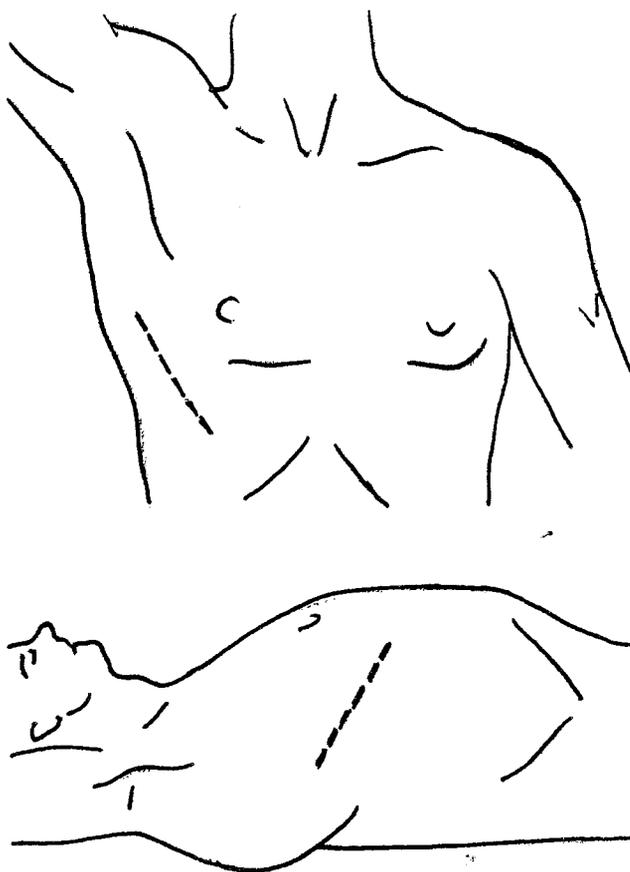


Fig. 24 : Incision.



- à la périphérie une substance osseuse dense, richement minéralisée, formant une coque d'os compact permettant d'assurer le rôle mécanique du greffon,
- au centre, une substance osseuse plus rare à disposition trabéculaire favorisant l'ostéogenèse.

Le pouvoir d'ostéogenèse des côtes est très important comme le témoigne la consolidation des fractures de côtes, même chez les personnes âgées cachectiques. Chez l'enfant, la restitution complète du site donneur est obtenue au bout 5 semaines.

Les travaux de LONGACRE, DE STEFANO (193-195) confirment cette grande valeur ostéogénique. Ils ont réalisé des biopsies de greffon costal, une, deux, puis 5 semaines, 6 mois et deux ans après l'intervention. A six mois, l'incorporation du greffon est telle qu'il n'est pas possible de distinguer l'os greffé de l'os receveur. Après deux ans, la biopsie ne retrouve que quelques rares vestiges de la côte originelle.

C - LE PRELEVEMENT COSTAL

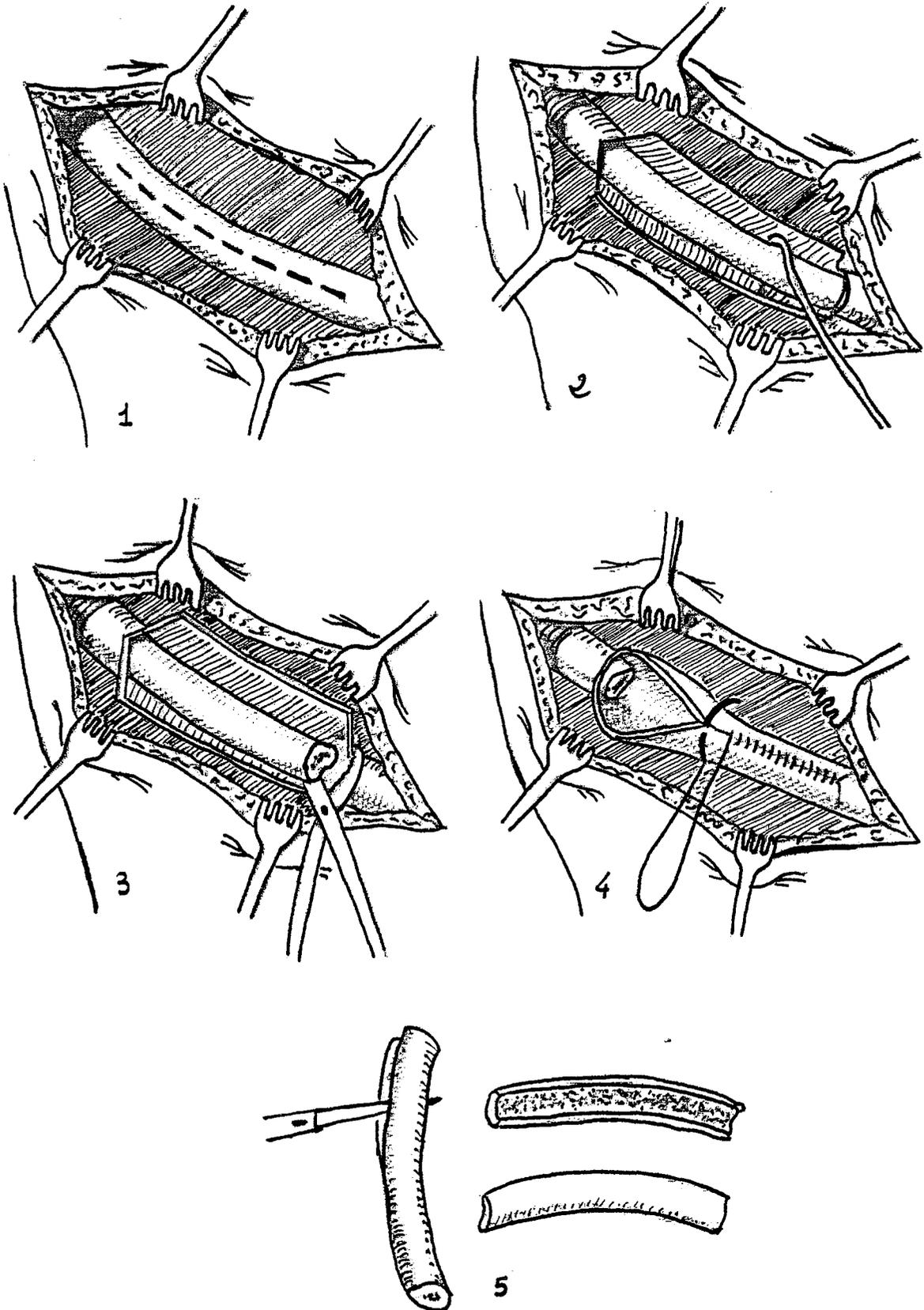
La zone de prélèvement élective est située au niveau des 7°, 8°, 9° côtes. Le patient est installé le plus souvent en décubitus dorsal, le bras étant écarté et fixé soit à angle droit, soit au-dessus de la tête du malade sur un support.

1 - Prélèvement d'une seule côte

On réalise une incision cutanée oblique en bas et en avant parallèlement à la direction de la côte choisie ; allant de la ligne axillaire postérieure à la ligne axillaire moyenne, sur 8 à 10 centimètres (Fig. 24, p. 98).

Après repérage du segment costal, on incise longitudinalement le périoste de la face externe (Fig. 25, p. 100). La face externe de la côte est ruginée, permettant de décoller le périoste. La libération des bords supérieur et inférieur est assurée à l'aide d'une rugine courbe (FARABEUF ou OLLIER) en veillant à ne pas blesser la plèvre. Ensuite, on décolle le périoste à la face postérieure, permettant d'introduire la rugine de DOYEN qui assurera par des mouvements de va et vient le dépériostage de toute la face postérieure avec plus de facilité. A l'aide d'un costotome coudé, les deux extrémités du greffon costal sont

Fig. 25 : Prélèvement de greffe osseuse costale.



sectionnées. Il faut toujours vérifier l'absence de plaie au niveau de la plèvre. Le lit costal est ensuite refermé en suturant le périoste, le plan musculaire et le plan cutané. Un drainage est mis en place pour éviter un hématome post-opératoire.

2 - Prélèvement de plusieurs côtes

La voie d'abord utilisée est une incision parallèle à la septième côte depuis l'angle de l'omoplate jusqu'à la ligne axillaire antérieure. La technique pour chaque côte est la même que celle décrite précédemment. Les côtes choisies peuvent être consécutives, ou alternées s'il est nécessaire d'en prélever plus de deux. Chaque lit costal doit être rigoureusement refermé pour assurer la régénération du site donneur.

3 - Prélèvement d'une moitié externe de côte

Décrite en 1917 par BROWN (25), cette technique a l'avantage de conserver la cage thoracique intacte. Elle est surtout intéressante lorsque le besoin en greffon osseux est peu important et peut être utilisée en reconstruction du plancher orbitaire.

On peut également prélever à l'aide d'une gouge courbe, de fines tranches de périoste et d'os accolés. Ces greffons ostéo-périostés sont très flexibles et peuvent facilement être modelés.

4 - Préparation et utilisation du greffon costal

Le greffon costal peut être utilisé de quatre façons différentes :

- La côte peut être utilisée en entier assurant un rôle d'ostéosynthèse et un rôle mécanique de soutien. Pour la modeler, il faut réaliser des fractures en « bois vert » au niveau d'une seule corticale.
- La côte peut être utilisée en greffon dédoublé, la fonction mécanique est ici au second plan, le rôle d'ostéogenèse étant prépondérant. Pour cela on réalise un clivage vertical de la côte, et l'on obtient deux héli-greffons avec chacun une corticale et une médullaire d'os spongieux, qui ont conservé la forme et la courbure de la côte originelle. On peut également réaliser un greffon dédoublé en

« tuile » en sectionnant uniquement le bord inférieur, ce qui peut être intéressant pour les greffons osseux des rhinopoïèses. Le modelage du greffon est assez facile du fait de l'importante plasticité du greffon costal. Pour se faire on peut soit pratiquer des encoches symétriques sur chacun des bords ce qui permettra d'étaler le greffon, soit «écraser » le greffon à l'aide d'une pince tous les cinq millimètres, ce qui permet d'obtenir la forme désirée.

- On peut utiliser seulement la partie spongieuse. En effet, la côte constitue une réserve de tissu spongieux dont le rôle d'ostéogenèse a déjà été souligné.
- Enfin, les copeaux de côtes représentent le type même de la greffe ostéo-périostée.

En reconstruction faciale les greffes costales dédoublées sont les plus intéressantes.

D - COMPLICATIONS

1 - Complications précoces (183, 355, 356)

La fréquence des pneumothorax dans les suites d'un prélèvement costal est de 5 à 30% selon les auteurs. Le diagnostic est soit peropératoire par la constatation d'une brèche pleurale (test au sérum physiologique), qui sera réparée par suture directe, poumon appliqué à la plèvre par mise en pression positive. Le diagnostic peut être post-opératoire, justifiant la pratique systématique d'une auscultation et d'une radiographie pulmonaire. Un drainage thoracique sera effectué.

Il peut également survenir un hémithorax ou un hémopneumothorax nécessitant un drainage.

Les infections ou hématomes pariétaux sont peu fréquents.

Les douleurs de type pleurales sont quasi systématiques avec une durée moyenne de deux semaines (183).

2 - Complications tardives (183, 355, 356)

Des douleurs pleurales persistantes à long terme sont retrouvées dans 7% des cas.

L'existence d'une cicatrice inesthétique peut être évitée par la réalisation d'une incision bien placée, dans le sillon sous-mammaire, ainsi que par la pratique d'un surjet intradermique.

Il peut persister une dépression visible ou palpable au niveau du site donneur.

La régénération costale dépend de la qualité de la fermeture du sac périosté.

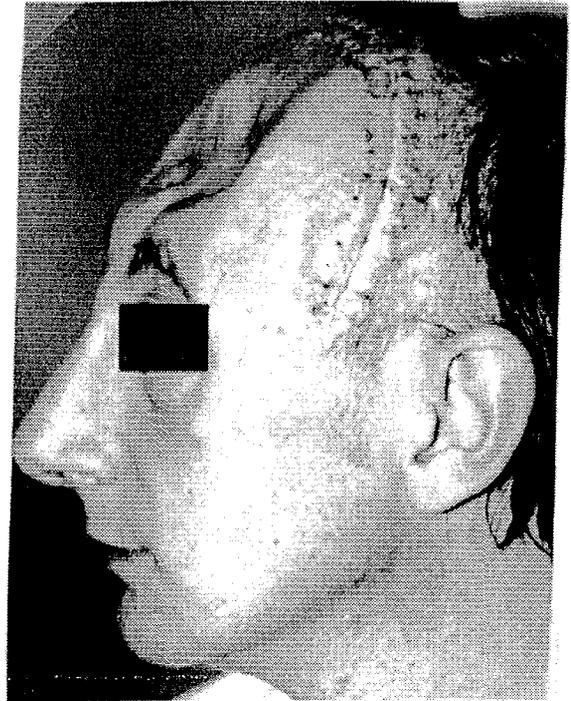
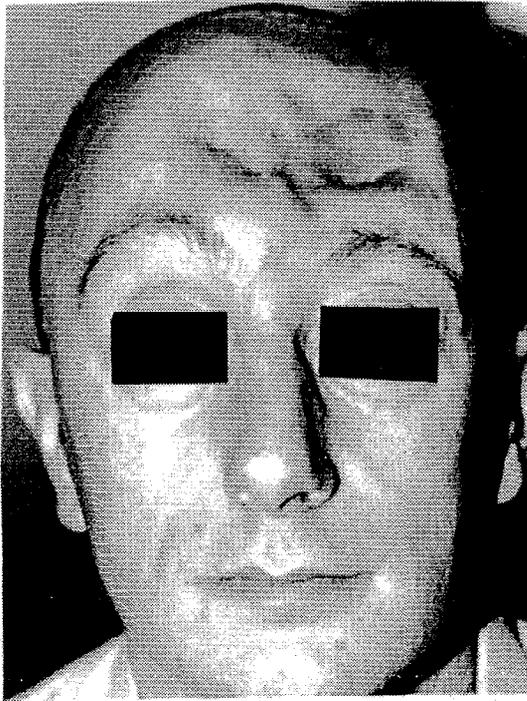
Enfin, il a été retrouvé chez l'enfant, une interférence du prélèvement costal avec le développement de la cage thoracique et de la glande mammaire.

E - APPLICATIONS CLINIQUES

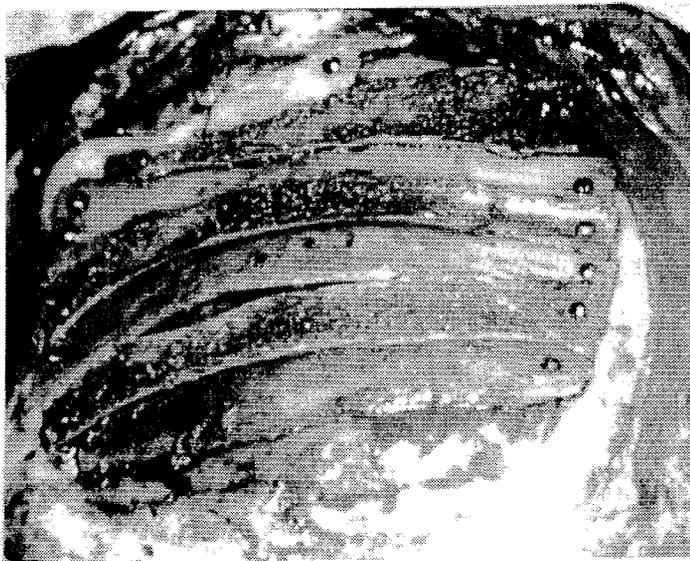
La côte a été et reste encore d'utilisation courante dans le cadre des crânioplasties. En 1963, LONGACRE et DE STEFANO (193) rapportent leur expérience de reconstruction par greffon costal de pertes de substances étendues crâniennes d'origine congénitale, traumatique ou chirurgicale, portant sur plus de 250 patients. Les avantages sont la très bonne intégration du greffon, la plasticité permettant d'obtenir une forme adaptée (Photographies 9-14, p. 104 et 105). L'utilisation de greffons dédoublés a permis de reconstruire des pertes de substances atteignant 85% à 90% de la voûte crânienne.

La morphologie du greffon costal est favorable à la reconstruction mandibulaire, sa courbure s'apparente à celle de la mandibule et sa hauteur à celle de l'os basilaire. Ses propriétés mécaniques : malléabilité, souplesse permettent de réaliser facilement tous les types de montage (encastrement, mortaisage...) et de la cintrer par juxtaposition de fractures en bois vert. Son clivage fournit facilement des attelles corticospongieuses de renforcement. Ces caractéristiques expliquent sa large utilisation dans les reconstructions de vastes pertes de substance mandibulaires avant l'avènement des techniques microchirurgicale (11).

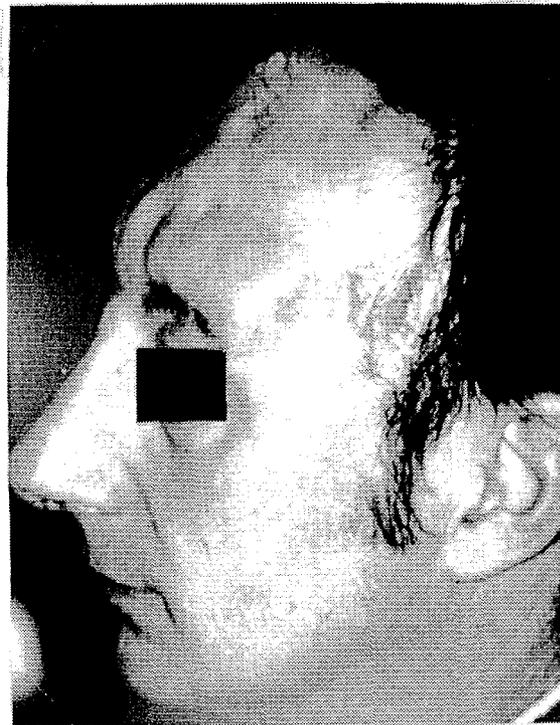
Il faut accorder une place particulière au greffon chondrocostal décrit par GILLIES (112) en 1920, pour la reconstruction de l'articulation temporo-mandibulaire (A.T.M.). Ce procédé est intéressant chez l'enfant avec comme objectif la reconstruction de la fonction, de la symétrie de l'articulation temporo-mandibulaire et l'obtention d'un potentiel de croissance adéquat. Les indications usuelles sont les ankyloses de l'A.T.M et les agénésies condyliennes souvent associées à d'autres malformations, provenant d'un défaut de développement du 1° et du 2° arc branchial (100, 156, 263). Cependant, le taux de croissance de ces greffes chondro-costales est variable, allant de l'absence à l'excès, difficilement prédictible (124).



Photographies 9 et 10 : Perte de substance frontale après embarrure ouverte et rhinorrhée ayant récidivé, les reconstructions préalables ayant été lysées en milieu infecté.



Photographies 11 et 12 : Réparation après restauration de l'étanchéité par greffes costales dédoublées, encastrées et vissées.



Photographies 13 et 14 : Résultats postopératoires.

La malléabilité du greffon costal rend son utilisation aisée dans la restauration des galbes de la face. Il occupe également une place de choix dans la reconstruction du plancher orbitaire où un prélèvement de partielle épaisseur respectant la corticale interne, permet de limiter la morbidité sur le site donneur (150).

Enfin, sa plasticité peut être mise à profit dans la rhinopoïèse, la greffe en «tuile» restaurant le relief de l'arête nasale.

Le site donneur costal présente comme avantage :

- une quantité importante d'os disponible. Il a été prélevé jusqu'à huit côtes (4 de chaque côté) sur le même patient
- l'épaisseur de la greffe
- les qualités ostéogéniques
- la régénération du site donneur
- la souplesse, la plasticité permettant un modelage aisé
- la simplicité du prélèvement.

Cependant, il a comme inconvénient :

- un rôle mécanique moins important, surtout pour les greffons dédoublés
- des douleurs post-opératoires fréquentes, invalidantes
- une cicatrice visible, parfois inesthétique.

V - LA MANDIBULE

HOFER et MEHNERT (132) en 1964, NEUNER en 1965 proposent l'utilisation de la mandibule comme site donneur de greffes osseuses dans le cadre des reconstructions prothétiques des atrophies alvéolaires chez le sujet édenté. Plusieurs parties de la mandibule peuvent être prélevées, tels la branche montante, l'apophyse coronoïde, la symphyse, la branche horizontale. Elle constitue une autre source de greffe osseuse d'origine membraneuse.

A - TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

1 - La branche horizontale (189, 290)

La branche horizontale de la mandibule permet le prélèvement d'un greffon unicortical rectangulaire de 1.5 x 3.0 cm.

L'infiltration à la xylocaïne adrénalinée de la muqueuse permet de limiter le saignement. L'incision est réalisée depuis la branche montante, le long de la ligne oblique externe jusqu'à la première molaire, à un centimètre de la ligne mucogingivale. Un lambeau mucopériosté est levé, puis récliné permettant l'exposition de la face externe du corps mandibulaire. L'ostéotomie horizontale supérieure est pratiquée depuis l'angle, jusqu'à 3mm en arrière du trou mentonnier, complétée par deux ostéotomies verticales. Pour prévenir toute lésion du pédicule neuro-vasculaire maxillaire inférieur, et toute lésion des racines dentaires, l'ostéotome doit rester au contact de la surface interne de la corticale externe (Fig. 26, p. 108).

2 - La symphyse (17, 135)

La région symphysaire permet le prélèvement d'un greffon uni ou bicortical rectangulaire. La zone donneuse est délimitée verticalement entre les apicales des canines définitives, elle est comprise horizontalement en-dessous des apicales des incisives (5 mm) et au-dessus du rebord basilaire (3 à 5 mm) (Fig. 27, p.108 et Photographies 15 et 16, p. 109).

Après infiltration à la xylocaïne adrénalinée, une incision marginale est pratiquée dans le sulcus gingival le long des incisives, complétée par deux incisions verticales en regard des

Fig. 26 : Prélèvement de corticale externe au niveau de la branche horizontale.

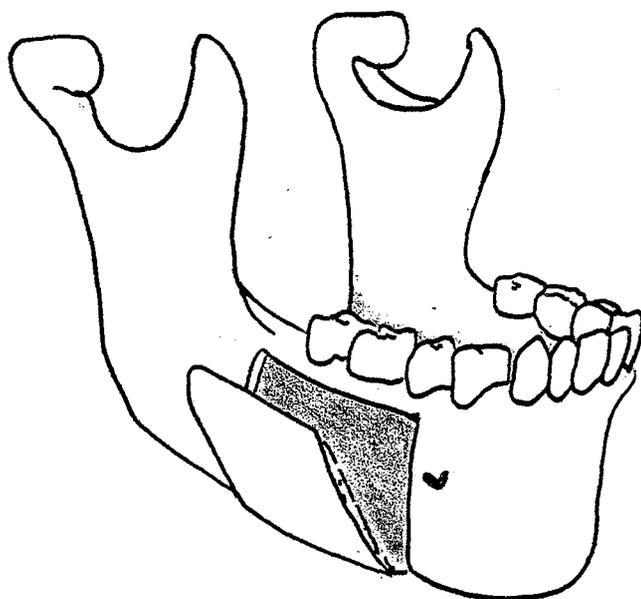
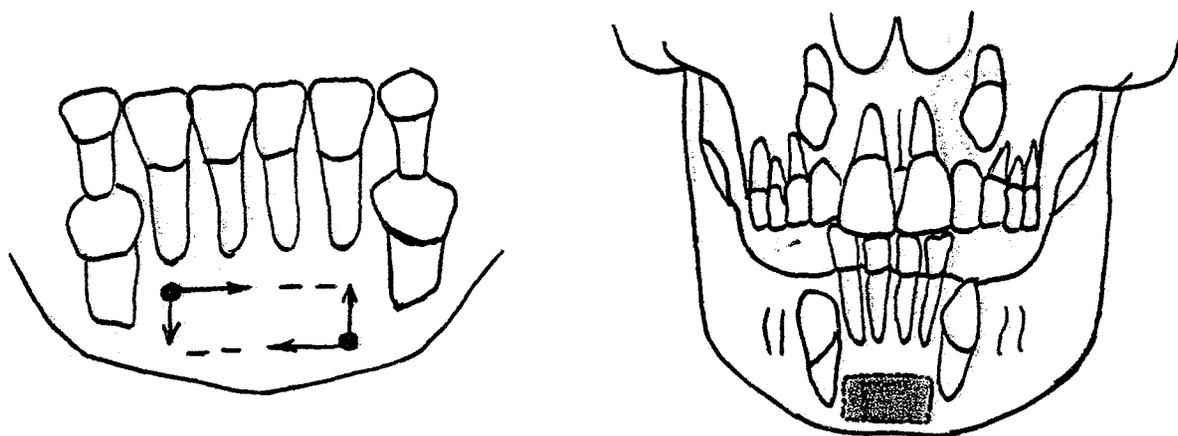
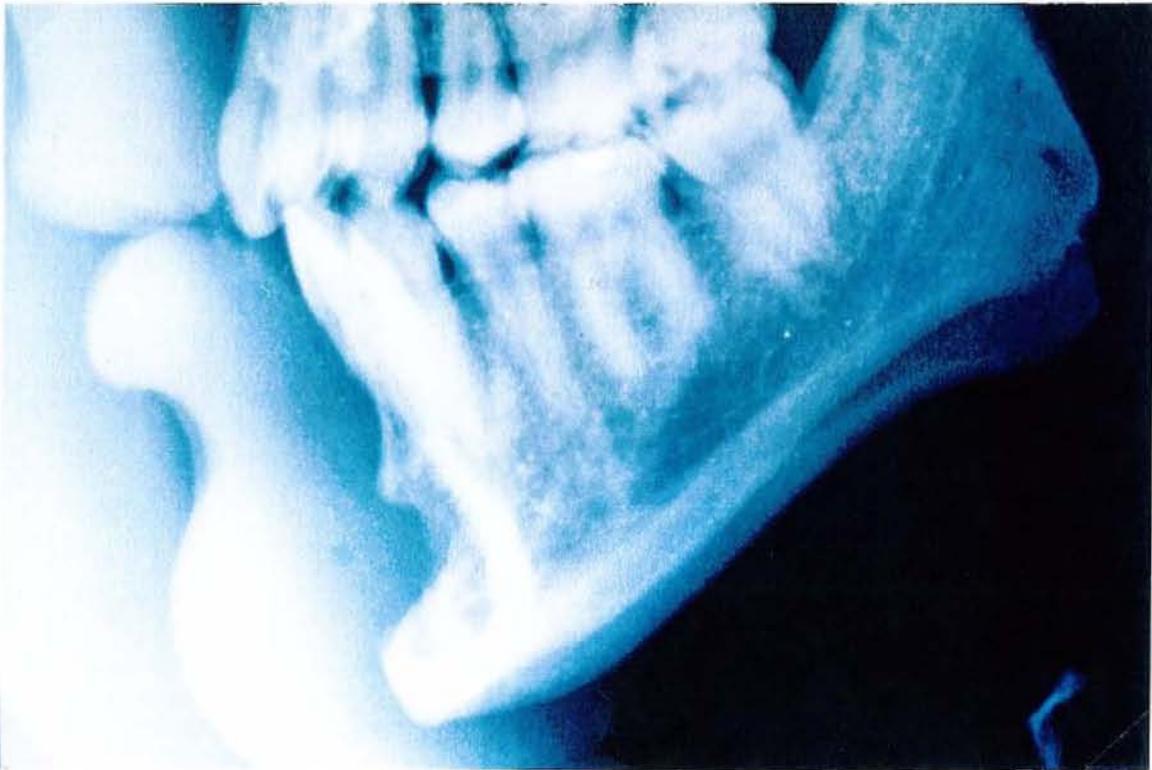


Fig. 27 : Prélèvement bicortical symphysaire.





Photographies 15 et 16 : Prélèvement unicortical symphysaire. Radiographie du site donneur.

canines. La région symphysaire est exposée, le prélèvement du greffon uni ou bicortical est réalisé à la scie oscillante. En cas de prélèvement bicortical les muscles linguaux sont suturés à la mandibule. La fermeture est assurée en deux plans par points séparés. La mise en place d'un drain n'est pas obligatoire. Cette technique n'occasionne pas de modification de la croissance du menton, de déficit palpable des contours, de dysfonctionnement lingual, et permet l'obtention d'un greffon cortico-spongieux.

Cependant la morbidité n'est pas nulle. On retrouve comme complications (135) essentiellement des lésions dentaires à type de nécrose pulpaire, d'oblitération du canal pulpaire, de perturbation de la croissance dentaire. Les dysesthésies dans le territoire du nerf dentaire inférieur sont le plus souvent régressives. L'incidence de ces complications reste faible.

3 - L'apophyse coronoïde (227, 362)

Après infiltration à la xylocaïne adrénalinée l'incision est réalisée verticalement en regard de la branche montante, permettant l'exposition de l'apophyse coronoïde. Il faut désinsérer le muscle temporal, le prélèvement du greffon est assuré à la scie oscillante.

Il existe un risque de saignement important en peropératoire. Les douleurs accompagnées d'un trismus sont fréquentes dans les suites opératoires.

B - COMPLICATIONS

En dehors des complications propres à chaque zone prélevée (lésions dentaires, lésions du nerf maxillaire inférieur...), on retrouve les hémorragies peropératoires, les infections locales, les fractures iatrogènes de la mandibule.

C - APPLICATIONS CLINIQUES

L'emploi de greffes osseuses mandibulaires pour la réparation secondaire des fentes alvéolaires a été développé par BOSKER et VAN DIJK (1980), puis repris par KOOLE et al. (170), FREIHOFER et KUIJPERS-JAGTMAN (103), SINDET-PEDERSEN et ENEMARK (313), BORSTLAP et al. (17). Ces auteurs mettent en avant les bons résultats obtenus, la

faible morbidité et l'accessibilité du site donneur, la diminution de la durée opératoire et d'hospitalisation. FREIHOFER (104) obtient de meilleurs résultats avec le site donneur mandibulaire, comparativement aux greffons iliaques et costaux. La quantité osseuse disponible semble suffisante dans cette indication.

En reconstruction du plancher orbitaire, la symphyse (7), l'apophyse coronoïde (227), peuvent également être utilisées. Cependant il faut les réserver pour des défauts inférieurs à deux centimètres de diamètre.

Enfin le site donneur mandibulaire, permet le prélèvement de cales pour les ostéotomies maxillaires, de greffes « onlay » de dimensions modérées.

Le site donneur mandibulaire présente plusieurs avantages :

- * l'accessibilité du site donneur,
- * la réalisation d'un seul champs opératoire réduisant le temps d'intervention,
- * l'absence de cicatrice visible,
- * une morbidité faible réduisant la durée d'hospitalisation.

Cependant il n'est pas dénué de complication (lésions dentaires, lésions du nerf dentaire inférieur...) et la quantité d'os disponible est peu importante.

VI - LE SITE DONNEUR TIBIAL

La métaphyse tibiale supérieure constitue une source non négligeable d'os spongieux, une baguette corticale peut également être prélevée à ses dépens.

A - TECHNIQUES DE PRELEVEMENT (38)

Le prélèvement d'os spongieux peut être réalisé soit par un abord de la face interne, soit de la face externe du tibia. Le prélèvement d'une baguette corticale se fait au niveau de la face interne.

1 - Voie d'abord externe

Au niveau de la face antérieure du genou on retrouve différentes artères qu'il faut connaître afin de les préserver. Il s'agit des artères articulaires supéro et inféro-internes, de l'artère articulaire inféro-externe, de l'artère récurrente tibiale antérieure (Fig. 28, p.113).

L'installation du patient se fait en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse du côté prélevé. Il faut repérer à la palpation le tubercule de GERDY. L'incision cutanée est située en regard du tubercule de GERDY, légèrement oblique, sur une longueur de 3 cm. On retrouve l'insertion proximale du muscle jambier antérieur en dehors, et le tendon rotulien en dedans. Un lambeau ostéo-périosté en « U » à pédicule supérieur est réalisé à l'aide d'une fraise. Ce lambeau est récliné vers le haut permettant le prélèvement d'os spongieux en utilisant des curettes de taille différentes (Fig. 29, p.113). Il faut veiller à ne pas remonter en sous-chondral pour ne pas occasionner une fracture des plateaux tibiaux. Une fois le greffon spongieux prélevé, le capot osseux est remis en place, la fermeture du plan périosté est effectuée avec drainage sous-cutané. La reprise de l'appui est autorisée dès le lendemain.

2 - Voie d'abord interne

La face interne du tibia permet de prélever de greffes cortico-spongieuses longues, rectilignes et solides. On choisira la partie haute de la diaphyse plus large que la partie distale.

Fig. 28 : Prélèvement tibial : anatomie.

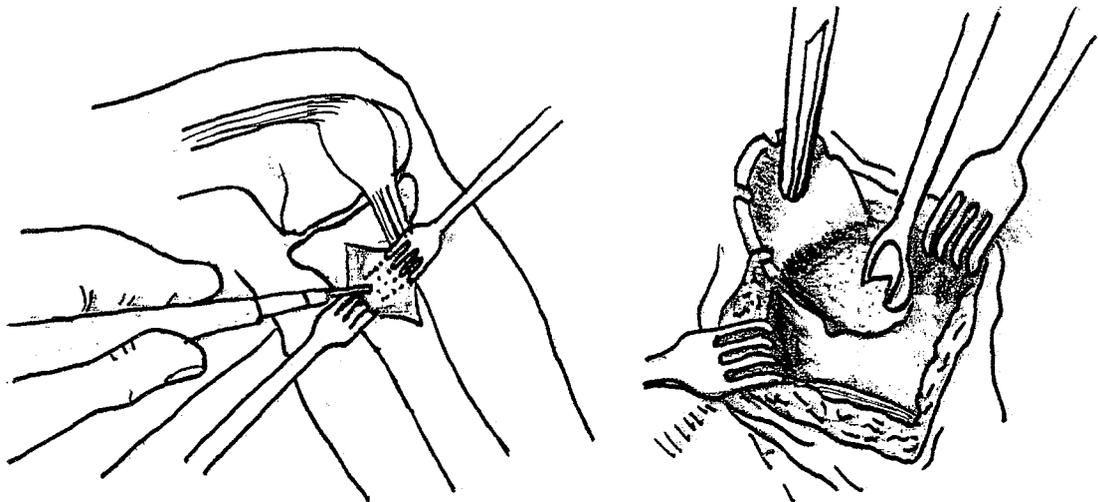
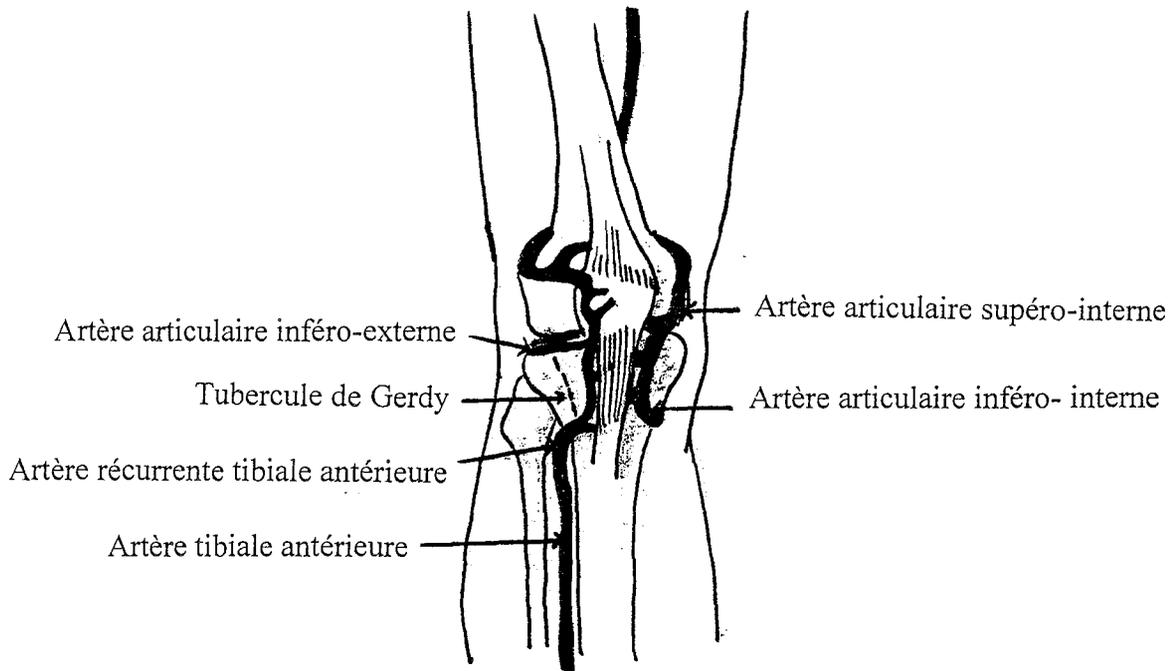


Fig. 29 : Prélèvement d'os spongieux au niveau du tubercule de GERDY.

La peau est incisée au milieu de la face interne, et l'os est atteint directement, sans décollement. L'incision débute en haut au même niveau que la tubérosité tibiale antérieure et s'étend sur une longueur adaptée à la taille de la greffe à prélever. Le tibia est ruginé en sous-périosté, et la baguette osseuse est prélevée en ayant soin de rester à au moins cinq millimètres de la crête tibiale antérieure, qui ne doit pas être fragilisée. On pourra compléter le prélèvement par du spongieux métaphysaire, ramené à la curette, sans remonter trop haut sous les plateaux tibiaux pour ne pas fragiliser l'os sous-chondral. La fermeture est réalisée plan par plan, un drainage sous-cutané est mis en place. L'appui total est autorisé, par contre les mouvements de torsion sont proscrits pour une durée de 3 mois.

B - MORBIDITE-COMPLICATIONS

Des douleurs associées à une gêne à la marche peuvent persister plusieurs jours, et ceci d'autant plus que le prélèvement est important.

Les fractures des plateaux tibiaux séquellaires sont exceptionnelles si l'on respecte l'os sous-chondral. Les autres complications sont semblables aux autres sites donneurs. Il s'agit d'infections locales, d'hématomes, de douleurs persistantes, de cicatrices inesthétiques.

Le site donneur tibial a pour avantages sa facilité de prélèvement, la possibilité d'effectuer un prélèvement d'os spongieux le plus souvent suffisant en reconstruction faciale (< 40 ml). La reprise de l'appui est autorisée dès le lendemain, cependant la durée et l'intensité des douleurs post-opératoires ne sont pas négligeables.

VII - LE SITE DONNEUR OLECRANIEN

L'olécrane peut être le siège de prélèvements de baguettes d'os cortical, utiles en reconstruction faciale, notamment dans le cadre des rhinoplasties d'augmentation (268). L'avant-bras du patient est placé au-dessus du thorax sur un appui-bras, la paume de la main orientée vers le haut, dégageant la crête cubitale. L'incision cutanée suit l'axe de l'olécrane en débutant à 2 cm en dessous de son sommet afin de rester à distance de l'articulation du coude et des insertions du triceps. La crête olécranienne est déperiostée à la rugine, la baguette corticale est prélevée au ciseau frappé. La fermeture est effectuée plan par plan, sans drainage, mais avec mise en place d'un pansement compressif.

Le site donneur olécraniien est intéressant par la facilité du prélèvement, l'absence de trouble fonctionnel, la rançon cicatricielle mineure. Il est indiqué lorsque l'on a besoin d'un greffon cortical de taille modérée.

VIII- LA MASTOÏDE

En 1958 ROBIN (289) proposait le prélèvement osseux autologue au niveau de l'os mastoïdien, dans le cadre de correction d'ensellure nasale, de pertes de substances modérées de la région malaire ou du menton.

A - RAPPEL ANATOMIQUE

Le bloc mastoïdien peut être divisé en deux parties, l'une antérieure, l'autre postérieure. La partie antérieure est épaisse, alors que la partie postérieure est lamelleuse, recouvrant le sinus latéral dans sa plus grande partie.

C'est essentiellement la partie antérieure qui est intéressée par le prélèvement. Elle comprend une colonne superficielle divisée en trois zones (la zone antrale superficielle, la zone sous-chondrale superficielle et l'apex), ainsi qu'une colonne profonde contenant l'antre et la zone sous-antrale profonde.

La structure est variable selon les sujets, l'âge, la zone envisagée, et peut être modifiée par une atteinte inflammatoire oto-mastoïdienne. On peut ainsi distinguer les mastoïdes totalement pneumatiques, les mastoïdes incomplètement pneumatiques, les mastoïdes diploïques et les mastoïdes éburnées.

B - TECHNIQUE DE PRELEVEMENT

Le prélèvement intéresse les zones superficielles. L'incision est pratiquée dans le sillon rétro-auriculaire. Après rugination soigneuse, on prélève à l'ostéotome le greffon osseux de forme et de dimension adaptée à la perte de substance. Si l'on désire une baguette droite, le prélèvement est pratiqué de haut en bas et d'arrière en avant intéressant les zones antrales et sous-antrales superficielles. Pour un fragment convexe, le prélèvement est effectué au niveau de l'apex en arrière ou en bas.

Le transplant ainsi prélevé sera constitué par une corticale doublée le plus souvent de cloisons inter-cellulaires ou de tissu spongieux, rarement de tissu osseux plus dense.

Plusieurs précautions doivent être respectées. Il faut s'assurer en pré-opératoire de l'absence de lésion inflammatoire du système oto-mastoïdien, d'otite chronique en particulier. Lors du prélèvement, il ne faut pas dépasser une profondeur de un centimètre environ, et assurer une bonne hémostase.

Ce transplant osseux a pour avantages la proximité du site donneur et du site receveur, la faible morbidité du site donneur avec une cicatrice cutanée dissimulée. Cependant, la faible quantité osseuse disponible en limite les indications.

Chapitre V

**LES TRANSPLANTS OSSEUX
PEDICULES OU ASSISTES**

Les transplants osseux pédiculés ou «assistés» sont caractérisés par la conservation seule de la vascularisation périostée.

Des lambeaux ostéocutanés ont été décrits, transférant l'os frontal, la clavicule ou la côte. Cependant leur fiabilité vasculaire semble nettement inférieure à celle des transferts ostéomusculaires, comme l'a démontré MEDGYESI (220). Le muscle joue le rôle de pédicule pour le segment osseux transposé qui n'est plus vascularisé que par l'intermédiaire du réseau musculo-périosté correspondant au muscle choisi. Le périoste constitue l'interface de support des afférences vasculaires (MEDGYESI,1973). La viabilité d'un segment osseux ayant subi un tel transfert a été discutée. GUEDON et al. (119) ont réalisé une étude expérimentale et clinique des modifications survenant au sein du tissu osseux après transposition ostéomusculaire. Ils ont retrouvé une formation osseuse active sur le versant externe de la corticale, par contre l'endoste et l'os trabéculaire sont le siège d'une importante diminution du modelage osseux. Les modifications du tissu osseux seraient le reflet du bas débit sanguin imposé au segment osseux transposé. Les lambeaux ostéomusculaires se comportent en somme comme des autogreffes osseuses dont l'enveloppe périostée conserve partiellement sa vascularisation, ce qui favorise la survie des cellules périocorticales et semble accélérer le phénomène de "*creeping substitution*". Ils occupent une place intermédiaire entre les autogreffes osseuses et les transferts osseux micro-anastomosés. Dans cette catégorie, le lambeau ostéomusculaire de pariétal pédiculé sur le muscle temporal, occupe une place de choix. D'autres transferts osseux à pédicule musculaire peuvent également être intéressants dans certaines indications.

I - LE TRANSPLANT OSSEUX VASCULARISE TEMPORO-PARIETAL

Jusqu'aux travaux anatomiques de CUTTING (65), PSILLAKIS et CASANOVA (37) sur le rôle de l'artère temporale superficielle dans la vascularisation de la voûte crânienne, les greffes vascularisées d'os crânien étaient surtout réalisées sous la forme de lambeau ostéomusculaires temporaux.

En 1983, CUTTING(65) en s'inspirant des travaux de CANALIS (32), compare l'évolution des greffes d'os crânien vascularisées aux greffes non vascularisées en utilisant un

lambeau ostéomusculaire temporal chez le lapin. Il constate que les greffons vascularisés subissent une résorption très inférieure. L'étude histologique des greffes non vascularisées retrouve une vaste plage de nécrose centrale dont le comblement toujours incomplet est responsable de la perte de volume. En revanche, l'os vascularisé présente une nécrose très partielle. Il se produit un processus d'intégration mixte associant la *creeping substitution*, l'ossification périostée et la survie simple d'une partie des cellules transférées.

En 1986, ANTONYSHYN (3) étudie chez le chien le devenir de lambeaux osseux crâniens pédiculés sur le muscle temporal en le comparant aux greffes osseuses non vascularisées. A l'aide de techniques de marquage au fluorochrome, il prouve la capacité de la vascularisation périostée à maintenir la viabilité de l'os. Il retrouve la présence de foyers d'ostéogénèses pour les greffes osseuses vascularisées, contrastant avec l'ostéonécrose diffuse des greffes non vascularisées.

Ces données sont confirmées par LA TRENTA (181) en 1987 qui retrouve chez le jeune lapin, un réel potentiel de croissance des transferts crâniens vascularisés ostéomusculaires. Cependant, l'os transposé n'atteint en aucun cas la taille et le volume correspondant au squelette adulte.

En 1987, BITE (13) pratique une tomoscintigraphie au cinquième jour postopératoire chez quinze patients ayant bénéficié d'une reconstruction faciale par lambeau ostéomusculaire temporal pour syndrome malformatif. Les résultats démontrent le maintien de la vascularisation du greffon après son transfert, confirmant les constatations cliniques de l'auteur concernant la stabilité des reliefs de la face reconstruits.

En 1992, FUKUTA (108) étudie la fiabilité et la qualité des transplants fascio-osseux d'os pariétal, qui jusque là n'avait été apprécié que pour les lambeaux ostéomusculaires ou ostéo-fasciomusculaires. L'étude réalisée sur le porc, consiste à prélever un lambeau fascio-osseux bicortical d'os pariétal qui est transposé dans la fosse temporale. Sur un des côtés le geste est réalisé quatre semaines après avoir pratiqué un décollement sus et sous-périosté, afin de détruire la vascularisation osseuse extra-crânienne. Un greffon non vascularisé de pariétal sert de témoin. Au troisième mois, l'architecture osseuse est parfaitement normale dans les deux types de greffons vascularisés contrairement au greffon non vascularisé qui accuse une perte de volume de 50%. Il semble donc que la vitalité d'un lambeau fascio-osseux pariétal soit excellente. Les antécédents chirurgicaux crâniens avec voie d'abord coronale ne

constituent pas une contre-indication. Les études histologiques montrent une revascularisation précoce dès J1 de l'os crânien à partir du fascia.

En 1992, LO et al.(192) étudient les conséquences du décollement périosté sur la survie d'un lambeau temporal ostéomusculaire. Ils démontrent que les antécédents de la zone de prélèvement osseux ne constituent pas une contre-indication. La revascularisation osseuse périostée est rétablie au quatrième jour, autorisant la levée du lambeau ostéomusculaire.

A - ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE

1 - L'os pariétal

L'anatomie de l'os pariétal a déjà été abordé dans le chapitre sur les greffes osseuses conventionnelles de calvarium. La vascularisation de cet os a été particulièrement étudiée par CUTTING (65), HAROWITZ (136) et CASANOVA (37). La majeure partie de la vascularisation de la structure osseuse temporopariétale est assurée par l'artère méningée moyenne et ses branches. Les vaisseaux temporaux superficiels et profonds ainsi que leurs collatérales constituent un vaste réseau horizontal anastomosé par de nombreuses perforantes qui envoient à leur tour des perforantes verticales dans la table externe, s'anastomosant à plein canal dans la diploë avec les branches perforantes de l'artère méningée moyenne et contribuant ainsi à la vascularisation de l'os pariétal. Schématiquement au-dessus de la ligne courbe temporale, les anastomoses s'effectuent directement entre les vaisseaux temporaux superficiels et l'artère méningée moyenne, alors qu'en dessous de cette ligne il existe un relais intermédiaire constitué par les vaisseaux temporaux profonds, issus de l'artère maxillaire interne.

2 - Les parties molles

L'étude anatomique des différents plans demeure sujette à controverse notamment en ce qui concerne la dénomination des différents feuillets aponévrotiques situés entre le tissu graisseux hypodermique et le périoste (Fig. 30, p.122).

- Le fascia temporal superficiel (galéa, fascia superficialis...) est une fine lame fibroconjonctive porte-vaisseaux, constituant la limitante interne de l'hypoderme

et son organe de glissement. Sa vascularisation est assurée par l'artère temporale superficielle. L'artère temporale superficielle, branche de bifurcation de la carotide externe, naît dans la parotide au niveau du bord postérieur du condyle mandibulaire. Son trajet est d'abord profond intra-parotidien, puis sous-cutané profond, pour devenir sous-cutané superficiel, 5mm en avant du tragus. Elle se divise en une branche temporo-frontale et une branche temporo-pariétale. Elle donne de nombreuses perforantes verticales à destination sous-dermique et périostée. Le retour veineux du fascia temporal superficiel est assuré par la veine temporale superficielle, de topographie variable, le plus souvent située en arrière de l'artère et en avant du nerf auriculo-temporal. Elle peut cependant cheminer en arrière de l'oreille, ce qui a une importance du fait de la réduction de l'arc de rotation. Un rapport à connaître est celui du rameau frontal du nerf facial, qui est situé à la face profonde du fascia temporal superficiel et en avant de la branche frontale de l'artère temporale superficielle.

- Le fascia innominé décrit par CASANOVA(37) en 1986 est une structure distincte intercalée entre au-dessus le fascia temporal superficiel et au-dessous l'aponévrose du muscle temporal. Il est vascularisé par de nombreuses branches du pédicule temporal superficiel et du pédicule temporal profond.
- L'aponévrose temporale (fascia temporal profond) sous-jacente au fascia innominé, est une lame fibreuse épaisse et résistante. Sa vascularisation est assurée par l'artère temporale moyenne, branche proximale de l'artère temporale superficielle.
- Le muscle temporal occupe la fosse temporale d'où ses faisceaux convergent vers l'apophyse coronoïde. Sa vascularisation provient de deux pédicules dominants constitués par les artères temporales profondes antérieure et postérieure, issues de la maxillaire interne à la face profonde du muscle, près de son insertion mandibulaire. Il existe des pédicules accessoires provenant de l'artère temporale moyenne.

On voit ainsi qu'il existe un réseau de vascularisation horizontal pour les différentes couches du scalp et un réseau vertical de communication anastomotique entre chaque couche. Les vaisseaux temporaux superficiels et profonds assurent la vascularisation osseuse extra-

Fig. 30 : Coupe frontale du scalp.

1 : Peau et tissu sous-cutané, 2 : Fascia temporo-pariétal, 3 : Fascia innominé, 4 : Espace de Merckel, 5 : Aponévrose du muscle temporal, 6 : Muscle temporal, 7 : Périoste, 8 : Corticale.

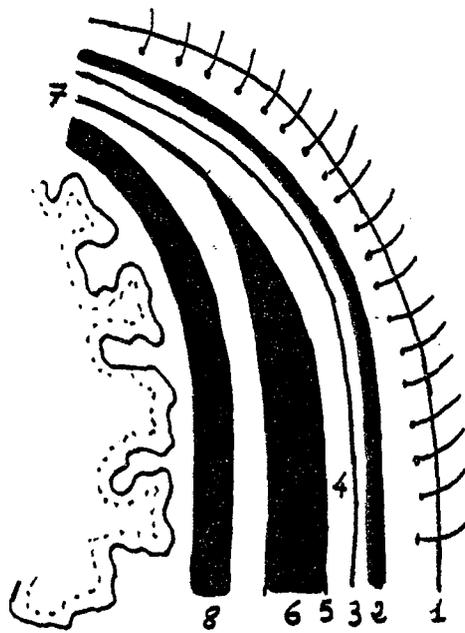
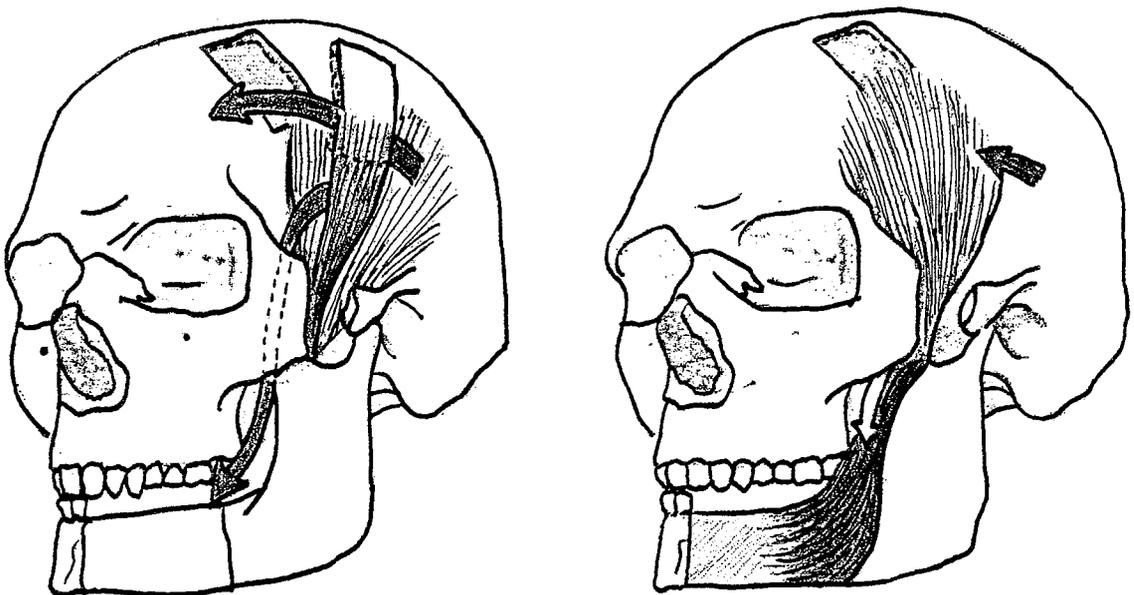


Fig. 31 : Lambeau ostéo-musculaire de pariétal en reconstruction mandibulaire.



crânienne, connectée par des perforantes verticales à l'artère méningée moyenne. Ces notions constituent la clé des lambeaux fascio-osseux pariétaux, et la connaissance de cette vascularisation a permis de décrire différentes techniques de prélèvement.

B - LES TRANSPLANTS D'OS PARIÉTAL VASCULARISÉS

En fonction de la composition du pédicule, il a été décrit des lambeaux ostéo-fascio-musculaires, ostéo-musculaires et fascio-osseux.

1 - Le lambeau ostéo-fasciomusculaire de pariétal

VAN DER MEULEN (347) a été l'initiateur de cette pratique, reprise et amplifiée par Mc CARTHY. Mc CARTHY (199) décrit en 1984 un transplant d'os pariétal dont le pédicule est représenté par le muscle temporal, le fascia temporal superficiel et le périoste. La vascularisation de la composante osseuse est assurée par les vaisseaux temporaux profonds et superficiels.

Le prélèvement osseux est pratiqué au-dessus de la ligne temporale supérieure, en arrière de la ligne d'implantation des cheveux, selon un patron correspondant à la perte de substance osseuse à reconstruire. Il faut rester à distance de la ligne médiane pour éviter toute lésion du sinus longitudinal supérieur. La voie d'abord peut être en T, en Y, ou encore hémicoronale ou coronale type CAIRNS UNTERBERGER. On procède ensuite à l'exposition de la face superficielle du fascia temporal superficiel en disséquant au bistouri le plan hypodermique du cuir chevelu. Il faut rester juste au-dessous des bulbes pileux pour éviter une alopécie séquellaire.

Après évaluation de la position et des dimensions de la composante osseuse selon le patron préétabli, le fascia temporal superficiel et le périoste sont incisés quelques millimètres au-delà des bords supérieurs, antérieur et postérieur du transplant osseux. Le prélèvement osseux est effectué selon la technique habituelle (cf. greffes d'os pariétal), il peut être mono ou bicortical en fonction du volume osseux à reconstruire. Le fascia temporal superficiel, le périoste et l'os sont solidarisés par quelques points, évitant tout cisaillement. Le fascia temporal superficiel et le muscle temporal sont incisés verticalement de part et d'autre du pédicule permettant la levée du lambeau de distal en proximal en restant au contact de la fosse

temporale. La mobilisation du lambeau peut être facilitée par la section de l'arcade zygomatique. Le défaut musculaire au niveau de la fosse temporale pourra être comblé par la translation antérieure de la partie musculaire temporale postérieure (Fig. 31, p. 122).

L'avantage de cette technique est la fiabilité vasculaire du transplant osseux, cependant la morbidité du site donneur n'est pas négligeable avec notamment un aspect de vacuité de la fosse temporale.

2 - Le lambeau ostéo-musculaire de pariétal

ANTONYSHYN (3) en 1986 propose de lever le lambeau osseux pariétal uniquement sur le pédicule musculaire, constitué par le muscle temporal et son extension distale périostée. La vascularisation est assurée par les vaisseaux temporaux profonds (artère temporale profonde antérieure). Pour l'auteur la conservation du pédicule temporal superficiel n'est pas indispensable à la survie du transplant osseux, ce qui est confirmé par l'étude expérimentale sur le lapin.

Pour faciliter la mobilisation du lambeau et notamment atteindre la région mandibulaire, l'auteur préconise la section de l'arcade zygomatique et de l'apophyse coronoïde.

Les avantages de cette technique sont les séquelles moindres au niveau du cuir chevelu à type d'alopécie et de nécrose du scalp, ainsi qu'un arc de rotation plus important du fait d'un point de pivot plus bas situé, élargissant les applications cliniques.

Les inconvénients seraient une vascularisation osseuse plus précaire. En effet, la vascularisation extra-crânienne de l'os pariétal au-delà de la ligne temporale supérieure est essentiellement assurée par l'artère temporale superficielle. Le prélèvement musculaire expose ici aussi à une vacuité de la fosse temporale, souvent partiellement corrigée par la translation antérieure de la partie postérieure du muscle temporal.

3 - Le lambeau fascio-osseux pédiculé sur le fascia innominé

Il découle des travaux anatomiques de CASANOVA (37) en 1986, mettant en évidence une structure distincte, intercalée entre le fascia temporal, nommée fascia innominé. Celui-ci est vascularisé par de nombreuses branches provenant des pédicules temporaux profonds et superficiels.

La même année, PSILLAKIS et CASANOVA (275) présentent une série de 23 patients ayant bénéficié d'une reconstruction osseuse faciale par lambeau fascio-osseux pédiculé sur le fascia innominé. Le pédicule du lambeau est composé par le fascia innominé et l'aponévrose du muscle temporal vascularisée par l'artère temporale moyenne. Les auteurs considèrent ce transplant osseux comme un lambeau au hasard, la suppléance vasculaire étant adéquate pour la survie d'un prélèvement osseux mono-cortical. Les auteurs décrivent la possibilité d'un double prélèvement osseux du même côté, permettant la reconstruction de deux sites différents. La stabilité clinique des 37 transplants osseux réalisés fut excellente, le recul allant de 4 à 36 mois. Cette technique est séduisante de part sa faible morbidité, cependant elle présente pour inconvénients une fiabilité vasculaire moindre et l'obligation d'un prélèvement purement unicortical.

4 - Le lambeau fascio-osseux pédiculé sur le fascia temporal superficiel (308)

Cette variante présente une plus grande fiabilité vasculaire. La technique opératoire est soumise à des variations portant sur la surface de fascia prélevée, sur le caractère uni ou bicortical du prélèvement osseux et sur les différents artifices permettant d'adapter le lambeau du site receveur.

La voie d'abord est fonction du type de prélèvement, soit un tracé en T ou en Y, soit une incision hémicoronale ou coronale pour les lambeaux fascio-osseux de grande dimension. Il ne faut pas effectuer d'infiltration du site donneur du fait du risque de lésion du pédicule vasculaire. Le temps de dissection est semblable à celui d'un prélèvement d'un lambeau de fascia temporal superficiel, il faut rester dans le plan hypodermique en respectant les bulbes pileux. Le rameau frontal du nerf facial devra être ménagé en avant, le repérage du drainage veineux est important car il est soumis à des variations anatomiques. Le prélèvement osseux, adapté à la perte de substance à reconstruire devra rester à distance de la ligne médiane. Il peut être monocortical ou bicortical. Dans ce dernier cas un prélèvement osseux controlatéral ou ipsilatéral sera nécessaire pour recouvrir la dure-mère au niveau du site donneur. Une fois la composante osseuse prélevée, elle est solidarisée au périoste et au fascia par plusieurs points. La dissection est alors menée de haut en bas, la lame porte-vaisseaux est aisément

clivée du plan de l'aponévrose du muscle temporal et les sections latérales sont progressivement abaissées en convergeant vers la région pré-auriculaire, incluant l'artère et la veine temporale superficielle. Le lambeau fascio-osseux est ensuite transposé sur le site receveur. Dans certaines indications, il est intéressant de prélever un lambeau de fascia temporal superficiel, de dimension supérieure au greffon osseux, ce qui permet de recouvrir la face profonde osseuse (technique du "sandwich").

C - COMPLICATIONS

Elle associent les complications propres au prélèvement osseux pariétal (cf. chapitre: "les greffes de voûte crânienne") aux complications liées à la dissection du pédicule.

- Lorsque le pédicule comprend le fascia temporal superficiel, la dissection effectuée dans le plan hypodermique expose si elle est trop superficielle, à une alopecie cicatricielle, voire à une souffrance cutanée pouvant aboutir à une nécrose. Cette nécrose cutanée présente le risque d'exposition dure-mérienne dans le cadre des prélèvements osseux bicorticaux.
- L'atteinte du rameau frontal du nerf facial peut survenir lors de la dissection du fascia temporal superficiel ou lors de la section de l'arcade zygomatique.
- Le prélèvement musculaire temporal laisse une vacuité de la fosse temporale que l'on peut minimiser par l'avancement de la partie musculaire postérieure restante.
- La souffrance vasculaire du lambeau est le plus souvent lié à une souffrance veineuse par compression du pédicule ou blessure de la veine temporale superficielle.
- L'anesthésie de la fosse temporale fait partie des séquelles. L'anesthésie de l'oreille externe peut survenir si l'on ne respecte pas les rameaux auriculaires collatéraux du nerf cervico-temporal.

D - APPLICATIONS CLINIQUES

L'utilisation de greffe d'os pariétal vascularisé sous forme de lambeau ostéo-musculaires s'est largement développée en chirurgie reconstructrice faciale. Les publications concernant les lambeaux fascio-osseux sont restées plus rares, tout en proposant des

indications variées: syndromes malformatifs, ostéoradionécrose, exérèse carcinologique, traumatisme.

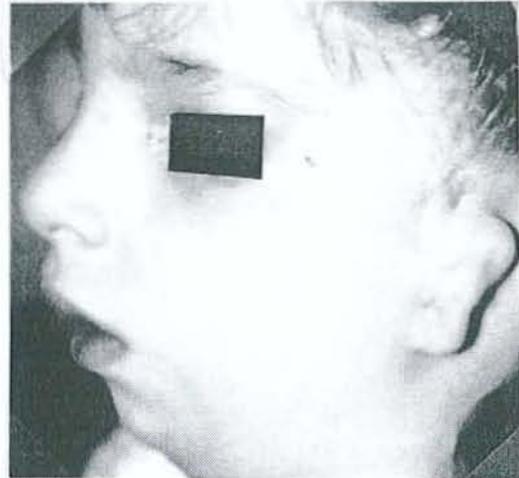
- La reconstruction mandibulaire a bénéficié (49, 52, 83, 235) de ce lambeau, même si à l'heure actuelle la plupart des auteurs accordent leurs préférences aux lambeaux libres osseux revascularisés. Le transfert osseux pariétal assisté a pour avantage son origine embryologique membraneuse lui conférant une similitude architecturale avec le squelette facial. Le site de prélèvement est de proximité, évitant une micro-anastomose artérielle et veineuse. Il permet la reconstruction des différents segments mandibulaires et offre même la possibilité de couverture d'une perte de substance muqueuse par le fascia temporo-pariétal superficiel. Sa limitante demeure cependant la variabilité de l'épaisseur d'os pariétal qui rend plus aléatoire une réhabilitation par implants dentaires. Sa place dans l'arsenal actuel de reconstruction mandibulaire, reste limitée.
- Le transplant osseux pariétal constitue un procédé de choix dans les reconstructions des contours osseux de la face (347). Il concerne les reconstructions de faible épaisseur, orbitaires, malaires et frontales. Les indications entrent surtout dans le cadre des malformations type TREACHER-COLLINS (Photographies 17-21, p.128), des microsomies hémifaciales, des tumeurs, des séquelles post-traumatiques ou de la maladie de ROMBERG.
- PSILLAKIS (275) et REYCHLER (281) ont proposé l'utilisation du lambeau fascio-osseux en reconstruction du plancher orbitaire dans le cadre de néoplasmes du sinus maxillaire. La technique du "sandwich" permet de protéger la face profonde du greffon osseux.
- FURNAS (109) en 1987 propose l'utilisation du transplant osseux pariétal vascularisé dans la réparation des fentes palatines. L'auteur obtient d'excellents résultats avec un recul de 21 mois, il constate une poursuite normale de la croissance osseuse avec une augmentation de la taille de l'os transposé de 8% en longueur et de 11% en largeur. Cependant ces travaux n'ont pas eu de suites dans la littérature à notre connaissance. Il est probable que l'évolution à distance n'ait pas tenue ses promesses comme le laisse supposer les travaux expérimentaux de LA TRENTA (181) qui tendent à prouver que la structure osseuse pédiculée ralentit sa croissance et n'atteint en aucun cas la taille du squelette adulte.



Photographies 17 et 18 : Syndrome de TREACHER-COLLINS, vues pré-opératoires.



Photographies 19 : Lambeau temporo-pariétal de VAN DER MEULEN : vue opératoire.



Photographies 20 et 21 : Résultat clinique

- Enfin, le transfert osseux vascularisé de pariétal dans sa version fascio-osseuse en “sandwich” est un bon procédé pour la reconstruction plan par plan des vastes pertes de substances palatines chez l’adulte, qu’elles soient d’origine tumorale, traumatique ou malformative.

II - LE TRANPLANT OSSEUX VASCULARISE OCCIPITO-PARIETAL

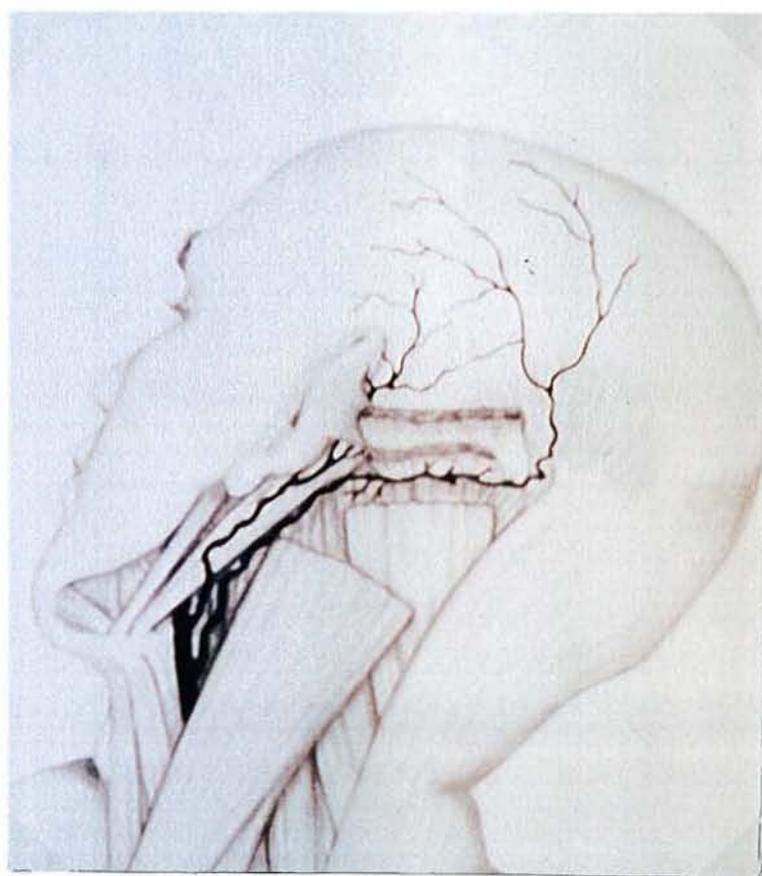
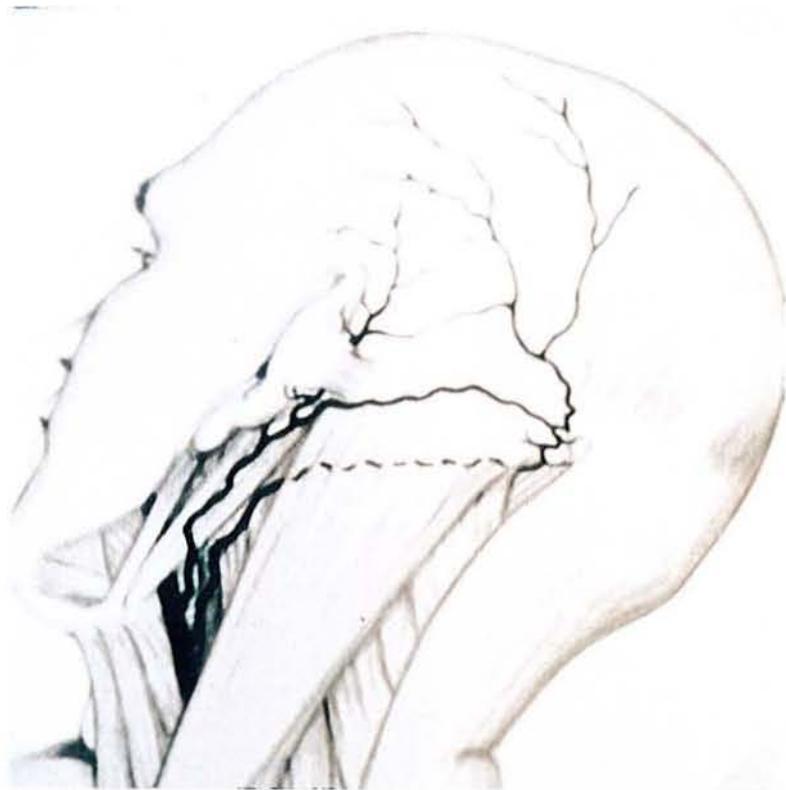
En raison de leurs difficultés de dissection, les lambeaux basés sur les vaisseaux occipitaux demeurent peu répandus, le plus souvent employés comme transferts libres micro-anastomosés. En 1989, KAPLAN, GILBERT et TERZIS (157) étudient le fascia occipital superficiel. Après avoir sectionné le muscle splénius, les auteurs exposent le pédicule occipital au-delà de la mastoïde, obtenant une longueur supérieure à 6 cm. Ils présentent trois cas cliniques de lambeau libre microanastomosé de fascia occipital, et concluent qu’une composante osseuse peut être incluse au transfert. En 1993, DOGLIOTTI (84) décrit un lambeau artério-osseux pédiculé sur l’artère occipitale.

A - ANATOMIE CHIRURGICALE (206)

L’artère occipitale naît à la face postérieure de l’artère carotide externe, son trajet peut être divisé en trois segments: un segment ascendant oblique latéral, un segment transverse et un segment oblique médial (Photographies 22 et 23, p.130).

Au niveau du segment ascendant oblique latéral, l’artère émerge de la face postérieure de la carotide externe, croise d’avant en arrière la veine jugulaire interne et le nerf grand hypoglosse, puis longe la face profonde du ventre postérieur du muscle digastrique jusqu’à la mastoïde et devient horizontale.

Au niveau du segment transverse, l’artère est en situation profonde, elle passe d’avant en arrière entre l’apophyse de l’atlas et l’éminence juxta-mastoïdienne, sur laquelle elle creuse souvent une gouttière. Puis elle se porte en arrière au contact de l’os occipital, recouverte par les muscles sterno-cléidomastoïdiens, splénius, petit complexus. Dans ce segment, plusieurs branches à destinée musculaires naissent de l’artère.



Photographies 22 et 23 : Lambeau occipito-pariétal de DOGLIOTTI.

Au niveau du segment ascendant oblique médial, l'artère devient superficielle à la jonction entre le tiers interne et le tiers moyen de la ligne courbe occipitale, en traversant le fascia entre les muscles sterno-cléïdomastoïdien et trapèze. Plusieurs branches à destinées musculaire naissent également à ce niveau.

L'artère donne deux branches de terminaison, l'une externe, l'autre interne. La branche externe s'anastomose avec la branche mastoïdienne de l'artère auriculaire postérieure. La branche interne s'anastomose avec l'artère occipitale controlatérale et l'artère temporale superficielle.

Une ou deux branches quittent le fascia pour rejoindre le périoste puis l'os sous-jacent. De multiples petites perforantes artérielles vascularisent la partie postérieure du périoste crânien.

Le retour veineux est assuré par une ou deux veines occipitales, suivant le trajet de l'artère, formant souvent un plexus et se terminant dans la veine jugulaire externe. Une veine de calibre important émerge du foramen mastoïdien et rejoint les veines occipitales au niveau du segment transverse.

B - TECHNIQUE CHIRURGICALE

L'installation du patient se fait en décubitus latéral, exposant la région occipitale. Le pédicule est repéré à la palpation ou à l'aide du doppler, puis tracé sur le scalp. L'incision légèrement curviligne suit le trajet postérieur du pédicule. Au niveau de la ligne chevelue, un décrochage en V est réalisé, poursuivi par une incision sous-mandibulaire classique. La dissection doit être réalisée dans le plan sus-galéal, juste au-dessous des follicules pileux. Une fois les vaisseaux occipitaux identifiés, les muscles sterno-cléïdo-mastoïdien, splénius, petit complexus sont sectionnés près de leur insertion osseuse. La section transversale du fascia occipital est pratiquée, et les branches à destinée musculaire sont ligaturées. Il faut accorder une attention particulière à la ligature de la veine mastoïdienne, de gros calibre. La dissection se poursuit en individualisant l'artère dans sa partie proximale, à la face profonde du ventre postérieur du digastrique. Il n'est généralement pas nécessaire de poursuivre la dissection jusqu'à l'artère carotide externe.

Les dimensions et la forme du défaut mandibulaire sont mesurées et reportées dans la région occipito-pariétale. La zone de prélèvement est située au-dessus du sinus latéral ou

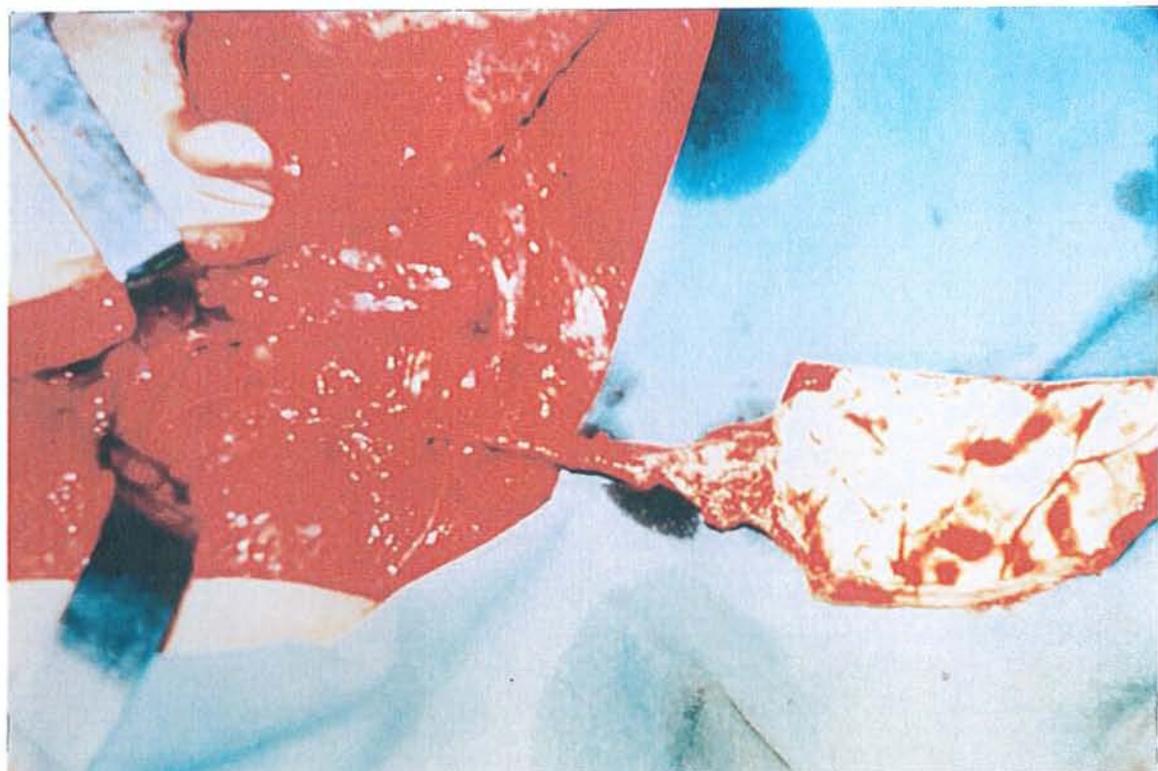
transverse, en dehors du sinus longitudinal dont le trajet est situé en décalage, à droite de la ligne médiane. La galéa est sectionnée quelques millimètres au-delà de la zone de prélèvement osseux. Il est essentiel de laisser le périoste intact, des sutures ostéo-périostées sont mises en place pour éviter tout cisaillement. Le prélèvement osseux est de pleine épaisseur, le site donneur étant reconstruit soit par la mise en place d'une greffe de calvarium, soit par du polyméthylmétacrylate de méthyle. La longueur du pédicule permet le transfert sans tension vers la mandibule, par une voie de passage sous-angulomandibulaire. La réparation musculaire est assurée par la réalisation de points en U. La fermeture est pratiquée plan par plan sur drainage.

C - APPLICATIONS CLINIQUES

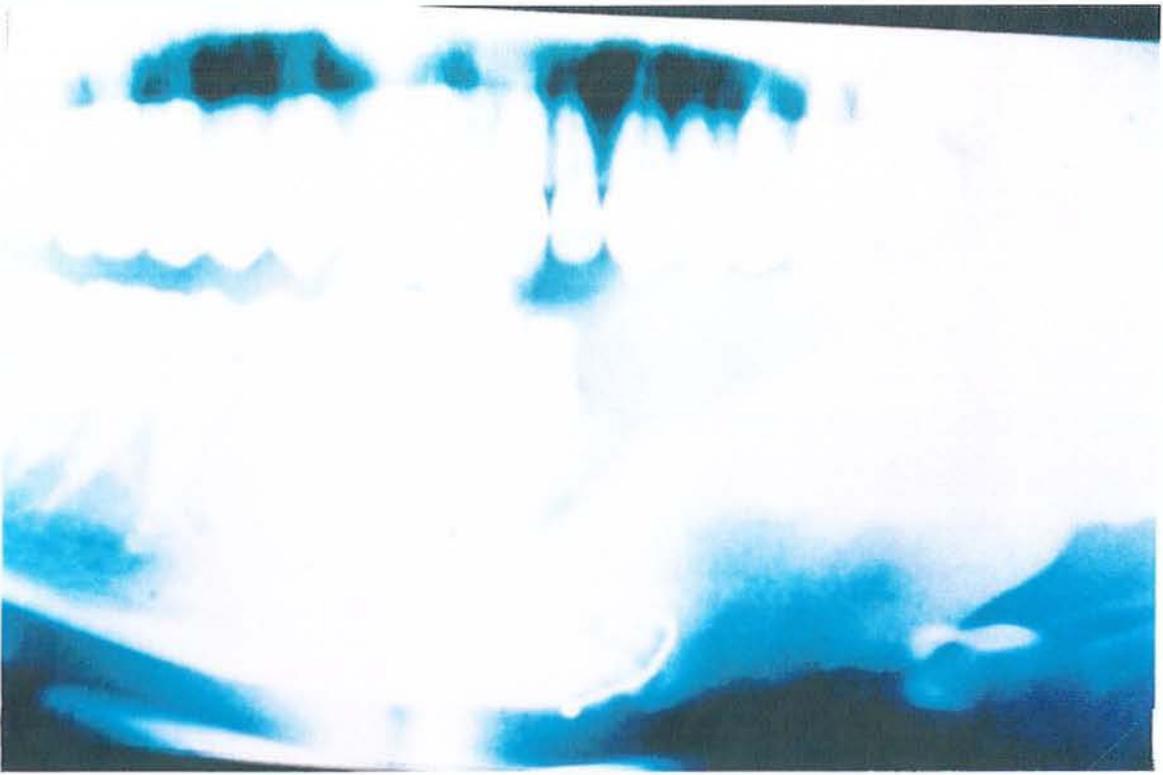
DOGLIOTTI (84) a présenté quatre cas de reconstruction mandibulaire chez l'enfant par ce procédé (Photographies 24-27, p. 133 et 134). L'auteur met en avant les avantages de ce lambeau pour cette indication:

- Il s'agit d'un transfert osseux vascularisé d'origine membraneuse.
- La forme et l'épaisseur osseuse sont appropriées à la reconstruction mandibulaire.
- Le long pédicule permet le transfert sans tension, même au niveau symphysaire.
- Il nécessite un seul champ opératoire.
- Il offre la possibilité de mise en place d'implants dentaires.
- Il n'existe pas de risque de lésion du nerf facial contrairement aux transplants osseux temporo-pariétaux.
- L'anatomie est hautement prédictible.
- Il n'existe pas de séquelle musculaire si l'on prend soin de réaliser une suture rigoureuse.

Le lambeau occipito-pariétal est un procédé séduisant. Cependant sa place en reconstruction osseuse à la face, essentiellement mandibulaire, demande à être précisée par une expérimentation clinique plus importante.



Photographies 24 et 25 : Cas dû à l'obligeance du Dr DOGLIOTTI. Lambeau occipito-pariétal pour la reconstruction d'une perte de substance mandibulaire intéressant la branche horizontale, consécutive à l'exérèse d'un fibromixome.



Photographies 26 et 27 : Résultat radiologique et clinique.

III - LE LAMBEAU STERNO-CLAVICULAIRE

Il semble que BLAIR (14) en 1918 soit le premier à avoir utilisé un segment osseux claviculaire pédiculé sur le muscle sterno-cléïdomastoïdien. ESSER en 1918 décrit un lambeau ostéomusculaire de sternum pédiculé sur le même muscle. CONLEY en 1972 (53), puis SIEMSEN (310) en 1978 rapportaient plusieurs cas de reconstruction mandibulaire par lambeau ostéo-musculocutané claviculaire. SNYDER (316) a proposé le transfert de l'articulation sterno-claviculaire avec le même pédicule musculaire, pour la reconstruction de l'articulation temporo-mandibulaire.

La vascularisation du muscle sterno-cléïdomastoïdien est de type II selon la classification de MATHES et NAHAI. Le pédicule principal est représenté par l'artère sterno-cléïdomastoïdienne supérieure issue de l'artère occipitale. Les pédicules accessoires naissent de l'artère thyroïdienne supérieure et du tronc thyro-bicervicoscapulaire. Le prélèvement osseux comprend une baguette claviculaire clivée verticalement, permettant la conservation d'une continuité postérieure. La longueur d'os disponible va jusqu'à 11 cm. L'axe de rotation du lambeau est sous-mastoïdien.

Le lambeau sterno-claviculaire apporte un os très dense, se prêtant mal au modelage. Il ne sert qu'en interposition mandibulaire et ne peut être utilisé en reconstruction de la symphyse. Le pédicule musculaire est constitué par le muscle cervical le plus important pour la stabilité et la mobilité de cette région. Le préjudice esthétique n'est pas négligeable. Il doit être contre-indiqué en cas de curage sus et rétrospinal.

IV - LE LAMBEAU PLATYSMO-MANDIBULAIRE

Cité à titre anecdotique, ce lambeau osseux constitué d'une baguette basilaire pédiculée par le platysma a été décrit et utilisé par les auteurs germaniques dans la cure des pseudarthroses de la branche horizontale.

V - LE LAMBEAU OSTEO-MUSCULOCUTANE DE GRAND PECTORAL

Décrit en 1979 par ARIYAN (64), le lambeau de grand pectoral dans sa version ostéo-musculo-cutanée emporte les quatrième et/ou cinquième côtes. Le muscle grand pectoral présente une vascularisation de type V selon la classification de MATHES et NAHAI. Le pédicule dominant est constitué par l'artère thoracique, branche de l'artère acromiothoracique. Les pédicules accessoires sont représentés par les branches provenant des artères mammaires interne et externe, de l'artère thoracique supérieure et latérale, des perforantes provenant des pédicules intercostaux.

L'arc de rotation permet d'atteindre la région mandibulaire. Le prélèvement osseux peut intéresser la quatrième ou la cinquième côte, voire les deux avec le contenu des quatrième et cinquième espaces intercostaux. La longueur osseuse prélevable peut atteindre jusqu'à 17 cm.

Ce lambeau a pour avantages la simplicité et la rapidité de son prélèvement. Cependant l'épaisseur de la palette cutanée, l'absence d'indépendance spatiale des différents composants, la faiblesse de la vascularisation osseuse sont à prendre en compte. La morbidité au niveau du site donneur est marquée par l'existence d'une respiration paradoxale souvent associée à des douleurs thoraciques.

VI - LE LAMBEAU OSTEO-MUSCULAIRE DE GRAND DORSAL

Le lambeau de grand dorsal emportant les 9° et/ou 10° côtes a été décrit en 1983 (BARTON, MICHELET).

La vascularisation musculaire est de type V, le pédicule principal est représenté par l'artère thoracodorsale. Les pédicules accessoires sont constitués par les branches perforantes des artères intercostales. La longueur d'os prélevable peut atteindre 15 cm, mais au-delà de 10 cm il faut inclure un segment de muscle grand dentelé avec les espaces intercostaux sus et sous-jacents.

Le lambeau atteint la région mandibulaire après avoir été tunnelisé sous le plan du muscle peucier. Des suspensions musculaires étagées doivent être mises en place en raison

du poids du muscle. La difficulté de mise en place du lambeau réside dans l'absence d'indépendance des différents composants.

Ce procédé a pour avantage d'être à distance des sites irradiés en cas d'irradiation cervicale. Cependant l'épaisseur du pédicule peut représenter un inconvénient. Un segment osseux prélevé sur l'omoplate peut également être pédiculé sur le muscle grand dorsal.

VII - LE LAMBEAU OSTEO-MUSCULOCUTANE DE TRAPEZE

Le transfert de l'épine de l'omoplate pédiculé sur le muscle trapèze a été décrit par DEMERGASSO en 1979. La vascularisation musculaire est de type II, le pédicule principal est constitué par l'artère trapézienne, branche superficielle de l'artère cervicale transverse. Les pédicules accessoires sont issus de l'occipitale, de la sus-scapulaire, des rameaux perforants postérieurs des intercostales et de la branche acromiale de la scapulaire postérieure. Le drainage veineux est assuré par la veine jugulaire externe dans laquelle se jettent la ou les veines satellites de l'artère cervicale transverse.

L'os prélevable atteint 10 à 14 cm sur 2 cm en hauteur. L'îlot cutané en ellipse est centré sur la région sus-épineuse. L'axe de rotation est situé à la moitié interne de la clavicule, permettant d'atteindre la région mandibulaire. Ce lambeau composite a pour avantages la finesse du pédicule essentiellement vasculaire et la qualité de la palette cutanée. Cependant la difficulté de dissection, les variations anatomiques, les séquelles fonctionnelles motrice et sensitive au niveau de l'épaule sont à prendre en compte. Il doit être contre-indiqué en cas d'évidemment cervical étendu.

Les indications de chaque lambeau ostéo-musculaire sont guidées par l'arc de rotation, la qualité de la vascularisation osseuse apportée par le pédicule et la morbidité du prélèvement. L'absence d'indépendance spatiale des différents composants peut rendre difficile la reconstruction pluritissulaire. Le volume du pédicule de certains lambeaux peut gêner la mise en place sur le site receveur. Cependant, l'avantage de l'apport d'un os vascularisé est net sur la résorption et l'intégration osseuse, notamment lorsque les conditions locales sont peu propices sur le site receveur.

Chapitre VI

LES TRANSPLANTS LIBRES OSSEUX REVASCULARISES

L'idée de rétablir une vascularisation normale à travers l'organe transplanté est ancienne. La réalisation de telles greffes ne dépendait que des progrès techniques. Expérimentalement, OSTRUP et FREDRICKSON pratiquent en 1974 le premier transplant osseux revascularisé. C'est TAYLOR (333) en 1975 qui réalisa avec succès la première greffe osseuse libre micro-anastomosée. De nombreux travaux ont confirmé l'intérêt de transplanter un segment osseux vivant (BUNCKE, O'BRIEN, TAYLOR, WEILAND).

Suivant la circulation rétablie on peut classer ces transplants en deux catégories (119):

- **Les transplants osseux comportant le rétablissement de la circulation médullaire et périostée.**

Ils réalisent de véritables greffes libres de tissu osseux vivant. La survie de toutes les cellules osseuses est assurée malgré l'ischémie peropératoire. L'ostéof ormation au sein du transplant est comparable à ce qu'elle est dans le reste du squelette. La qualité du lit receveur n'influence pas la survie, la consolidation du transplant est identique à celle d'une fracture. Le greffon n'est pas remplacé par « *creeping substitution* ».

Au total, la consolidation sera accélérée, il y aura une résistance accrue à l'infection ainsi qu'une résistance mécanique préservée.

Plusieurs transplants osseux répondent à cette catégorie:

- la crête iliaque vascularisée par l'artère circonflexe iliaque profonde,
- le péroné vascularisé par l'artère péronière,
- l'arc costal postérieur vascularisé par l'artère intercostale postérieure.

- **Les transplants osseux avec rétablissement de la circulation uniquement périostée.**

Ici la circulation nourricière médullaire n'est pas rétablie. Il semble que de telles conditions permettent néanmoins la survie de la plupart des cellules osseuses. C'est le cas du lambeau libre d'arc costal antérieur vascularisé par l'artère intercostale antérieure. C'est également le cas du radius dont un segment peut être prélevé avec le lambeau chinois.

En reconstruction faciale, deux sites sont largement utilisés en raison de leur capital osseux disponible, de leur fiabilité et de leur prélèvement sous forme composite. Il s'agit du péroné et de la crête iliaque. Cependant il ne faut pas occulter l'existence de sites donateurs tels la scapula, la côte, le radius, l'humérus, le condyle fémoral, le deuxième métatarsien.

I - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE DE PERONE

TAYLOR (333) en 1975 a été le prometteur du lambeau libre de péroné. GILBERT (111) en 1979 décrit la voie postérieure médiane. En 1989, HIDALGO (131) propose l'utilisation du lambeau libre de péroné en reconstruction mandibulaire.

La vascularisation de la fibula issue de l'artère fibulaire est double, centro-médullaire dans la partie médiane et périostée étagée de type métamérique (Fig. 34, p.141). L'artère nourricière pénètre l'os dans 100% des cas au niveau du tiers moyen et dans 86% à plus ou moins 3 cm du milieu du péroné (CARIOU) (35). Elle donne une branche ascendante courte et une branche descendante longue. L'épiphyse supérieure n'est pas vascularisée par l'artère fibulaire mais par l'artère tibiale antérieure. On voit ainsi que la portion la mieux vascularisée du péroné, ayant la double vascularisation centro-médullaire et périostée correspond à la moitié inférieure. Le péroné pourra être ostéotomisé en deux à quatre fragments ou plus, l'un conservant un double apport artériel centro-médullaire et périosté, les autres n'ayant qu'une vascularisation périostée. Le drainage veineux est assuré par les deux veines péronières satellites. La longueur du pédicule vasculaire utile est de 4 à 6 cm, avec 2,5 mm de diamètre pour l'artère et 3 mm pour la veine.

Le segment osseux maximal prélevable est en moyenne de 25 cm. Il faut respecter les 7 cm proximaux pour ménager le nerf sciatique poplité externe (SPE) et aussi en raison d'une origine vasculaire autre (artère tibiale antérieure). On respecte également les 7 cm distaux pour la stabilité de la cheville. Cependant, en réalisant un vissage tibio-péronier, on peut conserver seulement 3 à 4 cm en distal.

Le péroné est de structure essentiellement corticale, avec une hauteur de 14 mm.

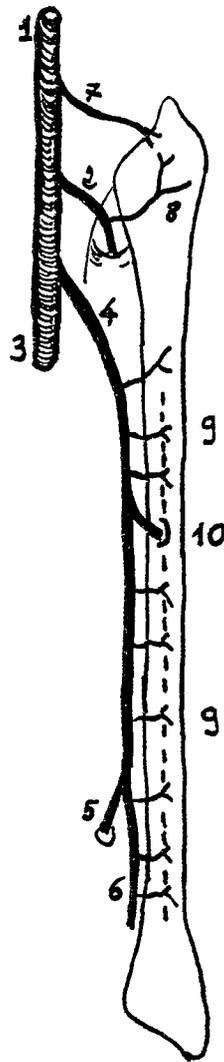


Fig. 34 : Vascularisation du péroné d'après CARIUO.

1 : Artère poplitée, 2 : Artère tibiale antérieure, 3 : Artère tibiale postérieure, 4 : Artère péronière, 5 : Artère péronière antérieure, 6 : Artère péronière postérieure, 7 : Artère géniculée latérale inférieure, 8 : Artère péronière récurrente postérieure, 9 : Réseau périosté diaphysaire, 10 : Artère nourricière diaphysaire.

L'artère fibulaire donne des branches à destinée musculaire pour les muscles tibial postérieur, long fléchisseur propre de l'hallux, le chef latéral du soléaire et les long et court péroniers latéraux.

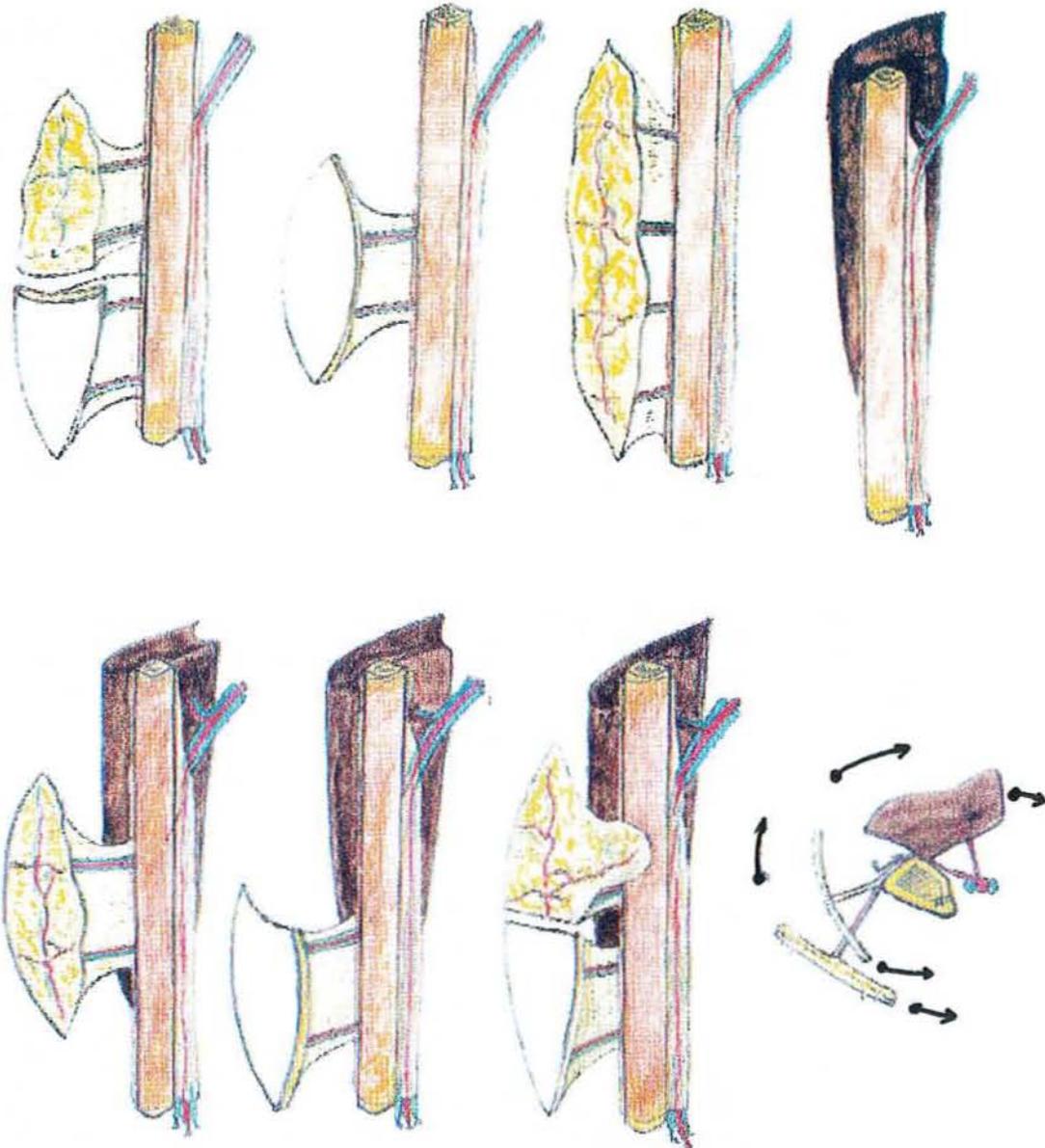
Elle donne également des branches à destinée cutanée dont le nombre varie de trois à huit, avec une moyenne de six. Ces artères perforantes ont le plus souvent un trajet musculo-cutané ou septo-musculocutané au niveau des tiers supérieur et moyen de jambe alors que leur trajet est purement intraseptal au niveau du tiers distal. Ces constatations autorisent la réalisation de lambeaux composites avec muscle et / ou palette fasciocutanée (jusqu'à 32x15 cm) ou fasciograisseuse prélevée au niveau de la face postéro-latérale de jambe (Fig. 35, p.143). Lorsqu'une palette de faible dimension est nécessaire, il vaut mieux la prélever au niveau du tiers distal de jambe en raison du trajet intraseptal des perforantes. La palette cutanée est située à l'extrémité d'un septum mesurant 4 à 6 cm de long, lui conférant une indépendance spatiale de 180° autour de l'axe osseux.

Le lambeau de péroné est largement utilisé pour la reconstruction des pertes de substances interruptrices mandibulaires (34, 36). La pratique d'ostéotomie respectant la continuité périostée autorise la restauration du galbe mandibulaire. La réalisation d'ostéotomie devra être prise en compte pour définir la longueur osseuse à prélever. En effet, une ostéotomie médiane ou deux ostéotomies paramédianes font perdre 2 à 4 cm d'os, la confection d'un angle mandibulaire sacrifie 2 cm. Le niveau des ostéotomies doit respecter la position de l'artère nourricière afin de conserver un segment osseux à double vascularisation. Le positionnement du lambeau est réalisé au niveau du bord basilaire, la contention est assurée par des plaques miniaturisées vissées, sans dépérioster le péroné.

Le lambeau de péroné a également été utilisé en reconstruction maxillaire (237), nasomaxillaire (CARIOU) (36), en reconstruction conjointe mandibulaire et maxillaire (SADOVE) (302).

Les avantages de ce transplant sont représentés par la longueur du segment osseux disponible, la possibilité de reconstruction pluritissulaire multidirectionnelle (indépendance spatiale des composants), le diamètre et la longueur du pédicule, la modicité des séquelles fonctionnelles et esthétiques, la qualité de la palette fasciocutanée, le maintien osseux à long terme, la possibilité d'une réhabilitation prothétique.

Fig. 35 : Lambeaux de péroné composites, d'après CARIOU.



Les inconvénients sont marqués par une structure osseuse essentiellement corticale, un diamètre réduit par rapport à la mandibule, le sacrifice d'un axe jambier. A ce propos, ce transplant est contre-indiqué chez le diabétique en raison de l'atteinte des artères tibiales avec respect de l'artère fibulaire.

Les complications restent peu fréquentes, il s'agit de thrombophlébite surale profonde, de paralysie du SPE, de syndrome des loges, de paralysie du long fléchisseur propre de l'hallux avec orteil en griffe, de douleurs chroniques.

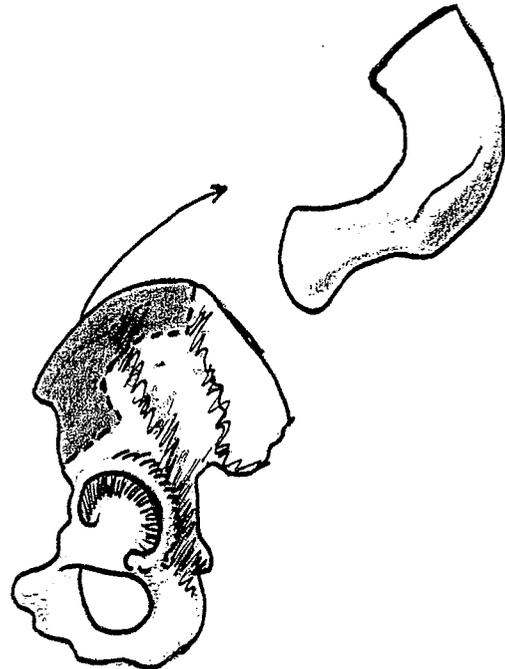
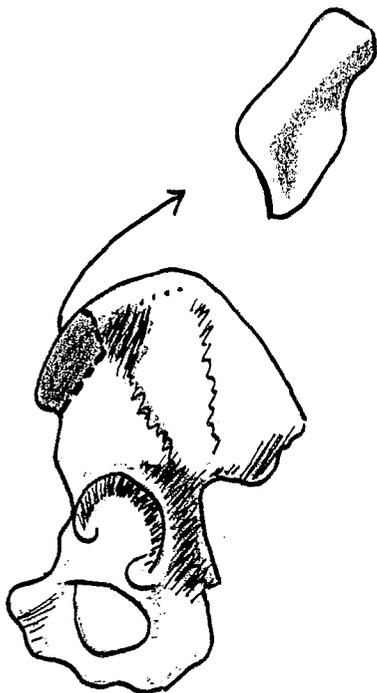
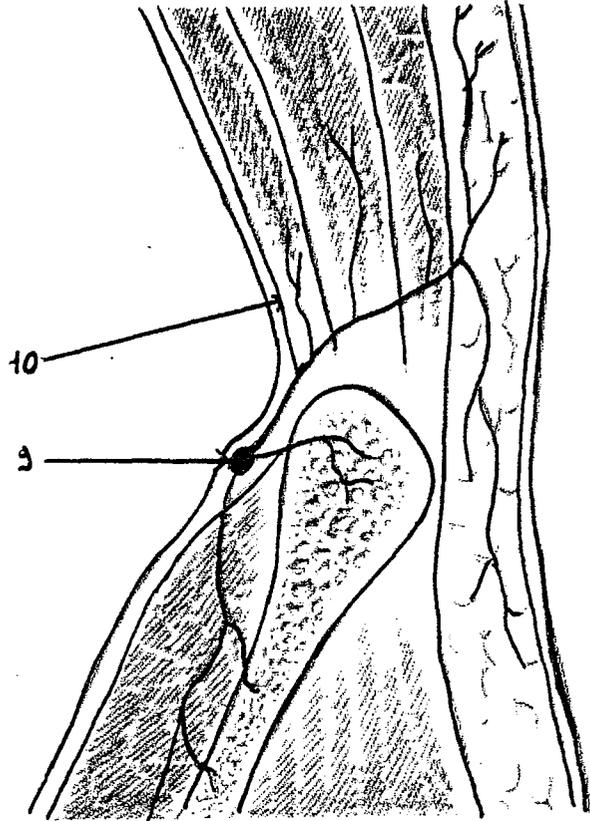
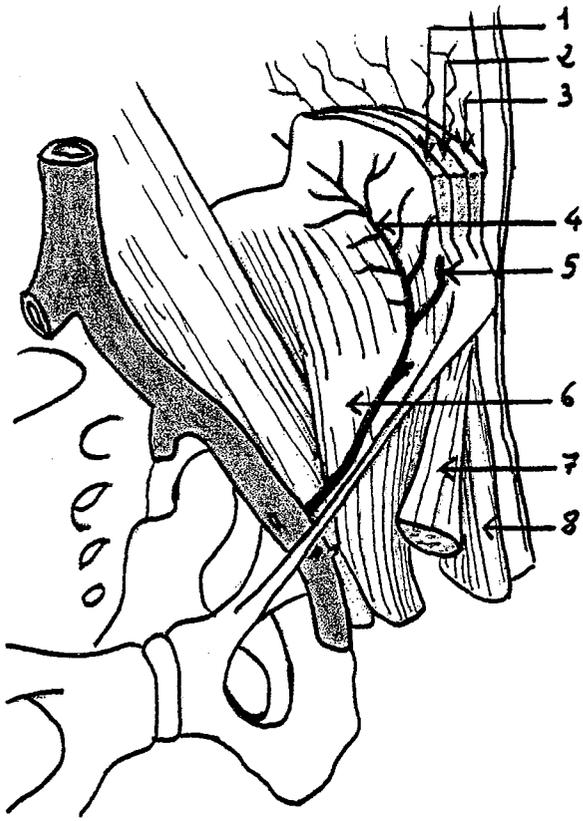
II - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE DE CRÊTE ILIAQUE

TAYLOR (334) en 1978 propose un transfert composite associant lambeau inguinal et segment de crête iliaque vascularisé par l'artère circonflexe iliaque superficielle. Cette expérience le conduit à des investigations anatomiques qui montrèrent la supériorité de l'artère circonflexe iliaque profonde pour les transferts osseux de cette région (335). MIALHE (223) en 1981, propose le prélèvement de crête iliaque postérieure revascularisé sur la branche superficielle de l'artère fessière supérieure.

La vascularisation de la crête iliaque est assurée par quatre systèmes, les systèmes circonflexes iliaques superficiel et profond, le système fessier, le système circonflexe fémoral latéral. Le transplant osseux est le plus souvent prélevé sur les vaisseaux circonflexes iliaques profonds. L'artère circonflexe iliaque profonde naît soit à la face externe de l'artère iliaque externe (17%), soit de l'artère fémorale (42%), soit à l'aplomb du ligament inguinal (41%). Son origine est le plus souvent au même niveau que celle de l'artère épigastrique inférieure, ce qui constitue un bon repère anatomique. Elle chemine ensuite en haut et arrière le long de l'arcade crurale pour rejoindre la corticale interne sous l'ELAS (Fig. 36, p. 145). Le pédicule court au contact de la corticale interne, 1 à 2 cm au-dessous de la crête iliaque sur une distance de 9 cm, puis perfore le muscle transverse. Le drainage veineux est assuré par deux veines satellites de l'artère se jettant dans la veine iliaque externe. La longueur utile du

Fig. 36 : Lambeau libre de crête iliaque : bases anatomiques.

1 : muscle transverse abdominal, 2 : muscle petit oblique, 3 : muscle grand oblique, 4 : branche principale de l'artère circonflexe iliaque profonde, 5 : branche ascendante de l'artère circonflexe iliaque profonde, 6 : muscle iliaque, 7 : muscle couturier, 8 : muscle tenseur du fascia lata, 9 : artère circonflexe iliaque profonde, 10 : fascia transversalis.



pédicule va de 6 à 10 cm pour un diamètre de 1,5 à 3 mm. Il faudra respecter le nerf fémorocutané qui croise le pédicule.

Le prélèvement d'un lambeau composite est rendu possible par l'existence de branches musculocutanées directes traversant les trois muscles abdominaux et s'anastomosant avec leurs homologues issues du pédicule circonflexe iliaque superficiel (Fig. 37, p.147). On peut ainsi associer un prélèvement musculaire (petit oblique) et/ou une palette cutanée à l'aplomb de la crête dont l'axe est représenté par la ligne joignant l'orifice inguinal à l'angle de l'omoplate. Le prélèvement osseux bicortical peut mesurer quatre à six centimètres de hauteur et s'étendre de l'EIAS en avant jusqu'à quelques centimètres en dehors de l'articulation sacro-iliaque, soit une longueur pouvant aller jusqu'à 16 cm (Fig. 36, p.145).

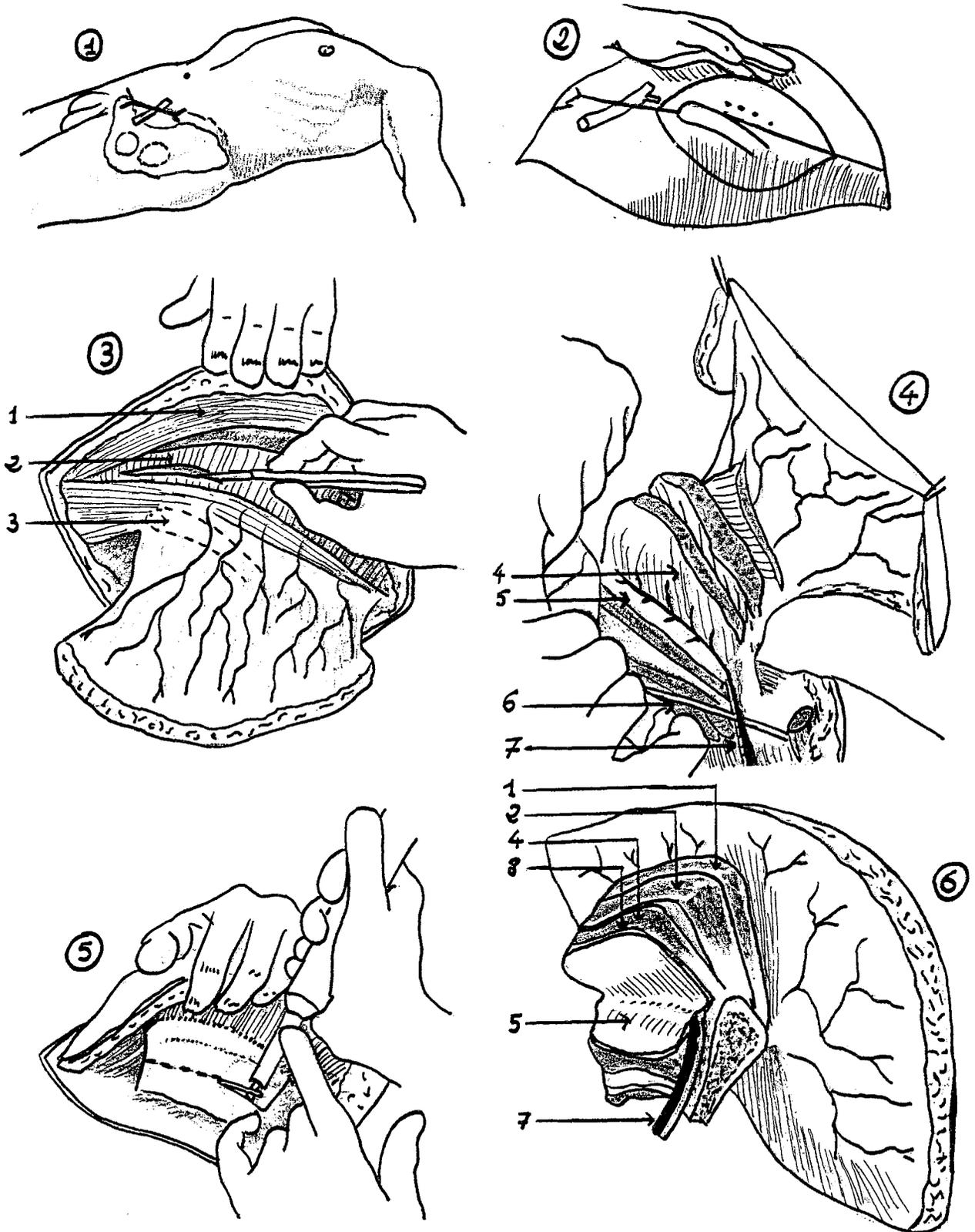
Ce transplant osseux est très intéressant pour les reconstructions latérales mandibulaires de par sa hauteur, sa courbure naturelle, sa consistance et son épaisseur autorisant une réhabilitation prothétique (43, 149, 212).

Les avantages du transplant de crête iliaque sont sa composition corticospongieuse richement vascularisée, la quantité osseuse disponible, le prélèvement composite (petit oblique) assurant une couverture immédiate et plastique du transfert, le diamètre du pédicule, les séquelles acceptables sur le site donneur.

Les inconvénients sont en rapport avec l'absence d'indépendance spatiale des différents éléments et le volume du transplant important lorsqu'il est prélevé sous forme composite. Les complications sont représentées par les hernies abdominales au travers du défaut osseux, prévenues par une fermeture pariétale soignée; les névralgies fémorocutanées, les modifications du contour du bassin gênantes pour le sujet féminin.

Fig. 37 : Prélèvement de lambeau libre de crête iliaque antérieure, d'après MANKTELOW.

1 : muscle grand oblique, 2 : muscle petit oblique, 3 : épine iliaque antéro-supérieure, 4 : muscle transverse abdominal, 5 : fascia iliaque, 6 : nerf fémoro-cutané, 7 : artère et veines circonflexes iliaques profondes, 8 : fascia transversalis.



III - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE DE SCAPULA

DOS SANTOS (87) en 1980 propose le lambeau composite ostéo-myocutané scapulaire. En 1986, SWARTZ (330) en fait la première application en reconstruction mandibulaire.

La vascularisation du bord latéral de l'omoplate est assurée par l'artère circonflexe scapulaire, branche postérieure de l'artère scapulaire inférieure, traversant le triangle omotricipital pour rejoindre la région scapulaire. Elle donne plusieurs branches longeant le bord latéral de l'omoplate avant de se distribuer aux muscles petit rond et grand rond. Il n'existe pas d'artère médullaire vraie, cependant l'observation confirmée par des injections de colorants retrouve de multiples pertuis osseux dans lesquels s'insinuent des branches minuscules. L'artère se divise ensuite en branches à destinée cutanée vascularisant les lambeaux scapulaire et para-scapulaire. Le drainage veineux est assuré par deux veines satellites se réunissant en un tronc veineux unique à l'approche de la veine axillaire. La longueur utile du pédicule peut atteindre 10 cm en remontant jusqu'aux vaisseaux scapulaires inférieurs, avec un diamètre de 4 à 6 mm. DERAEMAECKER (76) a retrouvé un apport vasculaire provenant du système thoracodorsal par l'intermédiaire d'une branche angulaire suppléant la pointe de l'omoplate. Un prélèvement sur la branche angulaire est donc possible, ainsi que la conservation des deux axes (circonflexe scapulaire et thoracodorsal) augmentant la fiabilité vasculaire et autorisant la pratique d'ostéotomie.

Classiquement, le prélèvement est axé sur les vaisseaux circonflexes scapulaires. Le segment osseux prélevable correspond à la portion haute du bord latéral de l'omoplate. Il s'agit d'un segment droit corticospongieux de 1,5 à 3 cm d'épaisseur et de 10 à 14 cm de longueur. La pointe de l'omoplate peut être incluse dans le prélèvement allongeant celui-ci de 3 à 4 cm sur le bord interne. Deux palettes cutanées scapulaire et para-scapulaire peuvent être prélevées sur un pédicule de 2 à 3 cm, indépendant de celui de l'os. On peut également prélever un lambeau composite emportant le grand dorsal ou le grand dentelé en disséquant le pédicule au-delà de la naissance de l'artère thoracodorsale.

Le lambeau libre de scapula est intéressant en reconstruction mandibulaire (213), autorisant le plus souvent une réhabilitation prothétique. Cependant, il a pour inconvénient une couverture cutanée épaisse. Il constitue un procédé de choix pour les reconstructions maxillopalatines (116).

Les avantages de ce transplant sont représentés par la qualité du pédicule vasculaire conférant une haute fiabilité, le volume osseux et la surface cutanée disponible, la qualité de la vascularisation osseuse autorisant les ostéotomies, l'indépendance spatiale des différents composants, la faible rançon cicatricielle.

Les inconvénients sont liés à un prélèvement complexe et à l'impossibilité de travailler à deux équipes.

IV - LE TRANSPLANT OSSEUX LIBRE REVASCULARISE **COSTAL**

En 1977, SERAFIN (309) propose le transplant costal prélevé sur les vaisseaux intercostaux antérieurs pour la reconstruction des pertes de substance mandibulaires. Le prélèvement osseux peut intéresser les 6^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème}, 9^{ème} côtes. La vascularisation osseuse est de type métamérique (COULY) assurée par des branches périostées provenant des artères intercostales antérieures issues de la mammaire interne et des artères intercostales postérieures issues de l'aorte thoracique. L'artère intercostale postérieure donne une artère nourricière centromédullaire au niveau de l'arc postérieur. Les vaisseaux cheminent à la face inférieure de la côte, s'anastomosant dans la région latérothoracique. Les veines de drainage sont parallèles aux artères rejoignant le système azygos en arrière et la veine mammaire interne en avant.

Les constatations anatomiques font que le lambeau peut être prélevé à pédicule antérieur avec une vascularisation osseuse périostée ou à pédicule postérieur avec une vascularisation centromédullaire et périostée. La longueur utile du pédicule atteint six

centimètres avec un diamètre de 1 mm pour l'artère et de 2 à 3 mm pour la veine. Le segment osseux prélevable peut atteindre 16 cm, essentiellement de nature corticale. Ce prélèvement doit comprendre les espaces intercostaux supérieur et inférieur dont la vascularisation est assurée par des branches musculaires provenant des pédicules homonymes, en restant au ras de la plèvre. ARIYAN a décrit le prélèvement associé des plans musculaires de petit et grand pectoral avec une palette cutanée en regard du segment osseux.

Ce lambeau libre osseux présente une courbure favorable pour la reconstruction mandibulaire (126) et peut être le siège d'ostéotomies intermédiaires. Cependant, il n'est pas dénué d'inconvénients en raison de la faible hauteur du segment osseux rendant difficile la réhabilitation, la faiblesse de la composante spongieuse, le risque élevé de brèche pleurale, l'absence de régénération du site donneur avec déformation thoracique .

RICHARDS, POOLE et GODFREY ont proposé en 1985 un prélèvement serrato-costal composé d'un lambeau libre de grand dentelé associé à la sixième ou la septième côte. Ce procédé est l'équivalent d'un greffon assisté avec une vascularisation osseuse de qualité moindre.

V - LE TRANSPLANT OSSEUX LIBRE REVASCULARISE DE 2° METATARSIEN

Ce transplant osseux a été décrit en 1966 par YOUNG dans le cadre de transferts d'orteils. En 1975, Mac CRAW et FURLOW (204) réalisaient la première reconstruction mandibulaire par lambeau libre métatarsien. En 1979, OHMARI (241) effectuait une reconstruction composite du nez par ce procédé. DUNCAN et MANKTELOW en 1985, ont précisé les modalités de son utilisation en reconstruction mandibulaire.

La vascularisation du deuxième métatarsien est double, périostée et médullaire. L'artère pédieuse issue de l'artère tibiale antérieure donne l'artère métacarpienne dorsale du premier espace. L'axe vasculaire fournit des branches à destinée cutanée issues de la région inter-métacarpienne, des branches à destinée musculaires, des branches à destinée osseuse périostée et médullaire. Il existe deux artères médullaires issues de l'artère osseuse dorsale du premier

espace, pénétrant le deuxième métatarsien au niveau de son tiers proximal et son tiers distal. Le drainage veineux est assuré par les veines satellites de l'artère et du réseau veineux superficiel, l'ensemble rejoignant l'axe saphène interne (Fig. 38, p.152). La longueur du pédicule est importante car la dissection peut être étendue vers la jambe à l'artère tibiale antérieure et à la veine saphène interne. Le diamètre de l'artère est de 3mm, celui des veines de 4 à 5 mm. Le corps musculaire de l'extensor hallucis brevis est inclus dans le prélèvement. Le transplant osseux mesure 7 à 8 cm, sa nature est essentiellement corticale. Les perforantes à destinée cutanée autorisent le prélèvement d'une palette cutanée, située au niveau de la face dorsale du pied, s'étendant en dehors du 4^o métatarsien au tendon de l'extenseur propre du gros orteil en dedans. Afin de pouvoir greffer le site donneur, il faut ménager les péritendons.

Les avantages de ce lambeau libre osseux sont la longueur et le diamètre du pédicule vasculaire, la qualité de la vascularisation osseuse (périostée et médullaire), la possibilité d'un prélèvement composite avec une palette cutanée fine et glabre. La similitude de la tête du métatarsien avec le condyle a été utilisée en reconstruction de l'articulation temporo-mandibulaire.

Les inconvénients sont liés à la difficulté de prélèvement, à la faible longueur osseuse disponible, à la morbidité du site donneur et au manque d'indépendance spatiale du lambeau composite. Ce procédé doit être contre-indiqué en présence d'artériopathie des membres inférieurs.

VI - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE DE RADIUS

Proposé en 1983 par BIEMER en reconstruction du pouce, c'est SOUTAR (317) la même année qui l'utilise à la mandibule.

La vascularisation osseuse est assurée par des branches périostées cheminant dans un septum séparant les loges externe et postérieure en dehors et le plan superficiel de la loge

Fig. 38 : Lambeau libre ostéo-cutané de deuxième métatarsien.

1 : réseau veineux superficiel, 2 : artère métacarpienne dorsale du premier espace, 3 : artère pédieuse et veines comittantes.

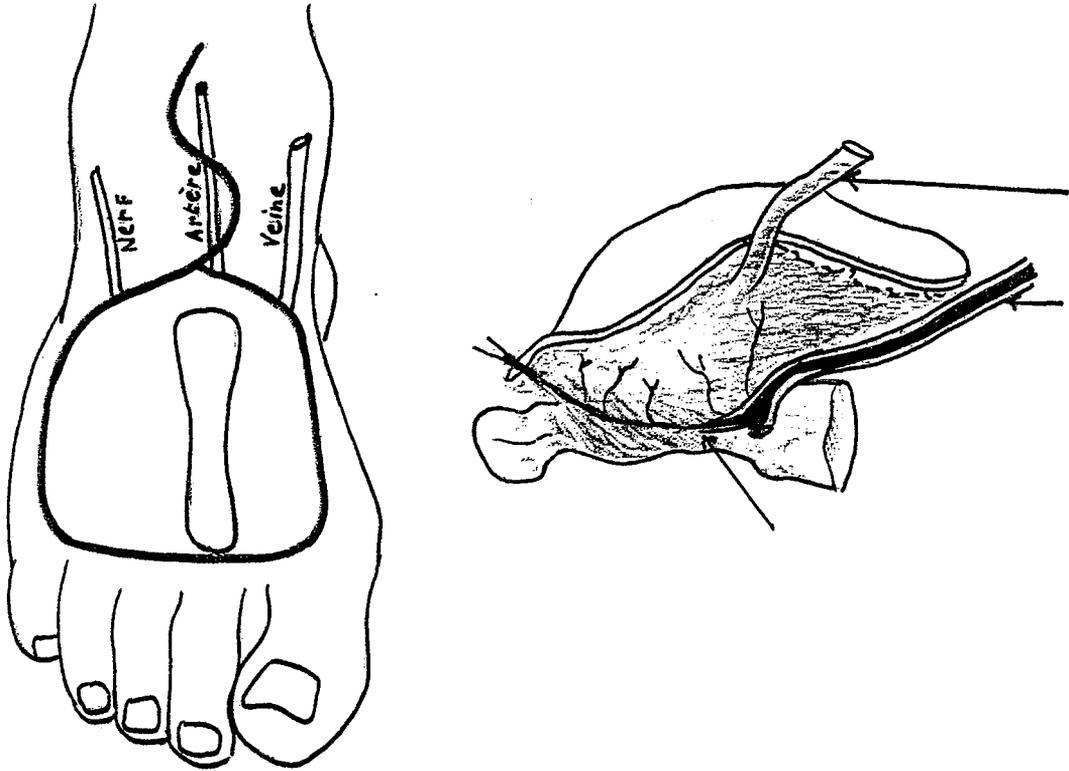
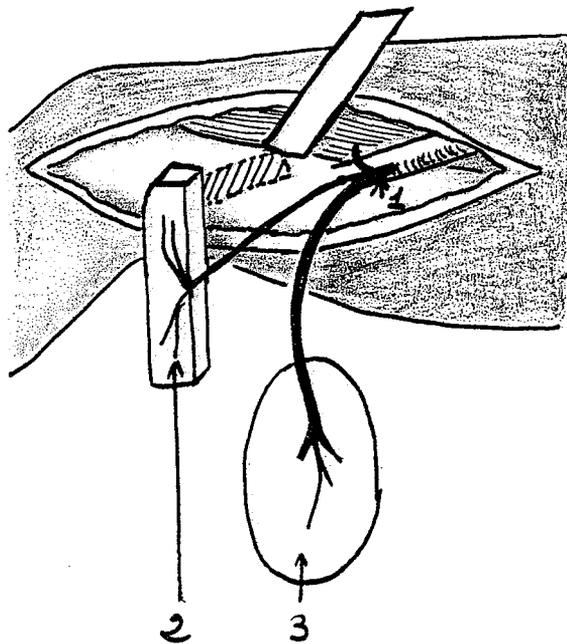


Fig. 39 : Lambeau libre condylien fémoral interne, d'après MARTIN.

1 : artère descendante du genou, 2 : branche osseuse, 3 : branche cutanée.



antérieure en dedans. Ces branches sont issues de l'artère radiale située à la face profonde du fascia antibrachial. L'artère radiale donne également des perforantes cutanées majoritaires au tiers distal vascularisant le lambeau « chinois », des branches musculaires pour le pronateur teres, le brachioradialis, le flexor pollicis longus, le pronator quadratus. Le drainage veineux est assuré par le réseau profond composé de deux veines satellites de l'artère et par le réseau superficiel composé par les volumineuses veines de la face antérieure de l'avant bras. Il existe des anastomoses entre ces deux réseaux, se jetant dans la veine médiane basilique, permettant de conserver le double drainage.

Le segment osseux prélevable est situé à la face antéroexterne du radius sur une longueur maximale de 14 cm pour 1,5 cm de haut, en regard du tiers moyen, sans dépasser le tiers de la circonférence osseuse. Il s'agit d'un os essentiellement cortical. Le prélèvement doit conserver la continuité de l'insertion de septum intermusculaire sur le radius.

Les avantages du transplant osseux libre revascularisé de radius sont le calibre et la longueur de pédicule, sa fiabilité, la possibilité de lambeau composite avec une palette cutanée fine.

Les inconvénients sont marqués par la difficulté d'adaptation du greffon osseux, l'obtention d'une baguette fine, la vascularisation osseuse uniquement périostée et la rançon esthétique au niveau de l'avant bras. Les applications cliniques à la face restent de faible intérêt.

VII - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE DE CONDYLE FEMORAL INTERNE

En 1985 MASQUELET étudie la vascularisation du tendon du muscle grand adducteur et de son insertion osseuse. En 1988, MARTIN (211) utilise un transplant osseux composite revascularisé de condyle fémoral interne en reconstruction mandibulaire.

La vascularisation du condyle fémoral interne est double, périostée et osseuse directe. Elle provient des branches terminales de la branche articulaire issue de l'artère grande anastomotique, dernière branche de division de l'artère fémorale superficielle. L'artère

chemine le long du tendon du muscle grand adducteur après avoir perforée l'aponévrose de la paroi externe du canal de Hunter. Le drainage veineux est assuré par deux veines, satellites ou non de l'artère, rejoignant la veine fémorale et accessoirement la saphène interne. La longueur du pédicule est en moyenne de 8 cm avec un diamètre de 1,5 mm pour l'artère et les veines.

Le segment osseux prélevable est situé au niveau du condyle fémoral interne, de nature corticospongieuse avec une proportion spongieuse forte. On peut obtenir une baguette osseuse de 9 cm de long sur 1,5 cm de haut (Fig. 39, p.152). Ce procédé semble intéressant pour les reconstructions linéaires mandibulaires (MARTIN).

Les avantages associent la longueur et le calibre du pédicule, la qualité de la composante corticospongieuse et de la vascularisation osseuse, la possibilité de prélèvement composite (palette cutanée) avec indépendance spatiale des éléments.

Les inconvénients sont en rapport avec un prélèvement difficile sujet à des variations anatomiques vasculaires, avec la fragilisation du fémur ainsi que l'impossibilité d'ostéotomie intermédiaire.

VIII - LE TRANSPLANT LIBRE OSSEUX REVASCULARISE **HUMERAL**

En 1988, MARTIN (210) utilise un transplant osseux huméral revascularisé en reconstruction mandibulaire.

La vascularisation du segment osseux prélevé au tiers distal de l'humérus sur son versant externe est de type périostée, sous la dépendance de branches issues de l'artère humérale profonde. Celle-ci naît de l'artère humérale commune, puis passe à la face postérieure de l'humérus dans la gouttière radiale pour rejoindre le septum intermusculaire latéral. Au niveau du septum l'artère se divise en deux branches, antérieure et postérieure. La collatérale postérieure est constante et donne trois type de branches :

- des branches septocutanées à l'origine du lambeau brachial externe,
- des branches musculaires pour le triceps, le brachialis, le brachioradialis,
- des branches à destinée osseuses conférant une vascularisation périostée étagée.

Elle se termine en arrière de l'épicondyle en s'anastomosant avec l'artère récurrente de l'interosseuse. Le drainage veineux se fait par des veines satellites de l'artère rejoignant l'humérale profonde. Le segment osseux prélevable situé au tiers distal de la face externe de l'humérus est de nature corticospongieuse à prédominance corticale, pouvant mesurer 10 cm sur 2 cm. Le prélèvement doit rester à 1 cm au-dessous de l'épicondyle et ne doit pas dépasser le tiers de la circonférence humérale. Il faut veiller à ne pas traumatiser le nerf radial qui entretient des rapports étroits avec le pédicule. Une palette cutanée peut être associée en raison de l'existence des perforantes septocutanées, pouvant mesurer jusqu'à 15 cm sur 12 cm, auto-fermante jusqu'à 7 cm de largeur. Ce lambeau semble intéressant pour les reconstructions symphysaires et parasymphysaires (214).

Les avantages sont représentés par la longueur du pédicule (7 à 8 cm), la possibilité d'ostéotomie intermédiaire, l'existence d'une indépendance spatiale des éléments sous forme composite, la faible rançon cicatricielle.

Les inconvénients sont liés à la nature corticale de l'os, aux dimensions modérées, à la fragilisation de l'humérus, au diamètre réduit des vaisseaux (artère: 1mm, veine: 2 mm) pouvant poser des problèmes de congruence avec les vaisseaux receveurs.

Chapitre VII

LES GREFFONS CARTILAGINEUX

En restauration osseuse faciale, l'apport de tissus cartilagineux a été essentiellement utilisé au niveau du dorsum nasal. Le cartilage a la réputation d'une grande vitalité, sa nutrition par imbibition étant peu exigeante. L'inconvénient majeur est son manque de résistance mécanique. Il a souvent tendance à se déplacer ou à s'incurver, le soutien qu'il apporte reste limité.

I - LA GREFFE CARTILAGINEUSE AUTOLOGUE

Le greffon cartilagineux autologue provient essentiellement de trois sources: le cartilage costal, le pavillon de l'oreille et le septum nasal. Ces cartilages appartiennent à des types différents sur le plan histologique. Le cartilage est formé d'une substance fondamentale abondante et de chondrocytes inclus dans des cavités creusées dans la substance fondamentale. Selon les caractéristiques de cette dernière, on distingue:

- Le cartilage hyalin où la substance fondamentale est amorphe aux examens usuels, semée de fibrilles collagènes. Il s'agit du cartilage le plus répandu (cartilage costal, nasal, cloison).
- Le fibrocartilage où les fibres collagènes sont nombreuses dans une substance fondamentale abondante, les cellules sont rares et petites. Il correspond au cartilage des articulations et des insertions tendineuses.
- Le cartilage réticulé où la substance fondamentale est parcourue par des fibres élastiques anastomosées en réseau. Il se trouve au niveau de l'épiglotte et du pavillon auriculaire.

Comme tout matériel autologue, il nécessite un prélèvement ce qui rallonge le temps opératoire. Il est sujet au déplacement et à la résorption. De plus, sa quantité reste limitée et il est sensible à l'infection. Cependant, le cartilage semble plus endurant et plus résistant à la résorption que son homologue osseux.

A - BIOLOGIE

La grande qualité du cartilage est sa faible exigence vasculaire. Il se nourrit par imbibition. Une fois implanté, le greffon cartilagineux s'imbibe et laisse diffuser très rapidement les liquides au contact desquels il se trouve, produisant un gonflement interstitiel avec croissance par apposition de nouvelles couches à la périphérie, sous le périchondre.

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans la réalisation des greffes cartilagineuses :

- Le greffon cartilagineux ne se fixe pas sur son lit receveur, il est sujet aux déplacements.
- Il peut se produire une déformation, un « gondolement » du greffon. A ce propos GIBSON et DAVIS (110) n'accordent aucun rôle au périchondre dans cette complication. Elle serait due à une destruction de la structure cartilagineuse.
- Des nuances existent entre les différents types de cartilage. Pour BRENT (22), le cartilage auriculaire est le plus « doué » de tous. Il présente une plus grande fiabilité de structure, une plus grande résistance à l'infection, en particulier s'il est prélevé avec son périchondre.
- Dans le cadre de la restauration osseuse le cartilage se comporte comme un implant, il n'est pas sujet à l'ostéointégration.

B - PRELEVEMENTS DES AUTOGREFFES CARTILAGINEUSES

1 - Le prélèvement costal

Le cartilage costal constitue la source la plus abondante et la plus couramment utilisée. Le prélèvement est contre-indiqué chez le jeune enfant (pas assez de matériau, répercussions possibles sur la croissance), le veillard (calcification) et le sujet en mauvais état général. Le site de prélèvement électif est constitué par le cartilage des 7^o aux 10^o fausses côtes, du fait de sa longueur, son ampleur, sa mobilité. L'incision sera pratiquée du côté droit pour éviter une blessure du péricarde, selon une ligne de 8 à 10 cm oblique en bas et en dehors, débutant à 3

ou 4 cm de la ligne médiane, sous-mammaire chez la femme, un peu plus basse chez l'homme. L'aponévrose du muscle grand oblique est ouverte et les fibres musculaires du grand droit sont dissociées. Le prélèvement peut porter sur le cartilage des 7° et 8° côtes souvent unies entre elles, ou sur celui des 9° et 10° côtes. Il faut se méfier des adhérences pleurales et des vaisseaux intercostaux. Le 7° cartilage fournit un greffon plus rectiligne et plus volumineux, les 8°, 9° et 10° un greffon plus petit et plus courbe. Plusieurs modalités de prélèvement sont possibles allant de la totalité de l'épaisseur du cartilage avec ou non respect du bord supérieur, de la préservation d'une lame postérieure protégeant la plèvre, de la conservation ou non du périchondre. La fermeture se fait plan par plan sur drain aspiratif. Les suites opératoires sont marquées par une douleur immédiate, persistant quelques jours. Les complications restent rares à type de blessures pleurales (7° côte), de lésion péritonéale (8°,9°,10° côtes), d'hématome pariétal.

Il est également possible de prélever un greffon composite ostéocartilagineux aux dépens de la 5° côte.

2 - Le cartilage auriculaire

C'est essentiellement la conque et l'anthélix qui fournissent ce cartilage élastique, de meilleure réputation, mais dont la quantité est limitée.

BRENT (23) le prélève à partir d'une longue incision tracée sur la face externe du pavillon longeant le bord central de l'anthélix, de l'extrémité antérieure de sa branche inférieure à l'orifice du conduit auditif externe. La pièce cartilagineuse est extraite en entier avec le périchondre postérieur qui semble en renforcer la vitalité. Le périchondre antérieur est au contraire laissé en place, inclus dans le lambeau cutané, de façon à minimiser les séquelles esthétiques. STARK et FRILECK (320) abordent la conque par le sillon rétroauriculaire. Le cartilage est incisé avec son périchondre postérieur, puis décollé précautionneusement de la couverture cutanéopérichondrale antérieure. L'anthélix est dégagé selon le même procédé, mais il est indispensable de garder intacte la zone de plicature avec la conque et l'insertion de l'hélix. Les exigences esthétiques du pavillon demeurent la seule contrainte de ce type de prélèvement, avec un risque de cicatrice chéloïde. A noter que SHEEN sur plus de 1000 prélèvements, y compris des sujets de race noire avec voie d'abord antérieure, ne retrouve qu'une seule cicatrice chéloïde chez un sujet de race blanche. Enfin, la prévention de

l'othématome et de la chondrite repose sur une hémostase soigneuse et la surveillance clinique.

3 - Le cartilage nasal

Il s'agit du cartilage de cloison prélevé par voie extramuqueuse suivi d'un décollement sous-périchondral. Il faut conserver une baguette cartilagineuse dorsale et columellaire pour éviter une ensellure nasale. Ce cartilage ne présente aucune tendance à la distorsion et très peu à la résorption, cependant il n'est disponible qu'en quantité limitée.

4 - Modelage et mise en place du greffon

Le problème majeur dans la taille du greffon est la prévention de sa distorsion éventuelle. Le cartilage garde en mémoire sa forme originelle, dépendante de la couche périphérique des chondrocytes, disposés en parallèle, qui exercent une tension permanente. GIBSON et DAVIS (110) ont proposé un modelage du cartilage suivant le principe des «greffes équilibrées» pour obtenir une adéquation des tensions entre couche périphérique et couche centrale. Certains auteurs proposent de perforer le greffon cartilagineux, ayant pour but théorique de favoriser la colonisation fibreuse et la fixation. Cette absence de fixation rend capitale l'adéquation entre les dimensions du greffon et celles du lit receveur. En effet, une pèche trop étroite entraînera la distorsion précoce du greffon, l'inverse provoquera déplacement et distorsion tardive.

C - APPLICATIONS CLINIQUES

Les autogreffes cartilagineuses ont été largement utilisées dans le traitement des ensellures nasales dès la fin de la seconde guerre mondiale, sous l'impulsion de RETHI. De nombreux auteurs ont obtenu de bons résultats avec un recul suffisant (JURI (152), TARDY (332), ORTIZ-MONASTERIO (245), JOST ...), ainsi qu'un faible taux de migration et d'infection. JOST propose une hypercorrection du tiers du volume en prévision de la résorption physiologique inévitable.

Le cartilage autologue a également été utilisé en reconstruction du plancher orbitaire pour de faibles défauts osseux (320).

L'absence d'ostéointégration et les faibles qualités mécaniques, font que les autogreffes cartilagineuses ont des indications limitées en restauration osseuse. La greffe cartilagineuse ne se fixe jamais aux tissus avoisinants. Les inconvénients sont marqués par la résorption, la déformation, la sensibilité à l'infection des greffons.

II - LES ALLO ET XENO GREFFES CARTILAGINEUSES (236)

Les allogreffes et les xéno-greffes cartilagineuses ont bénéficié d'un engouement au début du XX^e siècle, terni rapidement par la constatation des mauvais résultats. L'amélioration des techniques de purification a permis l'élaboration de produits donnant des résultats satisfaisants en expérimentation animale et clinique.

A - ALLOGREFFES DE CARTILAGE COSTAL IRRADIÉ

Au cours des dernières décennies, les allogreffes de cartilage costal irradié ont été utilisées comme matériel de substitution à l'os au niveau de la face (rhinoplasties, comblement de dépressions prémaxillaires, frontales, reconstruction du plancher orbitaire...). Elles proviennent de prélèvements réalisés au cours d'une autopsie de sujets jeunes indemnes de toute affection de système. Il a été constaté un phénomène d'intégration des greffons de cartilage irradié lorsqu'ils sont utilisés comme matériel de remplacement osseux. Ce phénomène n'existe pas dans le cas d'homogreffe ou d'autogreffe de cartilage non irradié. Ce matériau a les avantages d'une facilité d'emploi et de manipulation, d'une bonne adaptabilité, d'une très bonne tolérance et d'une absence de résorption. Son stockage est facile, il peut être conservé indéfiniment après stérilisation dans un bocal hermétiquement clos à la température de quatre degrés.

B - CARTILAGE LYOPHILISE ALLO OU XENOGENIQUE

Le cartilage est prélevé dans des conditions stériles, il est ensuite stérilisé par une solution de bêta propiolactone à 1% pendant deux heures à 37°C. Ensuite il est lyophilisé, ce qui le rend facilement stockable à température ambiante et réduit son antigénicité. Il est réhydraté au moment de l'utilisation dans une solution physiologique contenant un million d'unités de pénicilline G et deux grammes de streptomycine par litre pendant deux heures. SAILER l'a utilisé en reconstruction faciale, il recommande le lyocartilage allogénique pour l'augmentation des contours faciaux et le lyocartilage allo ou xénogénique pour le comblement secondaire des fentes palatines.

Ces matériaux présentent les inconvénients de toute allogreffe ou xélogreffe, avec le risque potentiel de transmission de maladies (respectivement sida et encéphalite spongiforme bovine), expliquant leur utilisation limitée.

Chapitre VIII

**LES TRANSPLANTATIONS
PERIOSTEEES**

A la suite des travaux d'OLLIER (242) en 1867 démontrant les propriétés ostéogéniques du périoste, de nombreux auteurs ont proposé l'utilisation des greffes périostées dans le but de réduire les séquelles au niveau d'un site donneur osseux, voire de le remplacer totalement. Le périoste utilisé seul, présente des caractéristiques de plasticité que ne possède pas un segment osseux, facilitant ainsi son adaptabilité aux zones receveuses.

“ Le périoste fait de l'os, l'os refait son périoste ”, DUHAMEL du MONCEAU.

Cette capacité ostéogénique du périoste isolé a été contesté par DAVIS et HUNNICUT, LERICHE et POLICARD, puis SALYER et CESTERO (305). Cependant les expérimentations réalisées par ces auteurs portaient sur le péricrâne, or l'ostéogénèse à la voûte est principalement sous la dépendance du feuillet externe de la dure-mère. OWEN (247) en 1963 fût la première à décrire la séquence de différenciation des cellules ostéoprogénitrices périostées et l'ostéogénèse sur un modèle animal. OWEN et d'autres auteurs (340) retrouvèrent que le périoste est constitué d'une couche externe fibreuse, relativement inerte, et d'une couche cellulaire interne comprenant les précurseurs des cellules osseuses. Ces précurseurs se différencient en préostéoblastes, puis en ostéoblastes et finalement en ostéocytes lorsqu'ils sont stimulés de façon adaptée.

La capacité ostéogénique du périoste peut être mise à profit en reconstruction osseuse, cependant elle est soumise à certaines conditions. Les conditions de stress appliquées au périoste semblent jouer un rôle important dans la maintenance du volume osseux à long terme et le remodelage (PUCKETT (276), FINLEY (101)). Cependant des auteurs japonais (342) ont montré qu'une greffe de périoste pouvait induire la formation d'os compact même en l'absence de toute contrainte. L'influence des conditions de prélèvement est primordiale; il faut éviter toute agression de la couche cellulaire interne fragile .

Les greffes périostées nécessitent un lit receveur bien vascularisé. En ce qui concerne les lambeaux périostés, le pouvoir ostéogénique du périoste semble dépendre de l'importance du flux sanguin. A cet égard, un lambeau musculopériosté est plus efficace qu'un lambeau périosté seul (342).

Enfin le périoste doit être prélevé dans un site à haute capacité ostéogénique. UDDSTRÖMER (344) a montré les différences des capacités ostéogéniques en fonction des sites prélevés. Ainsi la périoste du tibia produit davantage d'os que le périoste d'une côte. Le péricrâne a lui un potentiel très réduit.

Les modalités d'utilisation du périoste peuvent être regroupées en deux catégories: la greffe périostée et le lambeau périosté.

I - LA GREFFE PERIOSTEE

La greffe périostée tibiale a été préconisée en 1972 par RITSILA (287, 288), dans la réparation primaire des fentes labio-alvéolopalatines. La greffe est placée transversalement dans la fente d'un segment alvéolaire à l'autre (Fig. 41, p.166). L'auteur obtient une importante formation osseuse, permettant la fermeture du défaut alvéolaire.

STRICKER (324, 326) utilise le périoste tibial depuis 1973 pour la réparation primaire des fentes labio-alvéolo-palatines en l'étendant jusqu'au bord postérieur de l'os palatin. La greffe périostée est orientée selon une direction antéro-postérieure, sur toute la longueur de l'alvéole et du palais osseux (Fig. 42, p.166). Elle est directement mise au contact du plan nasal reconstruit, périoste contre périoste. Le but de la greffe périostée dans cette indication est double. L'intérêt majeur est la restauration du plan buccal sans utiliser la fibromuqueuse palatine dans l'aire critique, où son déplacement peut induire un collapsus maxillaire. Ce concept provient des idées de DUNN (1932), de STENSTROM et THILANDER (1974), ces auteurs utilisaient une greffe cutanée pour refaire le plan buccal. Le deuxième point est le degré de formation osseuse au niveau de la fente. La greffe périostée incorpore deux territoires différents (Fig. 43, p.167). L'un antérieur alvéolaire où la greffe est recouverte, protégée et nourrie par le muscle orbiculaire réparé. L'os produit à ce niveau est de quantité et de qualité satisfaisante. Le territoire postérieur ou palatin est dans une situation moins favorable. La greffe est exposée à une contamination au sein de la cavité buccale et soumise aux mouvements linguaux avec risque de déplacement. La greffe sert essentiellement de tuteur à l'épithélialisation à partir des berges, épithélialisation sans rétraction avec conservation de la couche profonde ostéogène. Le résultat est un palais d'étanchéité totale dont l'aspect est analogue à celui d'une voûte normale (Photographies 28-32, p. 168 et 169).

Fig. 40 : Le lambeau périosté maxillaire de SKOOG.

1966

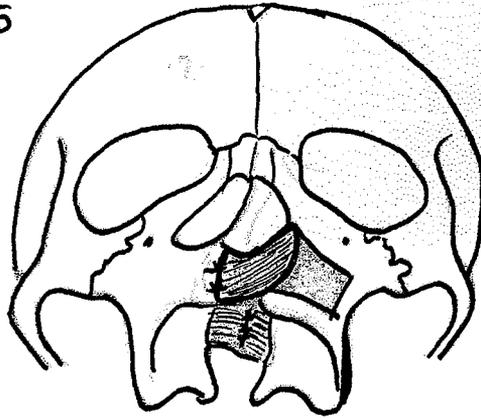


Fig. 41 : La greffe périostée tibiale selon RITSILA.

1972

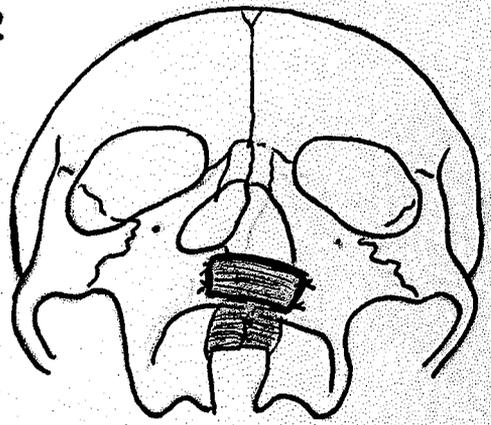


Fig. 42 : La greffe périostée tibiale selon STRICKER.

1973

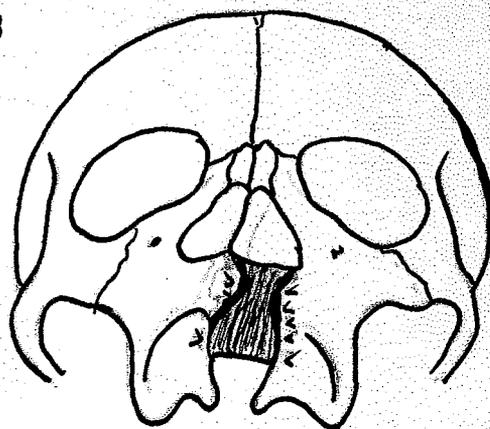
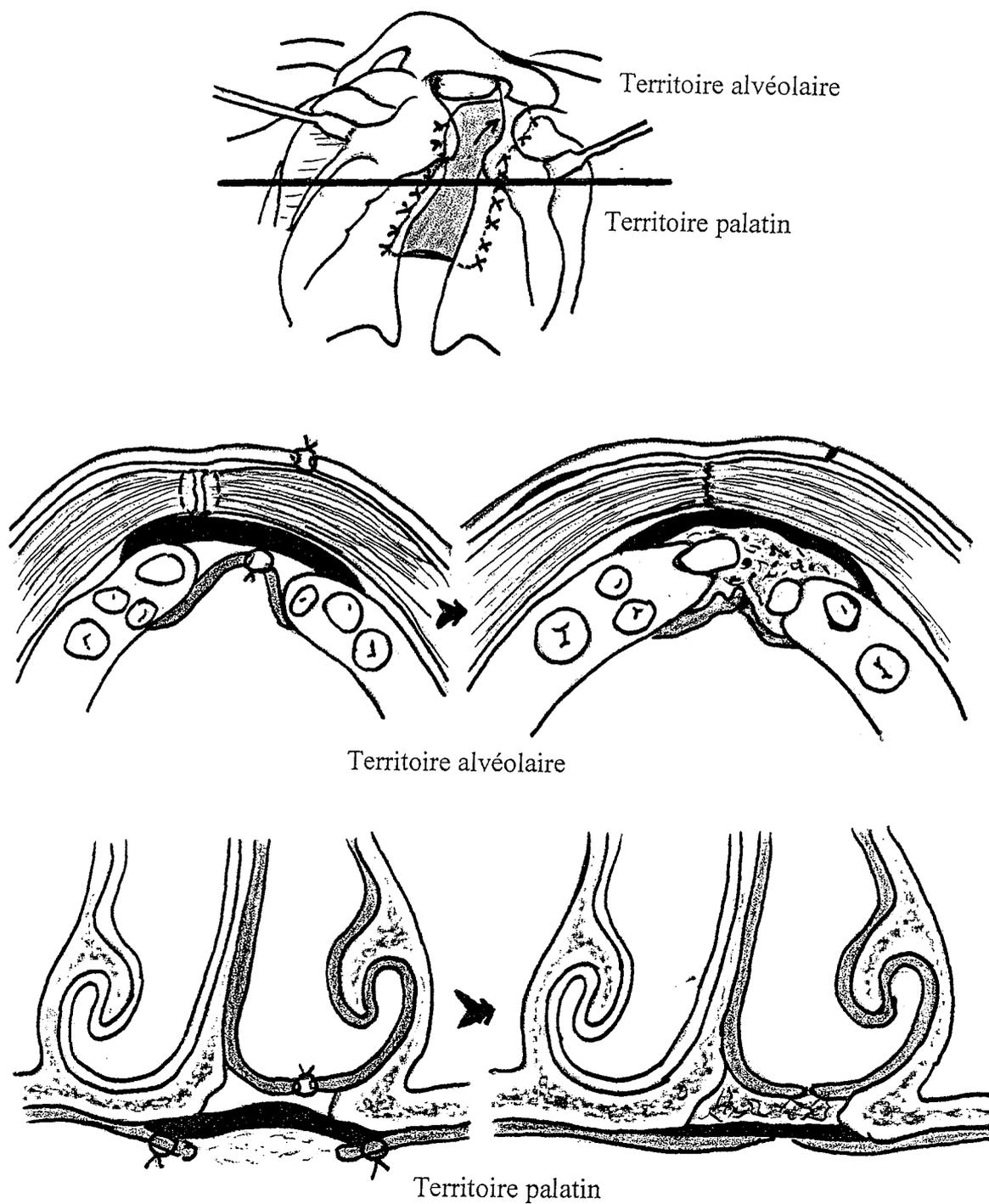
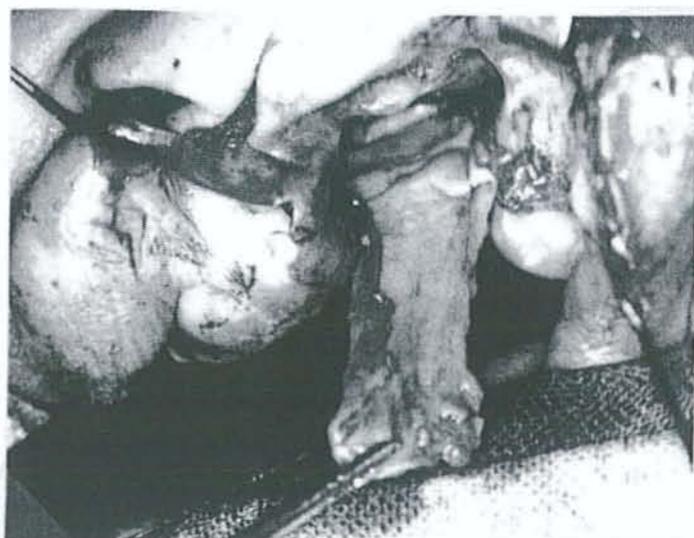
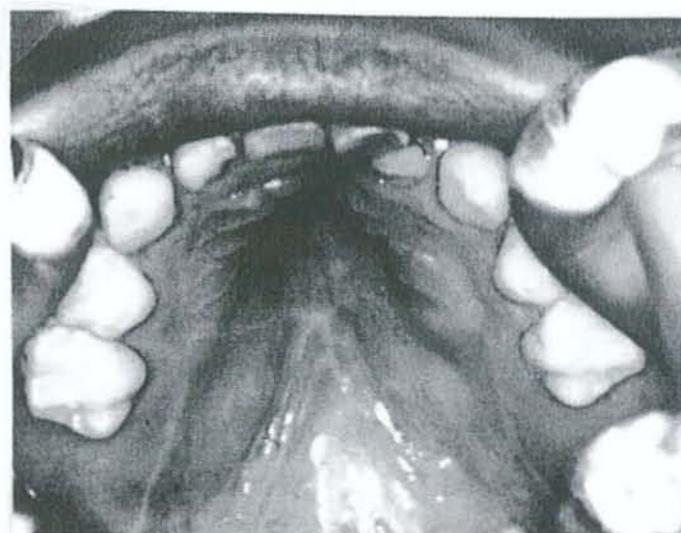


Fig. 43 : Les deux territoires de la greffe périostée tibiale: palatin et alvéolaire (selon STRICKER).

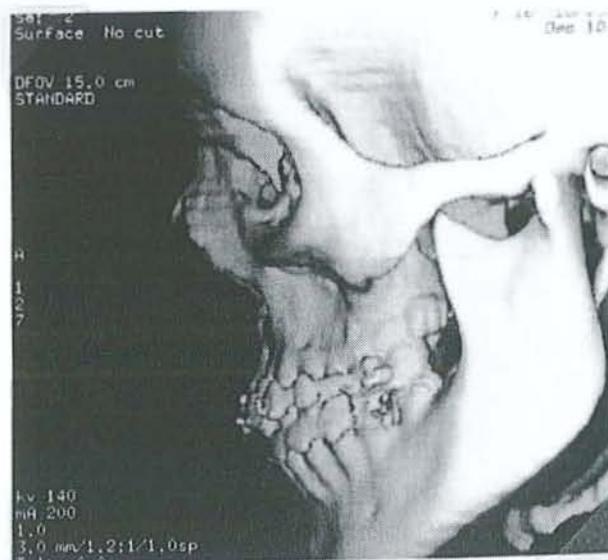
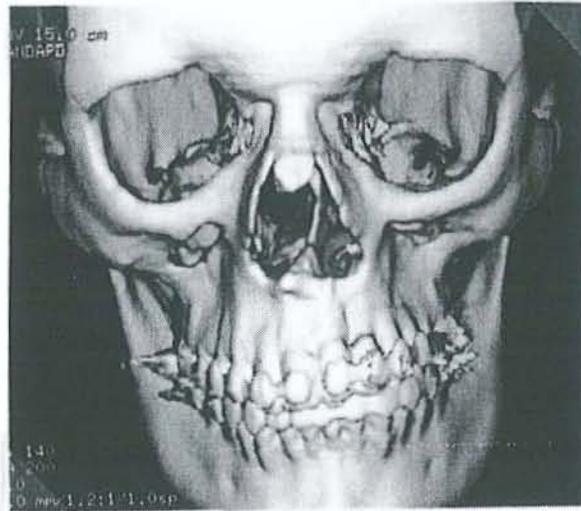




Photographies 28 et 29 : Greffe périostée tibiale dans la réparation primaire d'une fente unilatérale totale gauche.



Photographie 30 : Aspect du palais après épithélialisation sur la greffe.



Photographies 31 et 32 : Scanner 3D : aspect de l'os alvéolaire maxillaire produit par le périoste.

II - LES LAMBEAUX PERIOSTES

Les lambeaux périostés sont d'utilisation ancienne en reconstruction crâniofaciale. OLLIER (242) préparait des transferts ostéopériostés sur le front pour la reconstruction de la pyramide nasale.

Tord SKOOG (314) eut l'idée en 1967 d'utiliser un lambeau périosté maxillaire pour produire de l'os au sein des fentes palatines primaires (Fig. 40, p.166). Ce procédé est basé sur trois constatations:

- le périoste recouvrant le segment maxillaire possède un potentiel de croissance normal,
- l'os dénudé dans cette région peut reconstituer son périoste
- le rétablissement de l'interaction entre les centres de croissance médial et latéral permet la croissance et le développement de l'unité maxillaire. Cette dernière constatation est plus discutable.

SKOOG eut également l'idée d'interposer du SURGICEL®, celui-ci permettant en théorie de réguler le volume et la forme de l'os néoformé. Le concept du procédé de SKOOG était donc de respecter le côté médial, de mobiliser le côté latéral, de rétablir la continuité périostée, de prévenir la malocclusion.

En pratique, il est quantitativement difficile de réaliser un lambeau périosté viable avec un pédicule assez large basé dans la région infra-orbitaire pour le transposer au niveau d'une fente de grande dimension. De plus, l'os produit est qualitativement médiocre du fait de la nature résorptive du périoste de cette région (Théorie d'ENLOW, 1968) (93). Les troubles de croissance secondaires ont conduit beaucoup de chirurgiens à abandonner cette méthode.

METAIZEAU a utilisé avec succès un lambeau périosté de péroné dans le traitement des pseudarthroses congénitales du tibia.

ROMANA et MASQUELET (218, 293) ont étudié l'association d'un lambeau périosté ou musculopériosté à une autogreffe spongieuse avec comme résultat la production d'une

quantité significative d'os néoformé, alors que les lambeaux périostés tubulisés sur eux-mêmes ne produisent peu ou pas d'os. Pour les auteurs, l'association greffe périostée vascularisée et greffe conventionnelle d'os spongieux induit rapidement la formation d'os compact, comparativement aux greffes périostées sans greffe osseuse. A ce propos les lambeaux musculo-périostés semblent plus favorables en raison de l'importance du flux sanguin. Les auteurs décrivent de nombreux lambeaux périostés pouvant être prélevés sur les membres, utilisables en lambeaux libres ou pédiculés.

En 1991, LAPIERRE et MASQUELET (177) présentent trois cas de crânioplasties utilisant un lambeau libre ostéopériosté fémoral. Il s'agissait de trois patients porteurs de pertes de substance étendues de la voûte frontale consécutives à une plaie crâniocérébrale, intéressant les sinus frontaux, l'étage antérieur, compliquées de suppurations chroniques. Les lambeaux libres ostéopériostés furent revascularisés sur le pédicule temporal superficiel. Ce procédé semble intéressant dans la prise en charge des pertes de substances de la voûte crânienne après échec des techniques conventionnelles, et dans les séquelles graves d'ostéite.

Outre l'association à de l'os autologue, les lambeaux périostés peuvent être utilisés conjointement aux substituts osseux. PAYEMENT et al. (257) ont évalué au décours d'une expérimentation animale, la formation osseuse comparativement entre un lambeau périosté associé à de l'os spongieux autologue ou à du corail. Le rôle de guide de la croissance osseuse du corail a été confirmé avec une quantité d'os néoformé équivalente. Il a ainsi été obtenu un lambeau ossifié vivant, de taille équivalente avec le corail et la greffe osseuse. Ce lambeau est transplantable par des techniques microchirurgicales. Ce procédé ouvre des perspectives intéressantes en reconstruction osseuse. On peut ainsi entrevoir l'élaboration d'un lambeau préfabriqué, de taille et de dimension adaptées à la perte de substance, limitant la morbidité par l'utilisation de substituts osseux, transférable secondairement par techniques microchirurgicales.

Chapitre IX

**LA STIMULATION DE
L'OSTEOGENESE**

La stimulation de la production osseuse en un site donné peut s'obtenir par deux types de moyens : l'emploi de facteurs de croissance ou l'utilisation de moyens mécaniques que sont la distraction osseuse et la régénération osseuse guidée. Les facteurs de croissance seront détaillés dans le chapitre concernant les substituts osseux d'origine non osseuse.

I - LA DISTRACTION OSSEUSE A LA FACE

La technique d'allongement osseux est connue des orthopédistes depuis le début du siècle. En 1905, CODIVILLA l'effectue sur le tibia, en 1927 ABBOT réalise un allongement de fémur chez des patients atteints de poliomyélite. En 1952, ANDERSON réalise le premier allongement progressif de tibia. En 1956, ILIZAROV propose la corticotomie préservant le périoste et la distraction par fixateur circulaire externe. Il effectue des études expérimentales et biomécaniques permettant de définir les conditions nécessaires au succès de la distraction osseuse des os longs : (140, 141)

- préservation de la moelle osseuse (endoste) et du périoste grâce à la pratique d'une corticotomie des trois quarts de la circonférence, le reste est rompu par ostéoclasie,
- respect d'un délai de cicatrisation de cinq à sept jours entre la corticotomie avec mise en place du distracteur et le début de la distraction,
- distraction au rythme de un millimètre par jour, répartie en quatre fois,
- nécessité d'une contention post-distraction,
- utilisation fonctionnelle et physiologique normale du membre au cours de la distraction,
- ablation de l'appareillage avec contrôle clinique et radiologique.

L'os néoformé se développe à partir des fragments osseux proximal et distal ainsi qu'à partir du périoste de façon centripète. A un an, il n'y a pas de différence entre l'os obtenu par distraction et l'os normal. Il se produit au niveau des enveloppes musculaires et périostées une élévation et une hyperplasie (361).

En reconstruction crânio-faciale, les auteurs se sont tous écartés des principes d'ILIZAROV, en raison de la richesse vasculaire. En effet, la pratique d'ostéotomies, de larges décollements périostés sans préservation de l'endoste et du périoste n'ont pas empêché

la production osseuse, ni la consolidation. La distraction a d'abord été appliquée au site mandibulaire (Mac CARTHY, 1992 (201) puis étendue au maxillaire et au massif facial. Elle peut être monofocale, bifocale voire trifocale, uni ou multidirectionnelle, interne ou externe.

A - LA DISTRACTION MANDIBULAIRE

Mac CARTHY (201) a été l'initiateur de la distraction osseuse au site mandibulaire en proposant une véritable ostéotomie à la scie avec mobilisation immédiate du foyer de fracture. ORTIZ-MONASTERIO et MOLINA (229) ont proposé une variante technique avec corticotomie externe réalisant deux échancrures bicorticales supérieure et inférieure, laissant le soin au distracteur de rompre la corticale interne au moment de l'activation de la distraction. La mandibule est immobilisée par le fixateur (interne ou externe) pour une période 5 à 15 jours, ce délai permettant la constitution de la matrice fibrino-collagénique. La distraction débute ensuite au rythme de 0,5 à 2 mm par jour, soit 1 mm en moyenne en une ou deux fois. Lorsque l'allongement osseux désiré est obtenu, une période de contention de 3 à 8 semaines permet la pérennisation du résultat. Des déficits mandibulaires de plusieurs centimètres ont pu être comblés par ce procédé.

L'évolution des appareillages de distraction se fait au profit des distracteurs endobuccaux (81, 203) mis au contact osseux en position sous-périostée, dont l'activation est faite par l'intermédiaire d'une tige. On évite ainsi les séquelles cicatricielles faciales et le risque de traumatisme liés à l'appareillage externe. On limite également le retentissement psychologique et socioprofessionnel. Lorsque différents segments mandibulaires sont intéressés par la distraction (branche montante, horizontale...), on aura recours à un appareillage autorisant une action multidirectionnelle (distracteurs externes). La distraction bifocale autorise le comblement de déficits osseux de plus grande taille (COSTANTINO).

Les applications cliniques ont essentiellement intéressé le traitement de microsomie hémifaciale (202), d'hypoplasie mandibulaire après ankylose temporo-mandibulaire, de syndrome de FRANCESCHETTI ...

La distraction osseuse permet le traitement précoce des hypoplasies mandibulaires sans recourir aux greffes osseuses, tout en assurant une expansion des parties molles. Les résultats obtenus sont bons, tant sur le morphologique qu'occlusal. La qualité de l'articulé dentaire

semble conditionner la stabilité à long terme de la distraction, conférant une importance non négligeable au traitement orthodontique associé.

Chez l'adulte, la distraction mandibulaire a été proposée pour la reconstruction de pertes de substances interruptrices séquellaires de traumatismes balistiques, permettant le comblement d'un déficit osseux de 5 à 10 cm avec expansion concomitante des parties molles (LABBE (175)). Le mode de distraction utilisé était bifocale et trifocale autorisant un plus grand allongement osseux.

B - LA DISTRACTION MAXILLAIRE

L'efficacité de la distraction mandibulaire a fait étendre les applications au maxillaire. L'expérimentation animale a débuté en 1993, un avancement progressif suivi de réossification a été constaté après ostéotomie. Chez l'homme, FAIRLEY et al. (97) furent les premiers à concevoir et à utiliser un système de distraction interne. Il s'agissait d'un distracteur s'appuyant en avant derrière le malaire et en arrière sur l'écaïlle temporale. Plus tard, CHIN et TOTH (47) proposèrent un distracteur placé entre le malaire et l'arcade zygomatique, activé par en avant, le système passant au travers de la peau de la pommette. Les distractions par voie externe utilisant des broches ont également été proposées, cependant les séquelles cicatricielles semblent peu justifiées. Enfin ORTIZ-MONASTERIO et MOLINA (246) ont réalisé un allongement mandibulaire par distraction associé à une ostéotomie de LEFORT I, un blocage inter-maxillaire permettant l'avancement conjoint du maxillaire.

La distraction maxillaire est soumise à plusieurs principes. Le point d'appui postérieur doit être stable, temporal ou zygomatique. Chez le nourrisson et le jeune enfant, l'appui zygomatique est trop fragile rendant l'appui temporal nécessaire, éventuellement renforcé par une greffe osseuse. Le point d'amarrage antérieur malaire doit être solide, soit placé sur sa face externe, soit en arrière de celui-ci à la partie antérieure et supérieure de la fosse zygomatique. La direction de la distraction sera contrôlée dans plusieurs plans. Il faut se placer dans une direction légèrement oblique en bas et permettre à la partie haute du nez d'avancer simultanément.

Les sections osseuses peuvent être pratiquées de trois façons différentes :

- une ostéotomie complète de type LEFORT III avec ébauche de mobilisation suivie de distraction progressive,
- une corticotomie au niveau des points de résistance que sont la racine du nez, la paroi externe des orbites, le malaire, la jonction ptérygo-maxillaire,
- des sections au niveau de la racine du nez et des rebords orbitaires externes, la disjonction et l'avancement survenant lors de la distraction.

Les indications de ces différentes sections osseuses seront fonction de l'âge. Le LEFORT III sera effectué chez les sujets plus âgés, tandis que le nourrisson de moins de six mois se prêtera bien à une disjonction par distraction. Pour l'enfant de 2 à 7 ans, la corticotomie sélective pourra être utilisée si les points d'appui sont très stables.

L'avancement est ébauché en peropératoire pour vérifier la qualité des points d'appui et le bon fonctionnement de l'appareillage. La distraction quotidienne est généralement de un millimètre. Une fois l'avancement désiré obtenu, une période de contention de quelques mois empêche le recul des pièces osseuses avancées. En cas d'ossification insuffisante, une greffe autologue d'interposition est mise en place.

Les indications de la distraction maxillaire semblent limitées chez l'adolescent et l'adulte, mais étendues chez le nourrisson et le jeune enfant (208).

Les nourrissons présentant une facio-crânio-synostose sévère peuvent ainsi bénéficier d'un avancement facial progressif précoce pour des raisons fonctionnelles (protection oculaire, respiration) et morphologiques, avec un risque opératoire moindre par rapport à l'avancement monobloc fronto-facial.

Chez l'enfant de 4 à 12 ans en dentition intermédiaire, l'engrènement dentaire et la fixation intermaxillaire sont très aléatoires avec comme conséquence la forte tendance à la récurrence de la rétrusion. La distraction progressive va vaincre les résistances musculaires et muqueuses, permettant l'obtention d'un résultat stable (Photographies 33-40, p. 177 et 178).

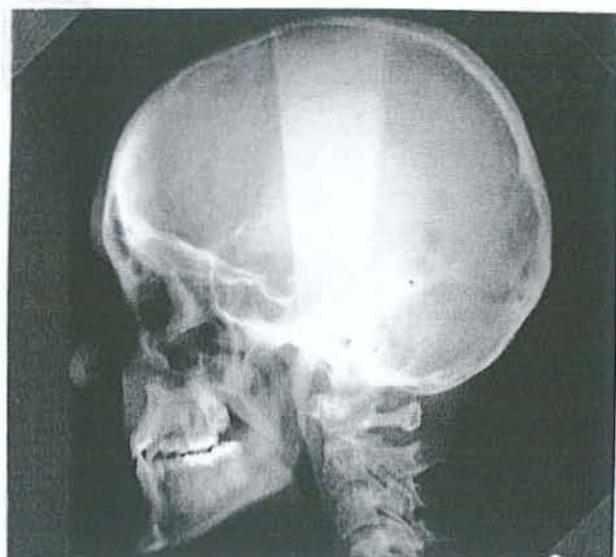
En pratique, de nombreux problèmes techniques et un nombre important de complications (infections, exposition du matériel, fractures...) ont modéré l'engouement initial. Cependant cette technique semble appelée à un fort développement dans l'avenir.



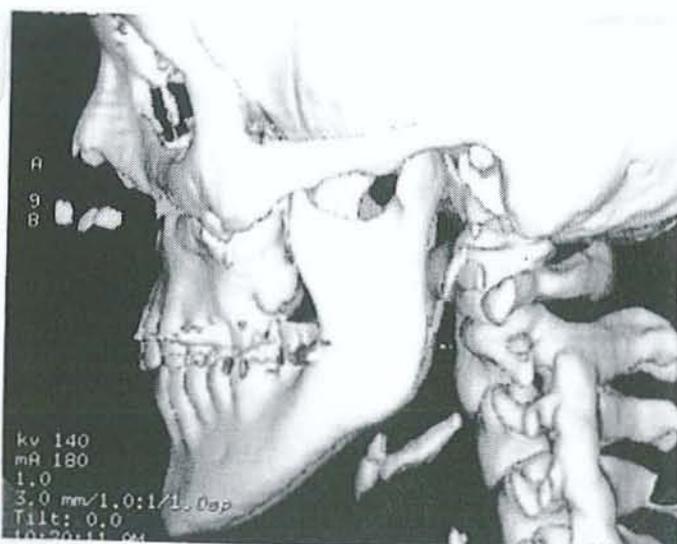
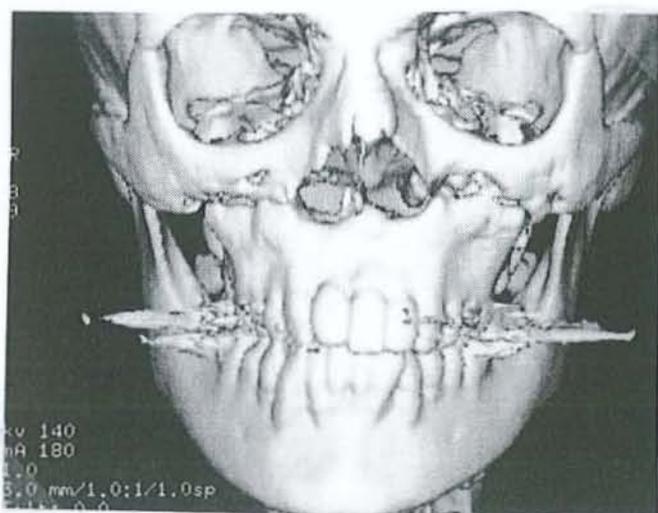
Photographies 33 et 34 : Séquelle d'une fente unilatérale totale droite en rétrusion maxillaire globale.



Photographies 35 et 36 : Distraction maxillaire selon le procédé de POLLEY. Noter l'ascension initiale du maxillaire distraité.



Photographies 37 et 38 : Articulé dentaire obtenu.



Photographies 39 et 40 : Scanner 3D : visualisation du cal de type fibreux.

II - LA REGENERATION OSSEUSE GUIDEE

La prolifération fibreuse est plus rapide que celle de l'ostéogenèse au sein d'un site osseux réséqué ou détruit. Pour éviter cette prolifération fibroblastique dans le foyer de résection osseuse, on peut placer une membrane de protection circonscrivant le défaut, autorisant la régénération osseuse. Cette membrane de régénération peut soit être induite par l'intermédiaire d'une entretoise, soit constituée d'un biomatériau (Gore-Tex®, collagène...).

MASQUELET (165, 219) a proposé le concept de membrane induite pour la reconstruction diaphysaire des os longs. Lors d'un premier temps opératoire, est mise en place une entretoise de polyméthacrylate de méthyle au niveau de la perte de substance après régularisation osseuse en zone saine. Une couverture par des parties molles de qualité doit être assurée. Le deuxième temps opératoire deux mois plus tard consiste après incision de la membrane induite, à enlever l'entretoise pour la remplacer par du greffon spongieux autologue. Une reperméabilisation des canaux médullaires et une décortication des extrémités osseuses sont effectuées. Le rôle de l'entretoise va être de préserver l'espace de reconstruction osseuse en empêchant le comblement par du tissu fibreux provenant des parties molles, elle participe également à la stabilité osseuse. L'entretoise possède aussi un rôle biologique en induisant une membrane périphérique au contact du ciment. Cette membrane induite est constituée d'une métaplasie pseudosynoviale doublant la réaction fibreuse capsulaire par des cellules épithéliales disposées en palissade. La revascularisation de l'os spongieux mis en place est rapidement assurée à partir de la riche structure vasculaire du tissu conjonctif bordé par la pseudomembrane synoviale. L'os spongieux placé dans la cavité circonscrite par la membrane, va se densifier rapidement pour acquérir un aspect d'os cortical. La membrane induite joue donc un rôle de barrière, participe à la revascularisation de la greffe osseuse, assure une continuité entre les deux extrémités osseuses, constitue une chambre biologique dans laquelle peuvent se déverser les facteurs de croissance d'origine médullaire.

Différents biomatériaux résorbables (collagène) ou non résorbables (Gore-Tex®, TEFLON®) ont été utilisés comme membrane de régénération osseuse au niveau du parodonte dans les protocoles d'implantologie (68, 69). En isolant le défaut alvéolaire de la prolifération des tissus conjonctifs de proximité, la membrane permet le comblement par un

os néoformé de structure et de qualité similaire. La quantité d'os néoformé reste stable à distance, même en l'absence de sollicitation (190).

Ce procédé a été étendu en expérimentation animale aux défauts frontaux limités, où l'association d'une membrane interne et externe avec greffe osseuse spongieuse intercalée a permis une restauration complète de l'épaisseur (70, 197).

L'association d'une greffe osseuse spongieuse à deux membranes de régénération a été proposé au niveau des versants buccal et nasal pour le traitement des fentes palatines (269). Une restauration osseuse complète a été obtenue, cependant l'évolution et les retentissements sur la croissance n'ont pas été évalué.

Les membranes de régénération peuvent également être associées à des biomatériaux ostéoconducteurs, mais là régénération osseuse semble plus lente (80).

Enfin, pour les indications d'augmentation osseuse, les résultats semblent moins probants.

Chapitre X

LES BIOMATERIAUX EN RECONSTRUCTION OSSEUSE

L'utilisation des biomatériaux en reconstruction osseuse faciale tend à s'accroître.

Différentes catégories de biomatériaux sont employés, il s'agit des substituts osseux d'origine osseuse et non osseuse, des implants.

En 1953, SCALES définit les critères de qualité d'un biomatériau qui sont toujours d'actualité. Il doit être :

- * chimiquement et physiquement inerte,
- * le moins inflammatoire possible,
- * non allergisant,
- * non cancérogène,
- * non toxique,
- * chimiquement et physiquement stable,
- * aisément introduit,
- * de caractéristiques mécaniques proches du site receveur,
- * rétablissant une fonction,
- * sa dépose aboutissant à une restitution «ad integrum ».

La classification qui fait office de référence est celle de l'AFNOR, établie en 1994.

I - COMPORTEMENT DU BIOMATERIAU

Un biomatériau va interagir avec les systèmes biologiques de l'hôte et c'est la qualité de cette interaction qui définira l'avenir du biomatériau en tant que moyen thérapeutique. Cette capacité du biomatériau à remplir son rôle est la résultante de :

- son degré de biocompatibilité
- son degré de biofonctionnalité

Ces deux propriétés dépendent des caractéristiques du matériau et des contraintes biologiques.

A - BIOCOMPATIBILITE ET BIOFONCTIONNALITE

1 - Propriétés du matériau

a - Propriétés physico-chimiques

Elles prennent en compte la composition élémentaire du biomatériau (éléments, trace ...), son état cristallin ou amorphe, sa résistance à la biodégradation, à la corrosion.

b - Propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques d'un biomatériau sont importantes à connaître, il s'agit de :

- *la résistance à la compression* : contraintes perpendiculaires aux fibres,
- *la résistance à la traction* : contraintes perpendiculaires aux fibres, opposées à la compression,
- *la résistance à la torsion* : contraintes tangentiels,
- *la résistance au cisaillement* : contraintes parallèles aux fibres,
- *la résistance à la fatigue* : un matériau finit par se briser quand il subit une contrainte répétée d'une certaine valeur, mais inférieure à sa limite élastique, c'est la rupture par fatigue,
- *l'élasticité* : capacité d'une structure à retrouver sa forme et sa dimension après suppression des charges qui l'ont déformé,
- *la rigidité* : propriété d'une structure de s'opposer à l'action déformatrice des charges extérieures,
- *la flexibilité* : propriété d'une structure de se déformer facilement,
- *la plasticité* : c'est le contraire de l'élasticité, il s'agit de la capacité d'une structure de conserver une partie de la déformation après la suppression de la charge qui l'a provoquée,
- *la ductilité* : possibilité pour un matériau de supporter une déformation permanente sous une charge de traction sans rupture,

- *la malléabilité* : capacité à supporter une déformation permanente sous compression, sans rupture,
- *la résilience* : quantité d'énergie emmagasinée par un matériau jusqu'à sa limite élastique.

c - Configuration macroscopique

Il s'agit de la forme et de la porosité du biomatériau.

d - Configuration microscopique de l'état de surface

On évalue la microporosité, la microrugosité, la chimie et l'énergie de surface du biomatériau.

2 - Les contraintes biologiques

Les contraintes biologiques du site receveur peuvent être chimiques, électrochimiques et mécaniques.

B - COMPORTEMENT DE L'INTERFACE DANS LE TEMPS

Il existe une perpétuelle interférence des phénomènes d'autant plus que les modifications du biomatériau peuvent induire des variations de la réponse biologique locale ou à distance, ainsi que des modifications de la biofonctionnalité. De même ces modifications biologiques peuvent entraîner une altération des propriétés physicochimiques et mécaniques du matériau et accélérer son vieillissement.

1 - Analyses du comportement

L'analyse des processus biologiques induit s'intéresse à évaluer la réaction à corps étranger, la toxicité aiguë et chronique, la colonisation et l'intégration de l'implant.

Il est également important d'évaluer l'évolution des propriétés physicochimiques et mécaniques du matériau (oxydation, corrosion, abrasion, résorption, dégradation) donnant naissance à des produits solubles actifs ou non, ou encore à des produits relargués dont les conséquences peuvent être dangereuses.

2 - La réponse tissulaire

Tout corps étranger introduit dans l'organisme provoque une réaction inflammatoire et une fibrose d'intensité variable. Elle survient dès la pose et peut durer plusieurs années. C'est un processus dynamique complexe impliquant l'activité de nombreux types cellulaires et de médiateurs.

a - L'inflammation aiguë

Elle est à l'origine de modifications vasculaires et cellulaires. On assiste à une dilatation des microvaisseaux, à une augmentation de la porosité des capillaires avec passage d'eau, de protéines plasmatiques et de leucocytes, puis à une exsudation sérofibrineuses et une infiltration leucocytaire. Secondairement, ils survient une phase lymphomonocytaire avec apparition de macrophages, de cellules géantes et une réaction conjonctivo-vasculaire.

b - L'inflammation chronique

L'inflammation chronique aboutit à un envahissement du biomatériau par du tissu conjonctif si sa structure est poreuse, ou à son enkystement par une coque fibreuse s'il est lisse. Plus l'inflammation est sévère et longue, plus la coque sera épaisse. En cas d'intolérance, on voit apparaître des foyers de nécrose.

c - Les paramètres de la réaction tissulaire

Cette réaction tissulaire va dépendre de plusieurs facteurs :

- l'origine naturelle ou synthétique du matériau,
- sa nature physicochimique,
- son état de surface,
- sa forme,
- sa mobilité,
- sa préparation,

- sa fabrication,
- sa stérilisation,
- son stockage,
- son emploi.

II - EVALUATION D'UN NOUVEAU BIOMATERIAU

La mise au point d'un nouveau biomatériau passe par l'étude de l'interface qui sera analysée à deux niveaux, localement et à distance.

A - EVALUATION LOCALE

Elle fait appel à une étude macroscopique, microscopique, à une évaluation de la réaction inflammatoire, fibreuse et cellulaire, à une analyse de l'absorption des ions, des protéines, des lipides et des fluides biologiques.

B - EVALUATION A DISTANCE

Elle intéresse le cerveau, le foie, les reins, car on assiste à une migration des produits solubles et moins solubles par biodégradation du matériau à partir du site d'implantation.

C - PHASES D'EVALUATION

L'élaboration du matériau implantable et des différents stades de sa réalisation pratique doivent être rigoureusement contrôlés pour permettre l'obtention d'un produit de grande pureté chimique, d'une résistance mécanique adaptée à l'usage prévu et d'une grande inertie biochimique vis à vis du milieu receveur.

Pour ceci, différentes étapes vont permettre d'apprécier les réactions de tolérances de l'organisme.

1 - Essais in vitro

Ce sont des tests d'extraction et de solubilité, puis de mise en contact avec des cultures cellulaires.

2 - Expérimentation animale

Elle étudie les réactions biologiques et histologiques à court et long terme, la toxicité, la carcinogénicité, la mutagénicité et l'immunogénicité.

3 - Implantation humaine

Après tous ces contrôles de qualité par des organismes reconnus par l'Etat, l'implantation humaine est autorisée par le Ministre de la santé. Un certain nombre d'implantations sont effectuées par au moins deux chirurgiens experts.

Toutes ces étapes sont jalonnées par des normes internationales (AFNOR pour la France), ensuite homologuées par des commissions adéquates. Aux Etats-Unis, un organisme s'est particulièrement illustré dans ce domaine : la F.D.A , très sévère sur les critères de qualification. Cette F.D.A a mis au point les GMP (Good Manufactures Practicies) ou bonnes pratiques de fabrication. Ces recommandations sont scrupuleusement suivies par les fabricants d'implants.

III - LES REGLES CHIRURGICALES

La qualité de l'implant est sous la responsabilité du fabricant, cependant le chirurgien et son équipe doivent être rigoureux lors de la mise en place de l'implant, afin d'éviter toute contamination. Pour cela il faut éviter :

- les compresses qui pluchent,
- les gants trop talqués ou fragiles (trous, particules de latex),
- les champs souillés,
- une cavité opératoire non lavée et hémorragique,

- les décollements inutiles,
- une durée d'intervention trop longue.

En théorie, l'implant doit être sorti d'un double emballage et manipulé avec une pièce stérile, puis placé dans la cavité sans y toucher (technique du « no touch »).

En respectant ces principes, le chirurgien pourra optimiser ses résultats.

Chapitre XI

LES SUBSTITUTS OSSEUX D'ORIGINE OSSEUSE

Les substituts osseux sont des matériaux destinés à être en contact avec les tissus vivants et/ou les fluides biologiques pour traiter, modifier les formes ou remplacer le tissu osseux. Ils doivent être biocompatibles, favoriser ou même induire la repousse osseuse, posséder de bonnes qualités mécaniques, être résorbables à moyen terme, facilement stockables, aisés à travailler et de coût accessible. Le choix du biomatériau comme substitut osseux dépendra du volume à combler, du lieu et des conditions locales d'implantation et du but recherché.

Les substituts d'origine osseuse sont représentés par les allogreffes et les xélogreffes de tissu osseux. Une allogreffe (autrefois nommée homogreffe) correspond à un tissu provenant d'un individu de la même espèce. Une xélogreffe (autrefois nommée hétélogreffe) correspond à un tissu provenant d'un individu d'une espèce différente.

I - LES ALLOGREFFES OSSEUSES

Mac EWEN réalise en 1880 la première allogreffe osseuse. Mais c'est avec les travaux de BUSH (30) et WILSON en 1947 que l'utilisation des allogreffes prend son essor grâce à la création des premières banques d'os. Leur emploi sous forme de tête fémorale de banque devient de pratique courante en chirurgie orthopédique.

L'utilisation de tissu osseux d'origine humaine a été strictement encadré par le législateur dans le cadre des lois de juillet 1994, puis des nombreux textes réglementaires qui en découlent. Les prélèvements comme l'implantation de toute greffe, sont placés sous la responsabilité du chirurgien qui les réalise. La conservation, la transformation, la manipulation et la distribution des tissus d'origine humaine sont strictement limitées aux seuls établissements autorisés, autorisation délivrée au terme d'une procédure définie par décret en conseil d'état.

L'os allogénique a pour avantage la simplification des techniques opératoires réduisant le temps d'intervention, les pertes sanguines, la douleur au site donneur, le séjour à l'hôpital et les complications. De plus la disponibilité d'allogreffes osseuses de forme et de taille variées facilite l'adaptation à la perte de substance. Cependant les allogreffes sont susceptibles d'agir sur le système immunitaire, provoquant le rejet du greffon. Ainsi divers procédés sont

utilisés pour réduire la réponse antigénique à des niveaux tolérables par le patient: traitement chimique, ébullition, irradiation, congélation, lyophilisation, décalcification, déminéralisation et réduction de la matrice antigénique de l'os.

A - LES ALLOGREFFES CRYOCONSERVEES

Le stockage de fragments osseux au sein des banques d'os se fait à la température de -80°C . En effet, au-dessus de cette température, les enzymes de dégradation ne sont pas suffisamment inactivées et une lente désintégration du greffon se produit après quelques mois. En revanche, à -80°C les os peuvent être conservés au-delà d'un an, d'autre part aucun liquide cryoconservateur n'est nécessaire.

Les greffons allogéniques cryoconservés ne sont pas débarrassés des cellules hématopoïétiques et des logettes intertrabéculaires. Ces éléments gênent la pénétration des cellules du receveur ainsi que la formation du blastème de régénération, ils ralentissent donc l'ostéoconduction.

Le froid détruit les éléments cellulaires du donneur contenu au sein de l'os, de même qu'il dénature partiellement les sites antigéniques de la trame protéique. Ceci explique qu'il n'existe pratiquement pas de phénomènes d'immunisation. Un cas d'immunisation Rhésus a cependant été décrit, il faut par conséquent tenir compte de ce facteur chez la femme en âge de procréer.

Le prélèvement peut être soit peropératoire sur un donneur vivant, soit sur un cadavre. La deuxième possibilité est moins fiable sur le plan infectieux et plus coûteuse. Chez le vivant, les prélèvements osseux obéissent à des critères de sélection stricts. Il faut exclure tout patient ayant présenté une infection bactérienne, parasitaire ou virale, porteur d'une néoplasie ou d'une maladie de système, d'une pathologie hématologique. Des examens sont systématiquement pratiqués visant à dépister une hépatite, un sida, une syphilis, une infection à cytomégalovirus. En cas de multiprélèvements, des hémocultures et urocultures sont réalisées. Un prélèvement bactériologique est effectué directement sur l'os prélevé. Tout résultat positif éliminera le greffon.

Lors de l'utilisation, le greffon est disponible en quelques minutes après immersion dans le sérum physiologique chaud. Un prélèvement bactériologique est indispensable car le froid n'est pas bactéricide, il est seulement bactériostatique.

D'autres techniques de conservation par le froid, plus sophistiquées, permettent de préserver des allogreffes massives. Les greffons osseux sont conservés dans l'azote liquide à -196°C , l'emploi de cryopréservateurs est indispensable.

B - L'OS DE BANQUE LYOPHILISE

L'os lyophilisé est prélevé sur cadavre frais (moins de 12 heures après le décès) de préférence sur des sujets jeunes. Les critères d'exclusion sont aussi rigoureux que ceux des allogreffes cryoconservées. Le tissu spongieux ou corticospongieux prélevé non stérilement est débarrassé des tissus mous puis scié en formes standardisées après lavage mécanique à l'eau désionisée sous pression. Pour éliminer la moëlle et les éléments organiques, plusieurs bains sont donnés dans une solution associant du chloroforme et du méthanol. Après ce traitement chimique l'os est congelé à -80°C , puis ensuite lyophilisé pendant quatre jours pour que l'humidité résiduelle soit inférieure à 5%. La stérilisation est assurée par rayonnement gamma.

Avant son utilisation, l'os lyophilisé doit être reconstitué par immersion dans du liquide physiologique ou de la moëlle du patient pendant dix minutes.

L'os lyophilisé n'apporte pas comme l'autogreffe, des cellules vivantes favorisant l'ostéogenèse, il n'est pas ostéoinducteur. Cependant il présente un certain nombre d'avantages par rapport aux allogreffes cryoconservées sans traitement particulier. En effet le lavage mécanique et chimique en libérant les logettes osseuses et les espaces intertrabéculaire favorise l'ostéoconduction. Pour ceci, l'implantation dans un lit spongieux de bonne qualité est fondamentale. La facilité de conservation de l'os lyophilisé est également un avantage. Il peut être conservé plusieurs années à température ambiante sans que les greffons se dégradent. Cependant ce mode de préparation fragilise les greffes.

C - LES ALLOGREFFES RADIO-STERILISEES

L'irradiation a été utilisée dès 1958, associée alors à la lyophilisation pour préparer les greffes osseuses. En France, la majorité des greffes massives sont irradiées et cryoconservées. Cette technique limite le risque de transmission de maladies pour des greffes prélevées sur cadavre. La dose habituellement utilisée est de 25000 grays. A cette dose, l'ensemble des

bactéries et des champignons est inactivé. Quant au virus du SIDA, il paraît inactivé dès 2500 grays. L'immunogénicité est diminuée par destruction des antigènes de transplantation à partir de 20000 grays. Les propriétés inductrices sont également diminuées. L'irradiation n'est pas sans conséquence sur les propriétés mécaniques des greffes, cependant pour les doses actuellement utilisées, les modifications biomécaniques sont acceptables.

D - APPLICATIONS CLINIQUES

Les différents types d'allogreffes osseuses ont été largement utilisés en chirurgie maxillo-faciale (92), avec plus ou moins de succès. Des études expérimentales et cliniques ont cependant démontré que l'os conservé est inférieur à l'os frais autogène. Les principales applications ont été le comblement de cavités kystiques (20, 209, 285), l'augmentation des bords alvéolaires (216, 262), la stabilisation par cales des ostéomies maxillaires (1, 94, 154), les fentes alvéolaires (1, 240), la reconstruction mandibulaire (216).

De nombreux chirurgiens restent réticents quant à l'utilisation des allogreffes du fait de leur résorption quasi-constante, de la lourdeur d'organisation et du coût d'entretien des banques d'os, mais surtout de l'insécurité pour le malade de la transmission du Sida. A ce propos, il faut prendre en compte le temps de latence de 4 à 12 semaines entre le contage et l'apparition des anticorps, retardant et alourdissant l'utilisation des prélèvements osseux. Malgré tous les moyens mis en œuvre pour l'inactivation virale, la sélection et la surveillance des donneurs reste au premier plan dans la prévention (130).

II - LES XENO GREFFES (88, 137)

Les greffes d'os xénogénique sont accompagnées d'une réaction de défense immunologique plus marquée. Les xénogreffes non traitées ne sont plus employées car elles sont à l'origine d'une réaction immunologique intense qui exclut tout espoir de succès. Cette réalité fut reconnue dès 1867 par OLLIER. Des tentatives ont été faites pour développer des préparations spéciales en tenant compte des propriétés immunologiques du matériel osseux

xénogénique. Dans les années 1950, MAATZ et BAUERMEISTER proposèrent de traiter l'os hétérologue provenant de jeunes porcins ou bovins par différents procédés de macération visant à le déprotéiniser. Ce fut l'os de Kiel. Après des résultats positifs en expérimentation animale et clinique, il a été démontré que l'os de Kiel empêchait plutôt qu'il ne favorisait la régénération osseuse.

En plus des problèmes engendrés par les réponses antigéniques à bas bruit et à long terme, il faut porter la plus grande attention à la pureté et la sécurité microbiologique du produit pour éviter la transmission d'agents transmissibles non conventionnels, telle l'encéphalite bovine spongiforme (la plupart des xéno greffes provenant des bovidés). Depuis 1996, la fabrication de biomatériaux à partir de produits d'origine bovine est soumise à des contrôles rigoureux. Tout biomatériau ne peut être importé, mis sur le marché, mis en service ou utilisé dans le cadre d'investigations cliniques, que s'il figure sur une liste établie par le Ministre chargé de la santé. Cette liste est périodiquement actualisée.

L'amélioration des techniques de purification a redonné un nouvel élan aux substituts osseux d'origine hétérologue. Certains sont débarrassés de leur fraction organique par la chaleur de façon à obtenir un matériel complètement déprotéinisé, seule la fraction minérale restant (PYROST®). L'os peut aussi être soumis à un traitement physicochimique puissant pour la délipidation par dioxyde de carbone supercritique (ISOBONE®). Enfin, l'os peut faire l'objet d'une extraction des lipides et des protéines en évitant la dénaturation du collagène (LUBBOC®).

Les xéno greffes n'ont pas de pouvoir ostéoinducteur. En ce qui concerne l'ostéoconduction, il existe une barrière d'espèce supplémentaire qui pourrait freiner ou inhiber toute recolonisation de l'implant.

Les données de la littérature concernant les xéno greffes sont trop disparates pour susciter une opinion précise quant à leur valeur biologique chez l'homme. Etant le plus souvent d'origine bovine, il est à craindre qu'elles ne puissent pas s'affranchir du climat de suspicion qui règne autour de l'encéphalopathie spongiforme bovine.

Chapitre XII

LES SUBSTITUTS OSSEUX D'ORIGINE NON OSSEUSE

Le développement et l'essor des céramiques de phosphate de calcium comme substitut osseux sont actuellement très importants en chirurgie maxillo-faciale. Ceci repose sur de nombreux travaux expérimentaux et cliniques montrant l'intérêt des phosphates de calcium. Leurs principales caractéristiques résident dans leur composition chimique similaire de celle de la phase minérale des tissus calcifiés et en particulier de l'os. Les phosphates de calcium les plus souvent employés sont l'hydroxyapatite, le phosphate tricalcique et les céramiques biphasées. Pour faciliter la répartition des grains de céramique, une matrice de collagène a été utilisée par certains auteurs.

Le corail, substitut osseux d'origine naturelle, occupe également une place importante en reconstruction osseuse faciale. Il présente les qualités architecturales requises pour être colonisées par l'os. L'intérêt de ce produit naturel est évolutif, il se résorberait progressivement pour être remplacé par du tissu osseux autologue.

Le BOP® tient une place particulière au sein des différents substituts osseux, car il est le seul à être d'origine strictement synthétique.

Enfin, la voie d'avenir est l'association aux céramiques de phosphate de calcium ou au corail, de facteurs ostéoinducteurs. On obtient ainsi un substitut osseux possédant des propriétés d'ostéoconduction, mais également d'ostéoinduction, tout en évitant la morbidité de prélèvements des greffes osseuses autologues.

I - L'HYDROXYAPATITE

L'hydroxyapatite est une céramique de phosphate de calcium dite «bioactive», du fait de sa capacité d'engendrer ou de moduler une activité biologique.

A - COMPOSITION

L'hydroxyapatite est le composant minéral principal de l'os. L'hydroxyapatite synthétique est chimiquement et cristallographiquement similaire à celle qui constitue naturellement l'os. Le rapport calcium sur phosphate est de 1,67, supérieur à celui de l'os.

B - FABRICATION (133, 134, 301)

L'hydroxyapatite sous forme dense s'obtient par compaction de la poudre de base suivie d'un frittage entre 1100 et 1300°C. On distingue deux types de porosité : la microporosité où les pores ont un diamètre inférieur à 100 µm et la macroporosité où le diamètre est compris entre 100 et 600 µm. Cette dernière autorise seule l'envahissement cellulaire et osseux et constitue le support de l'ostéoconduction.

Afin d'obtenir une structure similaire à l'os spongieux après résorption des ostéons, le squelette de coraux marins du genre *Porites* a été pris comme modèle pour l'élaboration des implants.

C - PROPRIETES (48, 133, 271, 278, 295, 306)

L'hydroxyapatite est une céramique bioactive, c'est à dire qu'elle effectue des échanges avec les cellules et les fluides biologiques.

Ce biomatériau ne donne lieu à aucune réaction immunologique ou toxique pour les tissus, ni à aucune réaction à corps étranger. Il n'y a pas de tendance à l'encapsulation par les tissus mous, du fait de la liaison directe entre l'implant et l'os receveur.

L'hydroxyapatite n'est pas ostéoinducteur, il n'a pas été démontré de véritable formation osseuse. En revanche, l'hydroxyapatite est ostéoconducteur, c'est à dire que la

régénération osseuse se fait au contact du biomatériau aussi bien en périphérie qu'à l'intérieur de celui-ci au sein des macropores de façon centrifuge. Aucun tissu fibreux ne s'interpose entre la céramique et l'os, l'os se liant directement à la surface de l'implant. Pour cela, il est indispensable que l'hydroxyapatite soit placé au contact direct de l'os, de préférence spongieux et bien vascularisé, sans mouvement délétère au niveau de l'interface os-implant et avec un bon recouvrement par les tissus mous. Les cellules de la moëlle vont envahir les pores conduisant rapidement à la formation osseuse. Dans les pores se différencie un tissu fibrocartilagineux qui est pénétré par un réseau vasculaire. La vascularisation complète de l'hydroxyapatite serait obtenue après quatre semaines d'implantation. Il se produit alors une minéralisation chondrale dont le front progresse le long des pores. Un remodelage suivra qui organisera l'os en structure lamellaire. Plusieurs études expérimentales ont retrouvé une incorporation osseuse de l'implant d'hydroxyapatite comprise entre 20 et 40%.

L'hydroxyapatite est très peu soluble dans les matériaux biologiques, son taux de dégradation est très bas in vivo. Cette biodégradation est dépendante de plusieurs facteurs dont la porosité de l'implant, les contraintes mécaniques exercées, le rapport calcium sur phosphate.

Enfin, l'hydroxyapatite est un biomatériau fragile, de faible résistance mécanique.

D - PRESENTATION

Plusieurs formes d'hydroxyapatite ont été utilisé expérimentalement et cliniquement, que ce soit des blocs de céramique solides, des blocs poreux, des particules solides et poreuses.

Les blocs poreux ont été utilisés en reconstruction faciale, ils doivent être façonnés en peropératoire.

La forme dense et solide ne permet pas la pénétration osseuse et est difficile à façonner.

Les particules possèdent une résistance mécanique très faible. L'éparpillement des granules hors du site d'insertion empêche l'incorporation osseuse et favorise l'encapsulation.

E - APPLICATIONS CLINIQUES

L'hydroxyapatite a été utilisé pour des applications en chirurgie orthognatique (cales), en réhabilitation alvéolaire (162), en greffe « onlay » pour l'augmentation des contours de la face. Les résultats ont mis en évidence une bonne intégration du substitut osseux avec un faible taux de résorption.

L'utilisation de l'hydroxyapatite en chirurgie orthognatique s'est développé au début des années 1980. ROSEN (294) en 1989, présente une série de 46 patients ayant bénéficié de la mise en place de blocs poreux d'hydroxyapatite (Interpore 200®) dans le cadre d'une chirurgie orthognatique. Les indications d'implantations sont les cales dans les abaissements du maxillaire et du menton, dans les avancements maxillaires et les expansions transversales. Le taux de complication est faible (4,3%) avec un recul moyen de 9,3 mois. La stabilité du résultat est confirmée par les données céphalométriques. L'auteur insiste sur la qualité de la couverture du substitut par les parties molles pour limiter les complications (exposition, infection...). WOLFORD (360) a utilisé dès 1987 l'hydroxyapatite dans cette indication. En 1998, l'auteur (58) rapporte son expérience sur 111 patients avec un recul clinique et radiographique supérieur à 5 ans. Il s'agit de 461 blocs poreux d'hydroxyapatite, dont 403 blocs implantés au niveau maxillaire, 44 au niveau mandibulaire et 24 en région périorbitaire. 289 implants ont été positionné en communication directe avec le sinus maxillaire. L'auteur déplore 4,9% de complication, nécessitant la dépose du biomatériau. Il obtient un pourcentage élevé de succès avec une stabilité des résultats à distance. Par contre il récuse l'utilisation de l'hydroxyapatite dans les séquelles de fentes alvéolaires, du fait du risque trop élevé de contamination par les flores orale et nasale et de la mauvaise protection du substitut par les parties molles. En ce qui concerne les blocs placés en « inlay », l'auteur recommande la mise en place d'une fixation rigide minimisant les micromouvements.

L'hydroxyapatite a également été largement utilisé pour la correction d'atrophies alvéolaires au niveau mandibulaire et maxillaire (296). Sous forme de blocs, de nombreux échecs ont été constaté, comme en témoigne l'expérience de JAMES et al. (146) qui rapportent 37 déposes sur 45 blocs poreux implantés dans le cadre d'atrophies alvéolaires. Les mauvais résultats sont principalement liés à l'exposition du substitut osseux. L'utilisation de particules d'hydroxyapatite semblerait avoir plus de succès dans cette application. En 1986 KENT et al. (163, 164) présentent leur expérience de 228 reconstructions de bords alvéolaires (208 patients) en utilisant des particules denses d'hydroxyapatite avec un recul de 6 ans. Pour

certaines classes III et IV, ils mélangent les particules à de l'os spongieux autologue avec un rapport 1/1. L'hydroxyapatite est placée en position sous périostée. Les résultats sont globalement bons à long terme avec une stabilité des contours. Parmi les complications, ils déplorent 37 cas ayant présentés des troubles sensitifs (anesthésie transitoire, paresthésie, hyperesthésie du nerf sous mental), 20 cas de déhiscence ou d'érosion de la muqueuse, 17 cas de déplacement du matériel, 3 cas de non fixation du biomatériau à l'os sous jacent et 10 cas d'hématomes. L'inconvénient majeur de cette technique est l'éparpillement des particules, limitant l'ostéointégration et favorisant l'encapsulation. Les raffinements techniques pour limiter les complications sont décrits par les auteurs.

L'hydroxyapatite a également été utilisé dans le cadre d'augmentation des contours du squelette facial. BURSTEIN et al.(29) en 1997, rapportent leur expérience de l'utilisation de particules poreuses d'hydroxyapatite pour la reconstruction de vastes défauts orbitocrâniens. Leur série comprend 29 patients avec un recul moyen de 30 mois. Les indications retenues sont de larges défauts résiduels à une chirurgie précédente, au niveau des régions frontales, temporales, périorbitaires. L'hydroxyapatite est placée au contact osseux, en position sous-périostée. Les auteurs mettent en avant les bons résultats obtenus avec une stabilité et un aspect régulier des contours, témoignant de l'absence de migration et de résorption du substitut osseux. Ils notent une infection imposant la dépose de l'hydroxyapatite, une hypo et une hypercorrection. MARCHAC, BYRD (31) ont également utilisé cette forme d'hydroxyapatite pour des défauts du squelette crâniofacial de plus petites dimensions.

L'hydroxyapatite constitue un substitut osseux intéressant de par ses qualités d'ostéointégration, son faible taux de résorption, la possibilité de disposer d'implants de grande dimension. Sa vascularisation précoce lui permettra de se défendre contre l'infection. Ses faibles propriétés mécaniques doivent faire éviter des contraintes trop élevées, sous peine de fracture de l'implant. La réussite chirurgicale nécessite le contact avec un os bien vascularisé, une couverture tissulaire de bonne qualité, un façonnage rigoureux limitant les contraintes mécaniques et les mouvements.

II - BONE SOURCE® : CIMENT D'HYDROXYAPATITE

Le Bone Source® est un pur ciment d'hydroxyapatite utilisé en reconstruction crânio-faciale comme substitut osseux. Au début des années 80, les chimistes L.CHOW et W.BROWN (26) prouvèrent que des combinaisons appropriées de sels de phosphate de calcium additionnés d'eau peuvent former un ciment séchant spontanément. Celui-ci est converti sous forme d'hydroxyapatite carbonique pure. Cette réaction chimique se produit à une température et à un pH physiologiques, sans production de chaleur, autorisant une utilisation en toute sécurité chez l'homme.

Une expérimentation chez l'animal, a été entreprise par COSTANTINO et FRIEDMAN (57, 105, 312), visant à démontrer l'excellente tolérance par l'organisme de Bone Source®, sa haute bio-compatibilité, la conservation durable de sa forme et de son volume comme substitut osseux dans des zones du squelette non soumises aux tensions.

Les mêmes auteurs entreprirent les applications cliniques humaines dès 1991, pour le comblement de petites pertes de substance osseuses crâniennes, avec des résultats encourageants.

A -COMPOSITION CHIMIQUE ET PROPRIETES (57, 105, 198, 312, 321)

1 - Composition chimique

Le ciment Bone Source® est composé de sels bi et tétracalciques de phosphate qui lors de l'addition d'eau en quantité adéquate, réagissent d'une façon isothermique et forment un implant stable d'hydroxyapatite carbonatée.

2 - Propriétés

- **Biocompatibilité:** les études sur l'animal et les études cliniques ont démontré, l'absence de réaction inflammatoire prolongée, l'absence de réaction toxique.

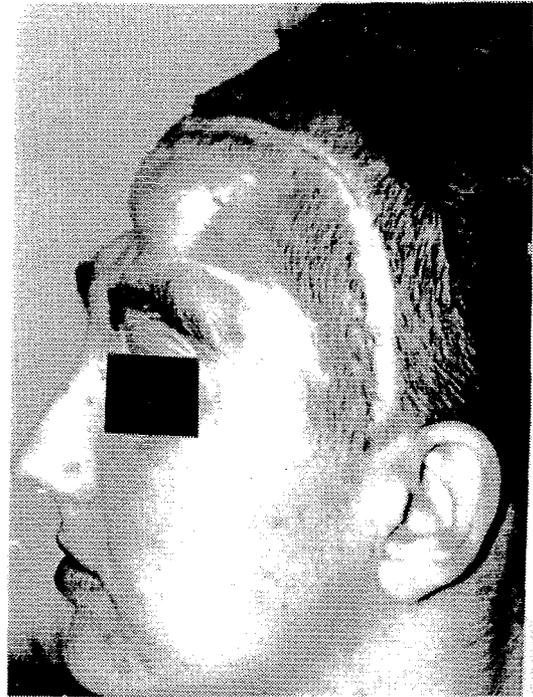
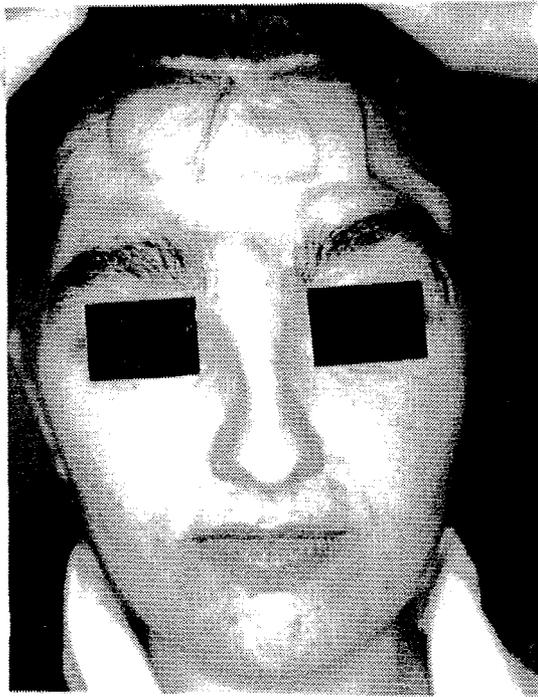
- Ostéoconduction: les différentes expérimentations ont mis en évidence que dans le cas de perte de substance osseuse mineure, le Bone Source® se résorbe complètement au bout de 18 mois pour être remplacé par du tissu osseux. Pour les pertes de substance osseuses de taille plus importante, ainsi que lorsqu'il est placé en « onlay », la résorption de Bone Source® est partielle, le remplacement par du tissu osseux ne s'observe qu'en périphérie du biomatériau.
- La résistance à la pression a été mesurée à plus de 60 Mpa et la résistance à la flexion est relativement faible. De ces deux propriétés, découle que le Bone Source® ne doit pas être utilisé dans des zones soumises au poids ou à des mouvements de flexion.
- Le Bone Source® n'induit pas d'hypercalcémie cliniquement significative en post-opératoire, du fait que le matériau n'est plus hydrosoluble dans un délai de 4 à 6 heures.

B - APPLICATIONS CLINIQUES HUMAINES

En raison des propriétés détaillées ci-dessus, l'utilisation du Bone Source® en chirurgie crânio-faciale est destinée au remplissage ou à la couverture des trous de forage neurochirurgicaux, de crâniotomies limitées, de défauts osseux faciaux dont la surface n'excède pas 25 cm² par défaut (Photographies 52-56, p. 203 et 204).

Il est déconseillé d'implanter du tissu osseux ou d'autres greffons sous le Bone Source® car cela gêne la revascularisation en raison de la diminution de surface de contact, favorisant l'infection et la la résorption. La mise en contact avec les cavités sinusiennes doit être évitée du fait du risque infectieux.

FREIDMAN et al. (106) en 1998, rapportent leur expérience sur 103 patients avec un recul allant de 24 mois à 6 ans. Le site précis d'implantation crânio-facial n'est pas détaillé, cependant il s'agit de sites receveurs qui ne sont pas soumis à des contraintes mécaniques importantes. Les résultats sont excellents, avec une maintenance de volume à 24 mois obtenue pour 97% des patients. Ils déplorent 5,8% d'infection, et 2,9% de dépose du substitut osseux. Les auteurs mettent en avant la précision de la restauration osseuse, notamment dans le cadre des reconstructions orbitaires ou maxillaires tridimensionnelles. Ils notent la résistance à l'infection du Bone Source® dont témoigne le faible taux des complications septiques malgré la fréquence de contact avec les cavités sinusiennes.



Photographies 52 et 53 : Délabrement exposé du front. Aspect clinique après la restauration de l'étanchéité et la cure de l'ostéite frontale. Noter l'état cicatriciel du scalp frontal.



Photographie 54 : Relissage du front par pâte d'hydroxyapatite (Bone Source®).



Photographies 55 et 56 : Résultat clinique.

C - TECHNIQUE DE PREPARATION

Le protocole de préparation et de mise en place du Bone Source® conditionne la qualité du résultat.

1 - Le mélange

Le Bone Source® est livré sous forme de poudre à mélanger à de l'eau stérile en quantité adéquate. Le mélange doit être réalisé dans un récipient à parois lisses à l'aide d'une spatule stérile. Il faut ajouter 0,25 ml d'eau stérile par gramme de poudre de Bone Source® pour obtenir une consistance permettant la façonnage. Si une quantité excessive d'eau a été ajoutée, le matériau ne peut plus être utilisé.

2 - L'application

Après le mélange, il faut modeler le matériau pendant 2 minutes pour obtenir une répartition régulière de l'eau stérile dans la poudre. Le Bone Source® doit être exclusivement utilisé dans un champs opératoire sec, il sera façonné sur le site receveur jusqu'à obtention de la forme souhaitée. Il doit être placé sous le périoste, au contact osseux. Le délai pendant lequel le modelage doit être effectué par le chirurgien est d'environ 30 minutes; au bout de 4 à 6 heures on obtient un implant dur et stable d'hydroxyapatite. Lorsqu'un drainage est nécessaire, il ne doit pas être mis au contact du ciment du fait du risque d'empreinte. Enfin, sur la base des quantités moyennes utilisées lors des études cliniques, il est conseillé de ne pas utiliser plus de 84 g par défaut.

Le Bone Source®, ciment d'hydroxyapatite est un substitut osseux prometteur en restauration osseuse à la face. Il ne doit pas être soumis à des contraintes mécaniques. Sa facilité de manipulation autorise une reconstruction en trois dimensions des contours osseux.

III - LES CERAMIQUES DE PHOSPHATE TRICALCIQUE ET AUTRES CERAMIQUES BIORESORBABLES

Les céramiques diffèrent de l'hydroxyapatite par leur résorbabilité in vitro plus importante.

A - LES CERAMIQUES DE PHOSPHATE TRICALCIQUE

Leur composition chimique est voisine de celle de l'hydroxyapatite, le rapport calcium sur phosphate est de 1,5. Ce sont également des céramiques parfaitement biocompatibles, ostéoconductrices mais non ostéoinductrices. Elles se caractérisent par une importante biorésorbabilité. Deux semaines après l'implantation, les pores interconnectés se remplissent de tissu conjonctif, graduellement remplacé par de l'os tandis que commence la résorption de la céramique. En six semaines, tous les pores occupés par du tissu conjonctif sont remplis par du tissu osseux. A neuf mois, la céramique est totalement remplacée par du tissu osseux lamellaire mature. En conséquence, le phosphate tricalcique n'est pas indiqué lorsque l'on désire un implant durable. En revanche il est volontiers utilisé en association avec l'hydroxyapatite pour améliorer la dissolution de cette dernière dans le cadre de comblement osseux.

B - LES CERAMIQUES BIPHASEES

L'association de phosphate tricalcique et d'hydroxyapatite dans un rapport massique 40/60 constitue des céramiques biphasées. Elles sont macroporeuses (400-600 μm) et donc aisément colonisables par les cellules osseuses. Ces blocs subissent des phénomènes concomitants de résorption et de substitution osseuse, agissant comme une charpente disponible pour l'apposition osseuse. Cette dissolution peut être plus ou moins rapide en fonction de la taille, de la porosité et du caractère intercommunicant des pores.

Le mécanisme de dissolution / résorption ne peut intervenir qu'en comblement au sein de l'os. En revanche lorsque le matériau est utilisé en « onlay », l'enkystement fibreux semble inévitable.

IV - CERAMIQUE ET COLLAGENE (85, 159)

Le terme générique de collagène concerne le principal matériau de soutien de la peau, des tendons, des cartilages et du tissu conjonctif. Il représente le tiers des protéines des êtres vivants et correspond à un groupe de protéines fibreuses.

Le collagène a été utilisé en restauration osseuse comme support de grains de céramique. Il est d'origine hétérologue, provenant de la peau de porc ou de bœuf. Deux biomatériaux répondent au principe de cette association: le COLLAPAT® élaboré à partir d'hydroxyapatite, le COLLAGRAF® céramique biphasée poreuse comprenant 65% d'hydroxyapatite et 35% de phosphate tricalcique. Le collagène en servant de support, permet de mieux répartir les grains de céramique au sein de la cavité à combler. L'espace libre entre les grains de céramique permet une régénération osseuse multicentrique. Elle commence dès la deuxième semaine, atteint son maximum la troisième semaine et est complète après la quatrième semaine. L'image histologique ultérieure est celle d'un remodelage osseux normal. Il n'a pas été observé de réactions allergiques, de réactions à corps étranger. Le remodelage de l'os n'est pas perturbé par les granules d'apatite qui se résorbent lentement. Ce substitut osseux semble donner de bons résultats dans les indications de comblement osseux.

V - LE CORAIL

Le corail naturel est une biocéramique naturelle dont l'architecture est poreuse. Grâce à d'importants travaux expérimentaux et cliniques menés depuis 1977, le corail a progressivement gagné ses lettres de noblesse pour être érigé en biomatériau de substitution à la greffe osseuse.

A - HISTORIQUE

A la suite des travaux en France de CHETAIL, FOURNIE (121) au début des années 70, de ROY et LINNEHAN, de GAY et MUELLER aux Etats-Unis; PATEL, PATAT et GUILLEMIN (254) ont pratiqué une expérimentation animale portant sur 47 chiens, consistant à implanter des fragments de corail au niveau du fémur de l'animal. Devant le succès de cette expérimentation aboutissant à la restauration complète de l'os et à la résorption de l'implant, les auteurs débute l'application clinique humaine. Ils opèrent douze patients porteurs de pseudarthrose avec perte de substance osseuse qu'ils comblent par du corail. La conclusion des auteurs est la suivante: "les délais de consolidation nous semblent plus rapides qu'avec les techniques habituelles de décortication plus greffe osseuse". A la même époque SOUYRIS et al. (318) débute l'expérimentation animale de l'utilisation du corail en réparation faciale et crânienne. Les bons résultats obtenus permettent le passage à l'application clinique en 1981.

B - RAPPEL ZOOLOGIQUE

Le genre madrépore concerne des polypes bâtisseurs de récifs dont le squelette est criblé de pores et de canaux. Il se trouve à des profondeurs de 10 à 30 mètres dans l'océan pacifique, ce qui nécessite des plongeurs expérimentés pour le recueillir.

On doit au chirurgien français, Jean-André PEYSONNEL la découverte au XVIII^e siècle, que les bâtisseurs de récifs sont des animaux, alors qu'ils étaient considérés comme des végétaux.

Le polype corallien construit son squelette le jour et se nourrit la nuit. Le mécanisme de construction est proche de celui de l'ostéogenèse. La couche tissulaire la plus externe du polype est composée de petites cellules, les calicoblastes, sécrétrices d'une substance fondamentale qui se calcifie et sert de trame au squelette corallien. Cette substance va modifier les propriétés physiochimiques des cellules ectodermiques, permettant ainsi l'absorption d'ions carbonates et calciques présents dans l'eau de mer. La composition de cette eau de mer est proche par ses principaux composants, de celle du sérum sanguin où l'os puise le phosphate et le calcium.

C - ARCHITECTURE CORALLIENNE

Certains squelettes de coraux présentent des analogies architecturales remarquables avec le tissu osseux. Il s'agit par exemple du genre des *Porites*, utilisé pour ses caractéristiques de résistance et de volume de porosité proche des 50%. Il faut savoir que la forme des récifs ne dépend pas seulement du genre et de l'espèce de corail considérés, mais aussi des contraintes mécaniques qu'ils subissent (marées, courants, transformations du sol sous-marin). Les qualités mécaniques sont liées à ces phénomènes et sont exceptionnelles, compte tenu du volume de porosité. A porosité égale et en compression, les qualités mécaniques du corail sont supérieures à celles de l'os.

D - COMPOSITION CHIMIQUE (253)

La composition chimique du corail utilisé comme biomatériau est parfaitement définie:

- le carbonate de calcium sous forme d'aragonite représente plus de 97%,
- le magnésium représente 0,05 à 0,2%,
- les acides aminés sont présents à faible taux: 0,07% + 0,02%,
- le sodium, le potassium, le phosphore, constituent le reste de la composition.

On voit ainsi que de nombreux éléments se retrouvent à des taux sensiblement équivalents à ceux de l'os, en particulier les oligoéléments qui jouent un rôle capital dans le processus de minéralisation et dans l'activation des réactions enzymatiques au sein des

cellules osseuses. Le strontium intervient dans la formation et la croissance du cristal osseux, il assure une protection sur les mécanismes de calcification et augmente la minéralisation. Le fluor accroît la formation osseuse par effet direct sur la prolifération des cellules ostéoblastiques.

E - EXPERIMENTATIONS ANIMALES

GUILLEMIN et al. (121, 253, 254) ont entrepris depuis 1977, l'étude de la biocompatibilité et de la biofonctionnalité du corail, son rôle et le processus de néoformation osseuse.

1 - Biocompatibilité et biofonctionnalité

Les tests ont été réalisés sur cinq espèces animales (rat, lapin, mouton, porc, chien). Les études ont porté sur le comportement des tissus au contact du corail lors des implantations osseuses, sous-cutanées, intramusculaires, sous-périostées, péri-vasculonerveuses, alvéolo-dentaires et fibromuqueuses palatines. Les résultats ont montré l'excellente tolérance des différents tissus, avec absence de réaction inflammatoire, infectieuse, de réaction de rejet ou d'encapsulation fibreuse.

2 - Rôle du biomatériau et processus de néoformation osseuse

Le corail va guider la croissance osseuse, il sera progressivement remplacé par l'os néoformé. Ce processus semble constant mais le délai dépend de plusieurs facteurs qui sont le site implanté, la porosité du corail utilisé, le métabolisme propre de l'os. Sur le plan histologique, GUILLEMIN a décrit cinq phases se succédant et s'imbriquant à mesure que progresse la résorption du corail et qu'avance la néoformation osseuse :

- la première phase correspond à l'invasion du corail par les éléments cellulaires sanguin ou de la moelle osseuse,
- la seconde phase est l'établissement d'une vascularisation,
- la troisième phase se caractérise par la résorption du corail par les ostéoclastes. A ce propos GUILLEMIN a mis en évidence que la dégradation du squelette carbonaté du

corail était induite par l'anhydrase carbonique contenue dans les ostéoclastes présents sur le site receveur (122). Ceci permet la libération de calcium qui va être utilisé pour la néoformation osseuse. Cette anhydrase carbonique peut être inhibée par différentes substances (Diamox®), ce qui a pour effet de supprimer le processus de résorption du corail, mais aussi d'empêcher la néoformation osseuse.

- la quatrième phase correspond à l'apposition ostéoblastique responsable de la colonisation osseuse du squelette corallien. Elle est concomitante à la phase précédente.
- la cinquième phase correspond au remodelage de l'os néoformé en fonction de l'architecture de l'os implanté. Elle aboutit à l'obtention d'un os néoformé semblable en tous points à l'os receveur compact ou spongieux, haversien ou lamellaire, selon l'espèce animale et le site osseux implanté.

GUILLEMIN et al. ont expérimenté le corail en tant que substitut osseux de comblement, mais aussi de remplacement où les contraintes mécaniques sont plus importantes. Il s'est produit les mêmes résultats pour les deux types d'implantation, avec remplacement du corail par un os néoformé identique à l'os receveur.

Ils ont également comparé plusieurs types d'implants possédant des volumes de porosité différents (123): 50% pour le genre *Porites*, 15% pour le genre *Acropora*. Ils ont constaté que la résorption de l'implant était plus rapide et plus importante lorsque le volume de porosité était élevé, la néoformation osseuse était également plus rapide et plus abondante. Ceci a conduit à développer l'utilisation du genre *Porite*.

Cette expérimentation animale a démontré que le corail était doublement intéressant:

- par ses propriétés physiques:
 - architecture, porosité,
 - sa résistance physique importante.
- par sa composition chimique:
 - résorbabilité,
 - libération lors de la résorption des éléments indispensables à la colonisation osseuse.

F - LES APPLICATIONS CLINIQUES CHEZ L'HOMME

Les applications humaines ont débuté à Garches en 1979, en chirurgie orthopédique et traumatologique, ainsi qu'en chirurgie maxillo-faciale. Les indications se sont élargies s'étendant à la neurochirurgie, à la chirurgie buccale prothétique, à l'ORL. On doit à SOUYRIS et al. (318), à LEVET et JOST (186, 188) les premières applications en chirurgie maxillo-faciale. En 1992, une étude multicentrique s'est attachée à évaluer l'intérêt de l'utilisation du corail (BIOCORAL®) pour différents sites de reconstruction osseuse à la face.

LEVET et JOST en 1988 (188) rapportent leur expérience de l'utilisation du corail en chirurgie crânio-maxillo-faciale à propos de 19 patients avec un recul de quatre ans. Pour les auteurs, les meilleures indications sont constituées par les interpositions de petits fragments telles les cales ptérygo-maxillaires dans les ostéotomies d'avancement maxillaire. Les contrôles radiographiques objectivent une incorporation osseuse dans les six mois, aucune complication n'est à déplorer.

En 1996, MERCIER et al. (221) présentent une étude multicentrique prospective évaluant l'utilisation du corail dans la reconstruction du plancher orbitaire. Treize services de chirurgie maxillo-faciale participent à l'étude réalisée de 1992 à 1995, avec 83 patients et une période de suivi allant de 15 à 24 mois. Les auteurs déplorent quatre déposes d'implant, dont une pour infection et trois pour complications statiques et/ou dynamiques. Il existe une majorité de bons et très bons résultats, témoignant des qualités de rigidité du corail assurant un soutien optimal du contenu orbitaire avec une morbidité moindre. Sur le plan radiologique, il a été noté une diminution de la radio-opacité du corail atteignant 30% à un an. L'ostéointégration progressive permet une stabilité volumétrique à long terme. Les auteurs retiennent comme indication les atteintes osseuses trop vastes pour un matériau souple, ce qui permet de rétablir un bon rapport volumique orbitaire (Photographie 47 et 48, p. 217).

En 1997, BOUTAULT et al. (19) rapportent les résultats d'une étude multicentrique prospective réalisée de 1992 à 1995, sur l'intérêt des blocs de corail dans les plasties d'augmentation des pommettes. La série comprend 28 implants malaires placés chez 23 patients avec un recul moyen de 1,8 an. La tolérance a été jugée parfaite dans 89% des cas. Trois implants ont dû être retirés pour complication septique. Il apparaît que le facteur déterminant de la réussite de cette procédure réside dans l'immobilisation stricte du corail par rapport à l'os sous jacent. La diminution de l'opacité radiologique n'a jamais dépassé 30% à deux ans, et le gain volumique est resté stable (Photographies 41 et 42, p. 215).

Des implantations de corail ont été pratiqué dans le cadre d'ensellures nasales (Photographies 43-46, p. 216). DAGLI et al. (67) rapportent une série de 20 patients avec un recul de quatre ans. Ils obtiennent de bons résultats, cependant deux extrusions précoces sont à déplorer. La fixation et les précautions de mise en place pour éviter la fracture de l'implant sont des conditions à respecter pour optimiser les résultats.

ROUX et al. (299) ont utilisé depuis 1985 le corail dans la reconstruction de défauts osseux de la base du crâne, ainsi que dans le comblement des trous de trépan. En 1995, ils rapportent leur expérience sur 8 ans de 587 implantations de corail, avec de bons résultats (300). Ils notent seulement 4% d'infection ayant nécessité la dépose de l'implant.

Le corail a bénéficié d'autres applications cliniques en restauration osseuse faciale, tels les génioplasties d'augmentation (Photographies 49-51, p. 218), la reconstruction mandibulaire, les appositions au niveau de la paroi antérieure des sinus maxillaires...

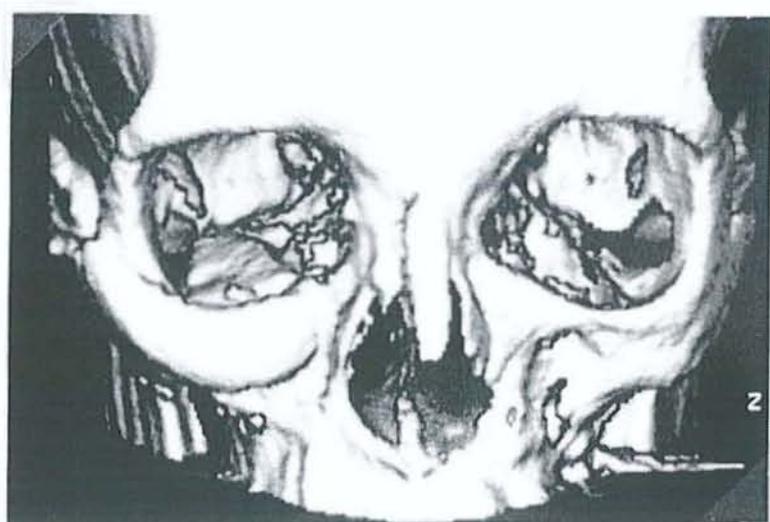
G - METHODES GENERALES D'UTILISATION DU BIOMATERIAU

Différentes formes sont proposées pour les différents sites d'implantation faciaux et crâniens. La conservation se fait à température ambiante, la validité de stérilisation est de cinq ans, il s'agit bien évidemment d'un matériel à usage unique.

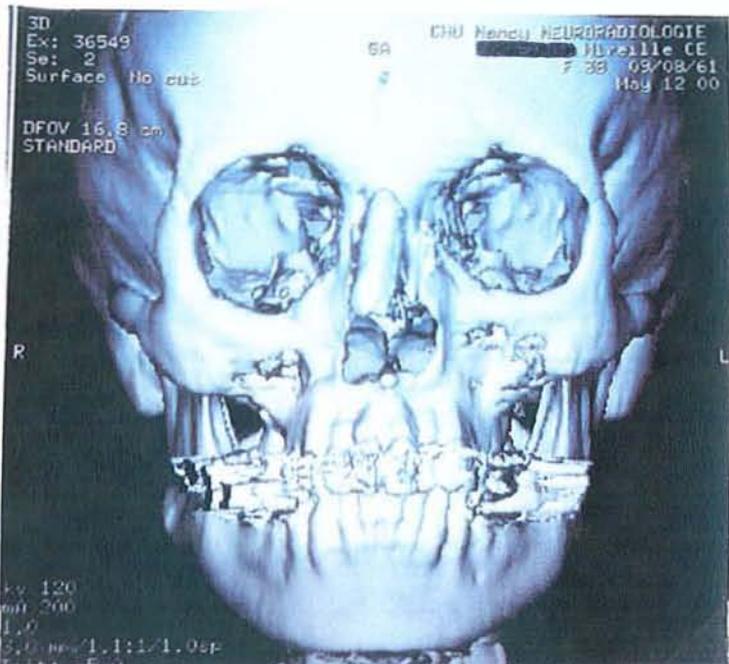
Il y a un certain nombre de règles qu'il faut observer pour obtenir l'intégration du corail et son remplacement par de l'os:

- Placer le corail dans des conditions d'échanges avec l'os: il devra être mis au contact d'un os avivé et si possible dans un lit osseux spongieux bien vascularisé. En l'absence de tels éléments, il faut les apporter en lui associant du tissu spongieux.
- Eviter une mobilité anormale. Il ne faut pas impacter les greffons à l'aide d'un chasse-greffon métallique, en raison du risque de fracture du corail. Tout greffon fracturé lors de la mise en place doit être retiré et remplacé. Lors des sollicitations mécaniques importantes, il faut stabiliser le montage en adjoignant une ostéosynthèse au fil résorbable, au fil d'acier ou par une vis.
- Eviter l'inclusion de particules étrangères lors du remodelage. Pour cela il faut utiliser des fraises ou des meules diamantées sous irrigation.

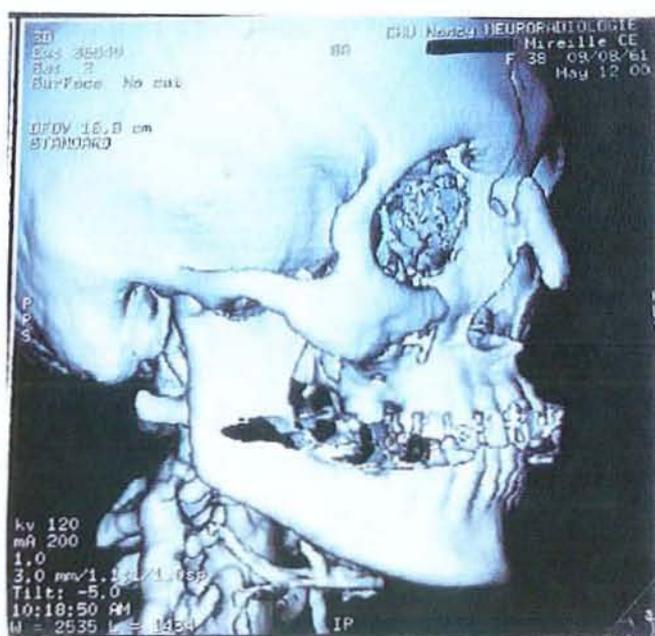
- Eviter l'imprégnation du corail par des liquides autres que du sérum physiologique, du sang et des cellules osseuses, ce qui pourrait entraver le processus d'intégration. S'il existe un risque de contamination septique, il est prudent d'occuper la porosité par une solution d'antibiotique (une ampoule de gentamicine de 40 mg pour 20 cc de sérum physiologique).
- Eviter les médicaments inhibiteurs de l'anhydrase carbonique (Diamox®) administrés par voie générale.

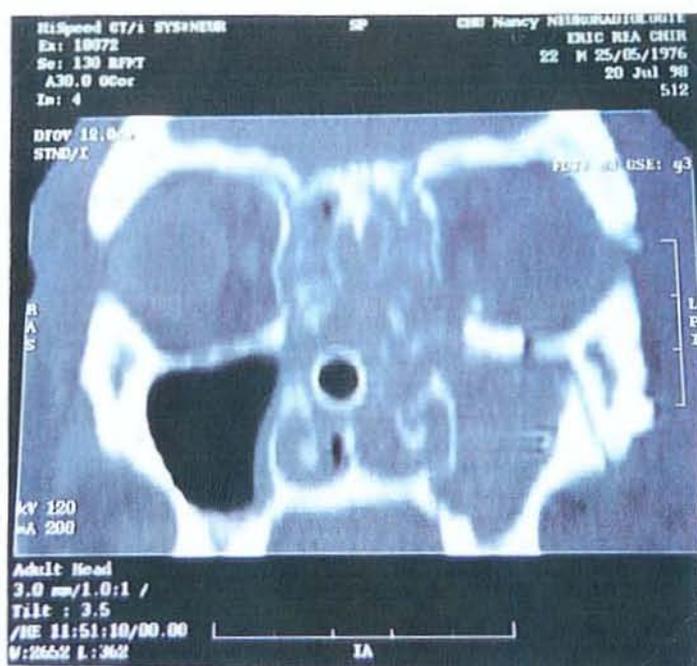


Photographies 41 et 42 : Scanner 3D : Reconstruction de la pommette droite par corail, et de l'arête nasale par autogreffe d'origine iliaque.



Photographies 43, 44, 45 et 46 : Scanner et scanner 3D : Contrôle après correction d'une ensellure nasale par implant de corail.





Photographies 47 et 48 : Contrôle postopératoire scannographique en coupes coronales, de la mise en place d'un implant de corail pour le traitement d'une fracture du plancher orbitaire.



Photographies 49, 50 et 51 : Génioplastie d'augmentation avec mise en place de corail : contrôle radiologique à plus d'un an.



VI - LE BOP®

Il s'agit d'un copolymère de synthèse inerte, en principe non antigénique et non tératogène, utilisé depuis 1974 en chirurgie, d'abord en URSS puis en Europe et au Mexique. Il peut se présenter sous trois formes: fibre, bâton, sirop-poudre.

Dans sa forme fibre-bâton, c'est un biomatériau composite car il associe des faisceaux de fibres de polyamide au sein d'une matrice composée à 90% par un copolymère de 1-vinyl-2-pyrrolidone (NVP) et à 10% par du gluconate de calcium. Selon ses concepteurs, il est partiellement biorésorbable, ostéoconducteur, mais non ostéo-inducteur. Il n'est pas radio-opaque.

La polymérisation n'est pas exothermique et le matériau adhère à l'os, ne nécessitant pas de moyen de fixation complémentaire. Il est possible d'incorporer un antibiotique avec relargage pendant quatre semaines. La stérilisation est assurée par rayonnement gamma.

Une fois incorporé dans l'organisme, le gluconate de calcium se solubilise et la dissolution crée une structure poreuse propice à l'envahissement cellulaire. Le copolymère subit une hydrolyse puis une phagocytose. Les fibres de polyamide non résorbables sont dilacérées puis intégrées dans la matrice osseuse néoformée. On n'observe pas de granulome inflammatoire et un front d'ossification progresse lentement au contact du copolymère qui se dégrade lentement et partiellement. Des travaux plus récents ont noté la présence de nombreuses cellules géantes après implantation à court et à long termes chez l'animal, probablement en rapport avec la dégradation du matériel *in vivo*. Des essais de toxicité à partir des substances de base et des produits finis ont confirmé l'absence d'effets toxiques à moyen et à long terme.

L'utilisation proposée de ce biomatériau pour le comblement de perte de substance osseuse a été assez large en chirurgie maxillo-faciale étant donné sa bonne résistance mécanique, sa grande adaptabilité, sa facilité de manipulation, sa stabilité volumique et sa bonne tolérance biologique. RODIER-BRUANT et al. (292) l'ont utilisé avec satisfaction dans le cadre de d'apposition sous-périostée pour les liftings faciaux. Nous n'avons aucune expérience clinique de ce biomatériau.

VII - LES MATERIAUX OSTEO-INDUCTEURS

Idéalement les matériaux de substitution osseuse doivent être ostéoconducteur et donc capable de guider la reconstruction osseuse sur le site lésionnel, ostéo-inducteur c'est à dire capables de stimuler ces phénomènes, et résorbables pour être progressivement remplacés par le tissu osseux néoformé. Les matériaux ostéo-inducteurs comprennent la matrice d'os déminéralisé, diverses solutions de protéines, et la moëlle autogène.

L'os déminéralisé fait preuve de constantes propriétés d'ostéo-induction (153, 234) lorsqu'il est placé au niveau des tissus mous, mais cela pour une espèce donnée. Cependant; il a été démontré que ce substitut osseux faisait l'objet d'une importante résorption à long terme (50%) (341).

Les facteurs ostéo-inducteurs extraits de la matrice d'os déminéralisé d'origine animale ou humaine, ou produits par des méthodes de recombinaison, ne sont pas spécifiques d'une espèce donnée, mais requièrent un vecteur biocompatible. Des travaux récents suggèrent que le collagène pourrait être un constituant essentiel du vecteur permettant l'expression optimale des propriétés ostéo-inductrices. L'addition de collagène et d'agents ostéo-inducteurs à un matériau ostéoconducteur pourrait réaliser un matériau composite, reproduisant les capacités ostéogéniques de l'os autogène.

A - LES FACTEURS OSTEO-INDUCTEURS

La découverte des facteurs de croissance osseux (substances naturelles présentes dans l'os et pouvant engendrer sa formation) initialement appelées ostéogénines ou désormais "Bone Morphogenetic Protein" (BMP) est due à URIST (345) en 1965. Ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard qu'il fut établi que plusieurs protéines étaient à l'origine de l'activité ostéo-inductrice. Cette fraction protéique a pu être extraite à partir de l'os humain. Cependant, la spécificité d'espèce étant faible, les BMPs d'origine bovine ont été les plus étudiées. En 1994, SAILER et al. (304) rapportent leur expérience de l'utilisation de BMP d'origine bovine en reconstruction crânio-faciale. Leur série comprend 271 interventions pratiquées sur 145 patients. Les résultats obtenus sont bons, les préparations de BMP

d'origine bovine purifiées permettent l'induction osseuse même lorsque les conditions locales sont défavorables.

Les facteurs ostéo-inducteurs sont des protéines minoritaires de la matrice osseuse, et l'utilisation de BMPs purifiées pour des essais cliniques pose un problème important quant à la limite du matériel biologique disponible après purification (environ 1mg de BMP est extrait à partir d'1 kg d'os). Par ailleurs la purification de ces facteurs n'est jamais complète, les préparations obtenues peuvent véhiculer des particules contaminantes. L'ensemble de ces limites et inconvénients ont amené quelques sociétés américaines à produire des protéines osseuses morphogénétiques recombinantes. Plusieurs protéines ostéogéniques humaines ont ainsi été synthétisées par génie génétique, avec des résultats séduisants en expérimentation animale.

Les recherches s'orientent aussi sur l'amélioration des systèmes vecteurs, car il a été démontré expérimentalement que l'association de substances ostéoconductrices et ostéo-inductrices pouvaient augmenter la formation osseuse. Dans cette optique différents substituts osseux ont été associés aux BMP, tels l'hydroxyapatite (225, 286), le corail (4, 5), les céramiques de phosphate tricalcique (21), l'os déminéralisé (286).

B - LES LIGNEES CELLULAIRES OSTEOGENES

L'association aux substituts osseux d'une composante cellulaire douée de capacité d'ostéogénèse permet de favoriser l'intégration des matériaux.

1 - Le choix de la source des cellules utilisables

Afin d'éviter toute réaction de rejet, la source ne peut être qu'autologue et éventuellement isologue. Depuis plusieurs années le choix de la source cellulaire s'oriente vers des cellules d'origine médullaire pour lesquelles il est possible de stimuler à la fois leur multiplication et leur maturation in vitro vers un phénomène ostéoblastique.

2 - Recueil et multiplication des cellules ostéoprogénitrices

Les cellules ostéoprogénitrices ont pu être isolées à partir du stroma médullaire de la moëlle osseuse humaine. La suspension de cellules stromales est obtenue afin d'éliminer le compartiment hématopoïétique de la moëlle osseuse. Ces cellules sont cultivées dans un milieu de culture supplémenté de sérum de veau fœtal afin d'apporter les facteurs mitogènes indispensables à leur prolifération. Après une caractérisation phénotypique de ces cellules, l'expression de certains facteurs de croissance (TGFB) et de facteurs ostéoinducteurs (BMPs) est recherchée afin de déterminer la capacité ostéogénique de ces cellules ostéoprogénitrices. Dès lors, ces cellules peuvent être utilisées pour l'élaboration d'un matériau artificiel hybride.

3 - Choix du support matériel

L'architecture de ce support doit présenter une porosité propice à la colonisation cellulaire, constituée de pores interconnectés dont le diamètre moyen se situe entre 150 et 400 µm. Les caractéristiques de la surface endoluminale de ces pores devront favoriser l'adhésion cellulaire. Le volume poreux doit être compatible avec les exigences mécaniques, fonction des applications envisagées.

Le matériau constitutif sera idéalement biorésorbable ou intégrable par le métabolisme de l'os. Afin de maintenir une résistance mécanique suffisante, la résorption de la composante matérielle de l'implant doit être accompagnée d'un renforcement de la composante cellulaire. Les matériaux synthétiques ou hémisynthétiques peuvent être employés, tels les céramiques d'hydroxyapatite, diverses variétés de corail, les céramiques de phosphate tricalcique ainsi que les céramiques biphasées. L'os spongieux d'origine animale (ENDO BON®, OXBONE®) peut également être utilisé, mais il présente le risque de contamination par des agents non conventionnels. Les polymères associés ou non à une composante minérale peuvent aussi être envisagés.

4 - Implantation du système artificiel hybride

Pour un résultat performant, le matériau doit se comporter comme un support pour l'ostéogénèse, permettre la libération de facteurs de croissance synthétisés par des cellules

ostéoprogénitrices ou les cellules environnantes envahissant le matériau. Ce type de substitut osseux actuellement au stade de l'expérimentation, semble très prometteur.

On voit ainsi que de nombreuses perspectives s'ouvrent pour les matériaux de substitution à l'os. Les facteurs ostéoinducteurs sont de mieux en mieux connus et leur disponibilité sous forme recombinante rend leur utilisation clinique envisageable. Cependant le mode d'association de ces facteurs à la matrice et surtout les mécanismes de régulation de leur libération sous forme active restent inconnus. La deuxième voie est axée sur l'exploration du potentiel ostéogène de cellules spécialisées provenant d'origine médullaire. Sous réserve de disposer de supports matriciels adéquats, ces cellules synthétisent la bonne matrice extracellulaire et les facteurs ostéogènes, permettant l'intégration du biomatériau.

Chapitre XIII

**AUTRES BIOMATERIAUX
UTILISES EN RECONSTRUCTION
OSSEUSE FACIALE**

De nombreux implants ne bénéficiant pas d'une colonisation par l'os receveur furent proposés à la face. Cette diversité témoignant de l'imagination humaine et des échecs successifs. A la fin du siècle dernier, l'or et l'argent sont implantés et presque aussitôt retirés. Le palatine, la vaseline, la paraffine, le celluloïde sont également rapidement abandonnés. Ce fut ensuite le tour de l'ivoire qui resta longtemps l'implant préféré jusqu'en 1940. Pendant la seconde guerre mondiale, de nouvelles substances sont essayées tels le Ticonium, le Plexiglas, le Vitalium, le Tantale. L'après guerre voit arriver les résines synthétiques dures: l'acrylic et le polythène, donnant des résultats plus satisfaisants. Dans les années 1950, le silicone commence à être utilisé aux Etats-Unis et au Japon, il devient l'implant préféré de nombreux chirurgiens. Le Teflon® apparaît dans les années 1960, le Proplast®, le Supramid® dans les années 1970, le Gore-Tex® en 1975.

Nous nous intéresserons essentiellement à la description des silicones, du Gore-Tex® et du polyméthacrylate de méthyle. D'autres implants ont un intérêt, notamment en reconstruction du plancher orbitaire, tels les dérivés de l'acide polylactique glycolique disponibles sous forme de plaques (Dexon®, PDS®) ou de grilles (Vicryl®).

I. LES SILICONES

Dans les années 1940, un procédé commercialement viable de production des silicones a été développé. Dans les années 1950, les silicones ont commencé à être appliqués dans le domaine médical en raison d'un comportement en milieu biologique jugé comme reflétant un haut niveau de bio-inertie. Les silicones utilisés comme implant à long terme comprennent des élastomères, des gels, des adhésifs, des huiles et des lubrifiants. Ils constituent l'un des matériaux les plus utilisés dans le domaine médicochirurgical et dentaire.

A. PROPRIETES DES SILICONES (236)

Traditionnellement, les silicones sont considérés comme inertes, ce qui les a fait largement utiliser en chirurgie reconstructrice. Cependant cette inertie doit être évaluée à trois niveaux: chimique, biologique et immunologique

Les implants en silicone ont été considérés comme biologiquement inertes par opposition au silicone fluide. Cependant, en tant que matériau étranger, le silicone est encapsulé par du tissu fibreux. En outre, une réaction inflammatoire peut se produire en réponse au silicone fluide ou en gel, avec parfois des lésions granulomateuses. Le silicone injecté peut être retrouvé dans les macrophages, les ganglions régionaux et dans le système réticulo-endothélial chez l'animal. Un granulome (siliconome) n'est cependant pas l'indication d'une réponse immunologique, mais d'un foyer inflammatoire chronique en réponse à une agression tissulaire provoquée par une substance faiblement soluble. Des réponses générales au silicone (connectivites) ont également été décrites, mais les statistiques n'ont amené aucune preuve d'un lien de causalité entre implants en silicone et maladies auto-immunes. En raison de la survenue de ces réponses locales et générales, il est malgré tout actuellement difficile de continuer à considérer le silicone comme chimiquement ou biologiquement inerte. Par ailleurs, il interagit avec les éléments figurés du sang, absorbe le cholestérol et d'autres lipides sanguins, favorise l'adhésion plaquettaire et déclenche vraisemblablement le processus de coagulation. Ces phénomènes aboutissent à une détérioration accélérée des silicones et limitent leur utilisation.

Immunologiquement, il est connu que le silicone n'entraîne pas la formation d'anticorps. Cependant, l'aspect histologique au niveau du site d'injection est comparable à celui d'une réponse à médiation cellulaire. Il est possible que le silicone agisse comme un haptène (antigène incomplet).

Les surfaces de silicone absorbent des protéines. Les protéines plasmatiques adhérentes au silicone peuvent subir des changements de conformation et les protéines altérées peuvent devenir immunogènes.

Il y a peu de composés toxiques connus du silicone, et la littérature ne fournit guère de données quant à une action nocive du silicone pour la santé. Des études récentes (KENNAN 1996) ont montré qu'il n'y avait pas d'hydrolyse significative de silicone de qualité médicale (SILASTIC®) en surface ou dans la masse, lorsqu'il était soumis à des tests accélérés de vieillissement en milieu salin.

B. APPLICATIONS CLINIQUES (298)

La stabilisation des silicones à l'état solide résulte d'une encapsulation fibreuse non adhérente. Ils possèdent une "mémoire" et de ce fait doivent être adaptés aux contours osseux à l'état "relaxé", car la déformation du matériel peut aboutir à son extrusion. Lorsqu'ils sont en place pendant de longues périodes, il peut se produire une usure au contact de l'os, conduisant à des réactions histiocytaires. Une lyse du lit de l'implant et la formation de kyste dans les os du voisinage ont été observés.

Une grande variété de silicones bruts ou préformés ont été implantés pour la réparation des planchers orbitaires (lames de SILASTIC®), pour des reconstructions mentonnières, zygomatiques et nasales, ainsi que dans la chirurgie de l'articulation temporo-mandibulaire. Des matériaux polymérisant à température ambiante peuvent être utilisés pour la fabrication d'implants chirurgicaux sur mesure, façonnés à partir d'un moulage facial et permettant une correction cosmétique plus précise chez des patients atteints de difformités post-traumatiques ou congénitales. Dans d'autres altérations des contours faciaux, des silicones préformés ou des blocs de silicone bruts sont utilisés pour améliorer les contours. La mise en place de l'implant peut être effectuée par une voie d'abord cutanée ou buccale, en prenant soin de placer l'incision à distance de la poche de l'implant.

Les silicones fluides ont posé un certain nombre de problèmes qui ont fait stopper leur utilisation dans un certain nombre de pays (infection, migration du liquide, formation de kystes et atteintes cutanées allant de la pigmentation à la nécrose).

Nous allons revoir les principales applications cliniques des silicones en restauration osseuse faciale.

1 - Reconstruction du plancher orbitaire par lame de SILASTIC®

Le SILASTIC® est utilisé dans la réparation de défauts du plancher orbitaire d'origine traumatique depuis 1963. Cet implant a été largement employé dans cette indication du fait de la facilité de mise en place, du gain de temps opératoire par rapport à l'utilisation d'un greffon autologue mais aussi du faible coût. Il est à réserver aux cas où le défaut osseux est peu important. L'incidence des complications a été évalué par plusieurs équipes. En 1995, MORRISON et al. (231) font la revue de 20 ans d'utilisation du SILASTIC® en reconstruction du plancher orbitaire. Sur leur série de 311 patients, ils déplorent 13,2% de dépose secondaire de l'implant pour complication. Il s'agit d'infection (50% des cas), de migration de l'implant, d'extrusion, de diplopie. En 1996, SCHEFFER et al. (185) publient une étude rétrospective sur 20 ans de recul portant sur 137 patients traités pour une fracture du plancher orbitaire par lame de SILASTIC®. Le taux de réintervention pour enlever l'implant est de 13,8%. Les complications observées sont diverses: dacryocystite, migration de l'implant à la peau ou dans le sinus maxillaire, fistule cutanée, diplopie persistante, communication orbito-sinusienne, cellulite périorbitaire. A la vue de ces complications, les auteurs changent leur conduite thérapeutique en s'orientant vers les greffes autologues.

2 - Les rhinoplasties d'augmentation

Depuis 1950, le silicone a été largement utilisé en inclusion nasale. Il semble que BROWN (24) en 1953 fut le premier à l'employer dans les ensellures nasales, suivi de BEEKHUIS (10), FARRIOR (98), LASH (179) et au Japon AUIYAMA, FARUKAWA. Le silicone fluide a été interdit du fait de l'apparition d'embolies suivies de décès. C'est donc le silicone gommeux (SILASTIC®) qui est utilisé. Des modèles préformés ont été élaborés pour minimiser les risques de souillure peropératoire et réduire le temps chirurgical.

Les années 1960 ont été marquées par l'enthousiasme de nombreux chirurgiens (SAFIAN (303), BEEKHUIS (10)...), terni dès le début des années 1970 par l'apparition de publications traitant des complications des implants nasaux siliconés. L'évolution défavorable de l'implantation se caractérise dès les premières semaines postopératoires par un aspect inflammatoire du revêtement cutané. Trois écueils sont alors possibles:

- la nécrose de pression du tissu de recouvrement,
- l'infection nécessitant le retrait de l'implant et donnant des réactions fibro-adhésives compromettant la réalisation d'une nouvelle chirurgie,
- les phénomènes douloureux chroniques pouvant aboutir au retrait de l'implant.

Même lorsque l'évolution est favorable, quelques inconvénients peuvent être notés, tels la mobilité de l'implant, son déplacement, sa déformation, ainsi qu'une mauvaise tolérance psychologique avec sensation de corps étranger.

En France, PECH et JAUSSEAN (258) en 1970 mènent une enquête sur l'emploi du SILASTIC® dans le traitement chirurgical des ensellures nasales. Sur les 45 chirurgiens interrogés, seulement deux utilisent régulièrement le SILASTIC®. Les autres chirurgiens rapportent une centaine de dépôts d'implants mis en place par leurs confrères, sur un nombre global de cas impossible à préciser.

De nombreux auteurs évaluent le pourcentage de complication de l'emploi du SILASTIC® en inclusion nasale. En 1971, DAVIS et al.(72) rapportent leur série de 62 cas comportant 18% d'extrusion avec un recul moyen supérieur à 2 ans. MILWARD et al.(226) en 1972, déplorent 36% d'extrusion sur 76 cas avec un recul moyen supérieur à 2 ans. ANTIA et al. en 1973 publient une série de 38 cas avec 23% d'extrusion à 6 mois. Ces résultats font baisser la popularité des silicones dans cette indication.

REGNAULT (280) en 1987 demeure une des rares fidèles et ceci avec succès. Elle emploie du silicone solide d'épaisseur et de densité préétablies en fonction de chaque cas. Ses indications se limitent à l'implantation du dorsum, renonçant aux implants en L exposant à l'extrusion. Sa série se compose de 58 patients avec un recul moyen de 5 ans. Elle ne rapporte aucune extrusion de l'implant, seuls quelques déplacements par erreur technique sont à déplorer.

En Asie, le silicone reste très utilisé dans les rhinoplasties d'augmentation, faisant preuve d'une demande fréquente. Les implants seraient peut être mieux tolérés en raison du caractère racial. En effet, l'épaisseur des téguments du dorsum confère une meilleure vascularisation des tissus de recouvrement et une plus grande protection de l'implant. DEVA

et al.(78) rapportent en 1998 leur expérience de dix ans d'utilisation du SILASTIC® en inclusion nasale. Leur série comprend 422 patients dont 98% d'origine asiatique. L'intervention était à visée esthétique dans 98% des cas. Ils déplorent 5,5% de complications précoces à type de déplacement, de surcorrection, d'excès de tension cutanée. Les complications tardives sont estimées à 4,3% associant déplacement et hypercorrection. Ils notent seulement deux cas d'extrusion soit 0,5%.

On voit ainsi que l'utilisation du SILASTIC® au niveau du dorsum nasal expose parfois à des complications locales gravissimes compromettant la réussite d'une intervention de "ratrappage". La réussite de l'intervention dépend de la qualité des tissus de recouvrement, de la constitution d'une pèche réceptrice hermétique et de dimensions adaptées à celles de l'implant, limitant ainsi les tensions excessives au niveau cutané.

Les silicones ont également été utilisés dans le cadre des génioplasties (350), d'augmentations de projection des pommettes (142). Le recouvrement des parties molles est ici plus propice à la protection de l'implant, limitant les traumatismes et la fréquence des extrusions.

II - LE GORE-TEX®

Le Gore-Tex® ou P.T.F.E (polytétrafluoroéthylène expansé) appartient à la famille des polymères fluoro-carbonés. Cet implant a été mis au point en 1969 par W.L.GORE. La première utilisation clinique comme prothèse vasculaire a été réalisée par SOYER et al. en 1972. Depuis des millions de prothèses vasculaires ont été mises en place sans un seul cas rapporté de bioincompatibilité.

En chirurgie plastique, NEEL (239) s'intéressa au Gore-Tex® en 1983. Il réalisa une étude chez l'animal visant à évaluer la réponse histologique suite à l'implantation sous-cutanée de P.T.F.E. Les résultats à un an montrèrent une inflammation et une réaction à corps étranger minimale au niveau du site receveur. Les applications cliniques à la face se développèrent dans les années 1980. En 1993, W.L GORE & Assoc Inc, obtiennent l'autorisation par la F.D.A. (Food and Drug Administration) de l'utilisation du Gore-Tex® comme implant sous-cutané en chirurgie plastique.

A - COMPOSITION – PROPRIETES

Le Gore-Tex ® est un polymère fluoro-carboné ayant pour particularité d'être totalement fluoré. La liaison carbone-fluor est très forte, induisant une excellente stabilité du matériau. Il est composé de mailles de polytétrafluoréthylène (PTFE) lui conférant une structure microporeuse à 85%. Des nœuds de PTFE solide interconnectés par des fibres de PTFE constituent ces mailles et la longueur de ces fibres détermine la taille des pores. L'intégration tissulaire de cet implant et son adhésivité sont dues à la colonisation cellulaire au travers des pores. Enfin, les fibrilles de PTFE garantissent une solidité, une extensibilité et une résistance à long terme. Il s'agit probablement du matériau plastique le plus inerte, le plus biocompatible avec le plus bas coefficient de friction. Par contre, il présente des propriétés physiques médiocres.

B - APPLICATIONS CLINIQUES

Dès 1983, LEVET et JOST (187) utilisent le Gore-Tex ® comme suspensions musculaires dans le traitement des paralysies faciales périphériques anciennes et comme tissu de comblement avec de bons résultats.

Dans le cadre de la restauration osseuse à la face, le Gore-Tex ® a été utilisé comme implant dans plusieurs indications.

En premier lieu, la rhinoplastie d'augmentation a certainement été l'intervention où le Gore-Tex ® a été le plus employé. Les implants sont de forme et d'épaisseur variable selon le résultat excompté. L'utilisation du Gore-Tex ® se limite au comblement, il ne peut être utilisé comme matériau de soutien en raison de sa structure souple. L'évolution à long terme se fait vers la fixation de l'implant par du tissu fibreux, sans encapsulation.

En 1987, PESSEY et SERRANO (264) rapportent 51 inclusions nasales de principe ou de nécessité après rhinoplasties extramuqueuses avec des résultats identiques aux inclusions ostéo-cartilagineuses. Cependant le recul est court (6 mois).

En 1988, STRICKER et al.(23) rapportent leur expérience sur 24 inclusions nasales de Gore-Tex ® par voie marginale interne avec un recul de 18 mois. Ils déplorent neuf complications (soit 35%) dont trois extrusions de l'implant à court terme, trois réactions pseudo-inflammatoires, deux irrégularités ou déplacement. Les auteurs mettent en avant la difficulté de mise en place de l'implant du fait de sa souplesse et le caractère imprévisible des accidents inflammatoires nécessitant la dépose du matériel avant fistulisation cutanée. En 1989, STRICKER établit un constat de faillite, sur 39 inclusions nasales pour indication de comblement, 10 déposes de matériels ont été réalisées.

En 1991, STOLL (322) sur 24 patients, et WALDMAN (352) sur 17 cas n'ont aucune complication, mise à part une hypercorrection nécessitant la dépose de l'implant.

OWSLEY et TAYLOR (248) en 1994 présentent une série de 106 patients sur une période de 5 ans, ayant bénéficié d'une inclusion nasale de Gore-Tex ®. Ils ne déplorent aucune infection, ni réaction à corps étranger, ni extrusion, ni migration de l'implant. Par contre, pour six patients une révision de l'implant est nécessaire du fait d'une augmentation excessive.

En 1995, GODIN et al.(113) rapportent leur expérience de 137 rhinoplasties d'augmentation sur une période de 6 ans, avec un recul moyen de 25 mois. Il s'agit pour 50% de rhinoplasties primaires et pour 50% de rhinoplasties secondaires. Le pourcentage d'infection est de 2,2% nécessitant la dépose de l'implant . Elles sont en rapport avec une mauvaise indication (traumatismes sévères, rhinoplasties secondaires). Les résultats obtenus sont bons avec absence de déplacement ou de résorption du Gore-Tex ®.

Enfin en 1998, CONRAD et al.(54) présentent une série de 189 patients comprenant 211 rhinoplasties, avec un recul moyen de 17,5 mois. Les résultats sont bons avec une stabilité à long terme. Les auteurs déplorent une réaction des parties molles (0,78%), une infection (1,95%).

Le pourcentage des complications des inclusions nasales de Gore-Tex ® reste faible. Cependant, il est nettement supérieur à celui des greffons autologues. La qualité du revêtement cutané constitue un élément important. En effet, l'implant va réaliser une barrière entre les tissus de recouvrement et leur apport vasculaire profond. Ceci est de conséquence d'autant plus notable du fait de la faible épaisseur de la peau de la région nasale et de son exposition aux traumatismes.

Le Gore-Tex® a également été utilisé pour renforcer une projection frontale insuffisante ou en régulariser l'aspect (228), pour augmenter des arcades sourcillières mal définies, en comblement glabellaire (349), dans la restauration des planchers orbitaires, pour augmenter la projection malaire et dans les génioplasties.

Le Gore-Tex ® présente un intérêt moindre en reconstruction osseuse. Il ne bénéficie pas d'une réhabilitation osseuse et sa structure souple peut rendre difficile l'implantation. Ses points forts sont représentés par son excellente tolérance par l'organisme, la stabilité du résultat du fait de l'absence de résorption, son faible taux de migration.

III - LE POLYMETHACRYLATE DE METHYLE

Il s'agit de polymères acryliques, utilisés sous forme de ciment pour la reconstruction osseuse.

A - HISTORIQUE

Le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) a été parmi les premiers plastiques développés dans la deuxième et la troisième décades du XX^e siècle. Son utilisation en tant que matériau implantable a été envisagé dès le début des années quarante, notamment par ZANDER pour la réparation des pertes de substance osseuses crâniennes.

L'une des phases les plus importantes pour le développement des résines acryliques a été l'introduction au début des années 1960 du PMMA polymérisant à froid comme ciment à os par le chirurgien orthopédiste CHARNLEY, pour stabiliser les queues de prothèses fémorales. De nombreuses applications ont été développées depuis, les principales sont la fabrication des prothèses dentaires, les matériaux d'obturation, les lentilles intra-oculaires, la fixation des endoprothèses articulaires, et pour ce qui nous concerne les crânioplasties.

B - PROPRIETES-REACTIONS BIOLOGIQUES

Les réactions biologiques à la présence d'un implant acrylique sont provoquées :

- par les constituants du polymère à bas poids moléculaire: monomères, initiateurs, accélérateurs et stabilisants,
- par les propriétés physiques de l'implant: taille des particules des débris d'usure, élévation de la température durant la polymérisation in situ, rigidité du matériau.

Le monomère est toxique avec risque de chute transitoire de la pression artérielle, des cas d'arrêt cardiaque ont été décrits. Il faut par conséquent limiter le contact avec les tissus adjacents lors de la mise en place.

Les monomères peuvent induire des réactions allergiques.

La concentration sanguine maximale du PMMA après implantation est bien moindre à celle susceptible d'induire des troubles chez l'animal.

Les concentrations maximales des tissus adjacents sont par contre supérieures aux limites de toxicité indiquées par les tests de culture cellulaire, ce qui entraîne d'inévitables effets toxiques locaux.

Selon les conditions de polymérisation, des résidus de composés auxiliaires sont libérés à des taux relativement faibles, mais peuvent poser problème, tels le diméthylparatoluidine qui perturbe la minéralisation de l'os adjacent au ciment.

Un effet important, est l'élévation thermique de l'ordre de 45 à 70°C au niveau de l'interface os-ciment. On sait que les protéines coagulent à 56°C et que le collagène se détériore à 70°-72°C. Par conséquent, cette élévation thermique est toxique pour les tissus adjacents, d'autant plus que la durée d'exposition est longue. La phase de réparation de l'os adjacent se fait sur trois semaines, le remplacement du tissu osseux par du tissu conjonctif pouvant aboutir à l'encapsulation de l'implant.

C - EFFETS SECONDAIRES – COMPLICATIONS

On peut observer des réactions histologiques à long terme avec nécrose de l'os et de la moëlle au voisinage de l'implant, pouvant être la conséquence de l'élévation thermique.

Au bout de sept à quinze ans, une migration de l'implant peut se produire par infection tardive, débris d'usure, ou résorption graduelle de l'os receveur.

Il n'a pas été retrouvé d'induction de tumeurs pour des durées d'utilisation de plus de quarante ans.

D - APPLICATIONS CLINIQUES

Du fait de sa manipulation rapide et aisée et malgré les problèmes évoqués, le PMMA continue d'être utilisé en reconstruction crânio-faciale. Il permet dans les crânioplasties (270) l'obtention d'un implant de taille et de forme adaptées au defect osseux.

MARCHAC l'utilise dans la correction de déformations frontales modérées séquellaires des crâniosténoses opérées. Sur 29 patients traités depuis sept ans il a obtenu des résultats

esthétiques satisfaisant avec une bonne tolérance de l'implant. Il déplore trois complications traitées sans ablation de l'implant.

BLUM et al.(15) sont moins enthousiastes. Ils rapportent en 1997 leur expérience de l'utilisation du PMMA dans le cadre de 75 crânioplasties réalisées chez des enfants sur une période de 15 ans. 44 patients ont bénéficié d'une crânioplastie dans les suites d'un défaut osseux post-traumatique. Les auteurs déplorent un taux élevé de complications de 23%. Ils analysent les facteurs favorisant la survenue des complications et concluent qu'il faut éviter le PMMA chez les patients soumis à une irradiation postopératoire, dans les situations où la taille du défaut osseux est importante, lorsqu'il existe des antécédents infectieux locaux. Tout contact sinusien doit être proscrit et les tissus de recouvrement doivent être de qualité.

Le PMMA a également été utilisé pour d'autres indications à la face (pommettes, mandibule...) avec des résultats moins convaincants.

Il faut bien reconnaître que l'agression tissulaire générée par la température élevée de polymérisation représente un problème majeur lorsque l'attachement aux tissus adjacents est plus souhaité que l'encapsulation.

Chapitre XIV

**INDICATIONS EN
RECONSTRUCTION OSSEUSE
A LA FACE**

La face est caractérisée par un enchevêtrement de courbes, en rapport direct avec la charpente osseuse. En conséquence, le temps initial de la réhabilitation devra s'intéresser à la restauration du squelette facial.

L'approche thérapeutique doit être adaptée au contexte étiologique.

L'étiologie malformative fait appel à une analyse précise de la malformation, permettant d'établir un protocole chronologique hiérarchisé visant à reconstruire les éléments insuffisants ou absents et à mobiliser les éléments dystopiques. Ici, la pluralité de l'altération tissulaire est la règle avec participation active des parties molles, que ce soit les téguments, les muscles, les nerfs, la muqueuse et le périoste. Enfin, l'aléa évolutif de la croissance soumet la reconstruction à des modifications dans le temps.

En traumatologie, au stade primaire la restitution osseuse se dispense le plus souvent d'un apport osseux. Par contre, il en est tout autrement au stade des séquelles. Le terrain local est propice aux greffons de par sa bonne vascularisation, cependant il peut s'être produit une rétraction des parties molles adjacentes. Le cadre des traumatismes balistiques est particulier du fait de l'étendue des lésions et de leur caractère pluritissulaire. La reconstruction est différée, la prise en charge initiale veillant au maintien des volumes et des espaces des structures faciales, afin d'éviter la fibrose rétractile tissulaire consacrant les déplacements.

En cancérologie, il s'agit d'une chirurgie d'exérèse le plus souvent pluritissulaire, soumise à des traitements complémentaires pouvant affecter la reconstruction osseuse. L'état général avec la notion de pronostic de survie et l'état local peu propice lors de radiothérapie affectant la vascularisation, sont pris en compte dans le choix thérapeutique. Les ostéoradionécroses, séquelles des traitements complémentaires, feront appel aux transplants osseux vascularisés, du fait de l'insuffisance du lit receveur.

L'étiologie infectieuse devient de plus en plus rare sous nos latitudes. La maîtrise de l'infection causale est un pré-requis indispensable à la reconstruction osseuse.

L'analyse lésionnelle se doit d'être précise, pour définir la stratégie chirurgicale. Elle repose sur la clinique, première approche qui évalue l'ampleur du défaut par la mensuration comparative d'un côté par rapport à l'autre, le retentissement sur la fonction, la qualité des parties molles adjacentes. Elle permet d'orienter la pratique d'examen complémentaires.

Les radiographies simples font partie du bilan initial, clarifiant les anomalies constatées à l'examen clinique.

La téléradiographie avec photographie permet une évaluation précise de la correction chirurgicale. L'utilisation d'analyse céphalométrique telle l'analyse de DELAIRE (73), fondée sur une série de relations constantes entre le crâne et la face chez le sujet normal, permet l'élaboration d'un plan thérapeutique de rééquilibration (Fig. 44, p.240).

Le scanner est intéressant pour l'analyse du squelette et des relations entre le squelette et les parties molles. Les reconstructions tridimensionnelles offrent une représentation dans l'espace des lésions. Certains programmes informatiques permettent de pratiquer des simulations chirurgicales.

La stéréolithographie (44) par l'élaboration d'une maquette du squelette facial, va préciser les défauts osseux avec comme finalité une prévision dimensionnelle du protocole de réparation osseuse (Photographies 57 et 58, p.241).

Au terme du bilan lésionnel sera définie l'ampleur des anomalies et leur retentissement. La reconstruction osseuse aura deux impératifs: redonner la forme en restituant les galbes, rétablir la fonction ; ces deux éléments étant indissociables.

Suivant les anomalies, on distinguera différentes modalités de reconstruction :

- *le comblement* : de cavités ou de dépressions,
- *l'interposition* : pour le soutènement d'un massif ou la restauration de la continuité après résection ou ostéotomie,
- *l'apposition* : pour rehausser par recouvrement un secteur déplacé en rétrusion.

Cette dernière modalité est moins favorable du fait de la faiblesse du contact osseux, elle est tributaire de la qualité des parties molles pour sa revascularisation, ainsi que des contraintes de pression entraînant un remodelage. En conséquence, le type de greffon osseux utilisé sera fonction de l'indication. Pour le comblement on privilégiera les greffons spongieux et corticospongieux, alors que pour l'interposition et l'apposition on utilisera plus volontiers un greffon corticospongieux très corticalisé.

Enfin chaque site d'implantation à la face possède ses spécificités locales, ce qui nous amène à préciser les principales indications de reconstruction osseuse à la face par topographie.

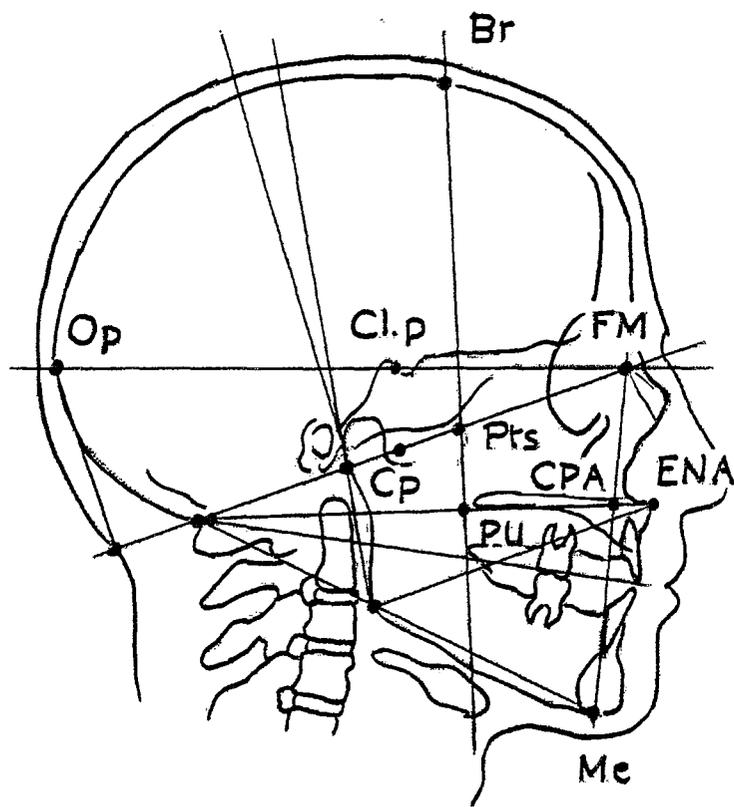
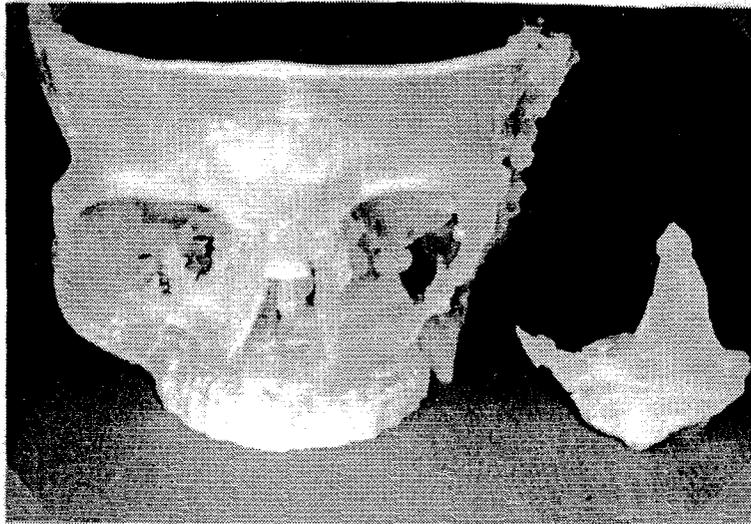
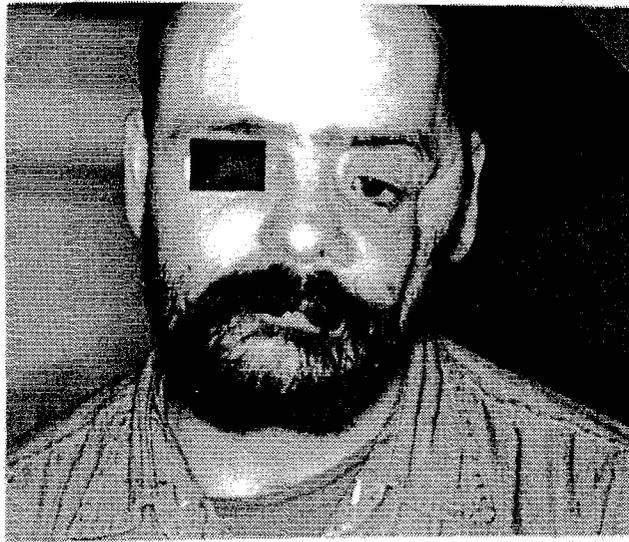


Fig. 44 : Proportions et équilibres crânio-faciaux selon DELAIRE.



Photographies 57 et 58 : Stéréolithographie d'un traumatisme hémifacial gauche, calcul de la pièce nécessaire à la réparation.

I- LA RECONSTRUCTION FRONTALE

La reconstruction frontale fait partie du vaste domaine des crânioplasties. Sa spécificité est en relation avec une situation topographique particulière du fait de la proximité des cavités sinusiennes et de l'exposition aux regards. Un bilan préopératoire minutieux fera état de la qualité du revêtement cutané, du siège et des dimensions du déficit osseux, de l'état des cavités sinusiennes ethmoïdofrontales, de l'étanchéité de la dure-mère. L'âge, l'état général, l'étiologie seront pris en compte dans la stratégie thérapeutique.

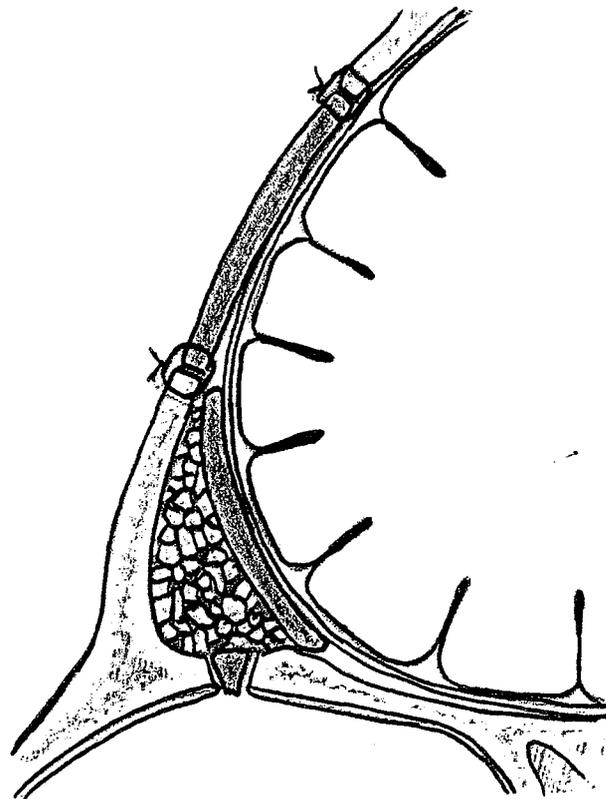
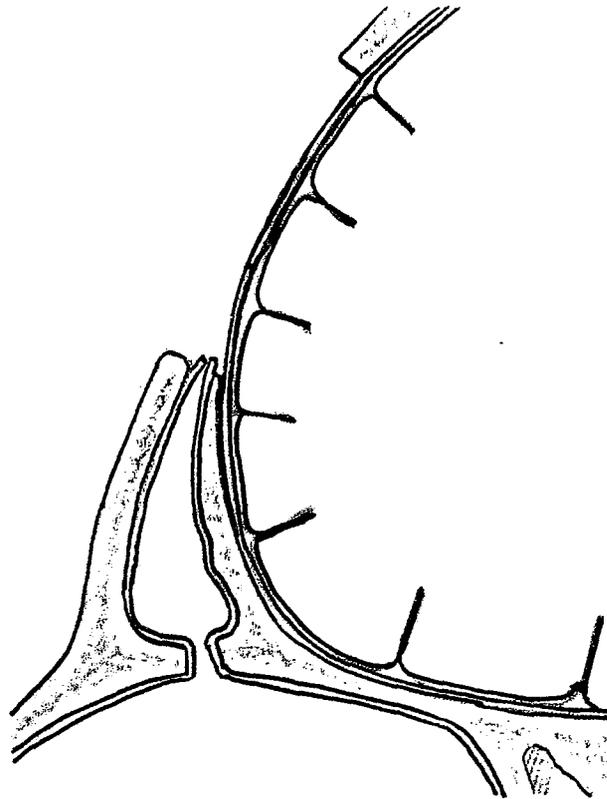
Le revêtement cutané doit assurer un bon recouvrement de la future reconstruction. L'existence d'une greffe cutanée ancienne, d'irradiation, de cicatrices peuvent compromettre la réussite et nécessiter la réalisation de lambeaux locaux pour améliorer l'état local, avant ou pendant la reconstruction osseuse.

Le siège frontal, largement exposé aux regards, impose une restauration galbée et de surface homogène. L'importance du défaut osseux fera privilégier un matériau de reconstruction disponible en quantité suffisante pour réaliser un pontage solide.

L'état des cavités sinusiennes ethmoïdofrontales est un point important à préciser du fait de la menace infectieuse potentielle pour le greffon ou l'implant. Les clichés radiographiques standards pouvant être complétés par le scanner, permettent d'apprécier la transparence, les limites exactes des sinus et de rechercher une éventuelle communication avec la perte de substance osseuse. La découverte d'une pathologie sinusienne bénéficiera d'un traitement adapté. En cas de déhiscence d'une paroi ou de possibilité de propagation d'une infection, il est impératif de supprimer cette source d'infection dans un temps opératoire préalable. Une crâniatisation du sinus en cause sera pratiquée avec éradication soigneuse de la muqueuse, obturation des canaux nasofrontaux et comblement de l'espace mort par un greffon corticospongieux, le plus souvent d'origine iliaque (Fig. 45, p. 243). La reconstruction frontale ne sera pratiquée que six mois plus tard en l'absence de signe clinique ou radiologique d'infection.

L'étanchéité dure-mérienne est également importante à préciser, le moindre doute fera pratiquer un transit isotopique et un scanner avec injection de produit de contraste. Une fuite patente sera réparée par une suture doublée d'une autogreffe de péricrâne dans le même temps opératoire.

Fig. 45 : Crânioplastie et crâniatisation du sinus frontal.



L'infection et la chirurgie constituent les deux principales étiologies des pertes de substance frontales. La contamination d'un volet d'abord neurochirurgical impose sa dépose secondaire. L'infection provient le plus souvent du sinus frontal, mais peut être en rapport avec un épanchement extra-dural au niveau d'un espace mort sous le volet, ou à point de départ cutané. Les étiologies chirurgicales sont dominées par l'exérèse de carcinomes cutanés, de méningiomes hyper-ostosants ainsi que par la chirurgie correctrice des malformations crânio-faciales. Les traumatismes crânio-faciaux responsables de fractures ouvertes avec perte de substance osseuse ou fractures comminutives vont laisser des défauts frontaux associés le plus souvent à un piètre revêtement cutané. Les brûlures et les radionécroses ont pour caractéristique une atteinte pluritissulaire. On constate ainsi que l'étiologie va guider le choix thérapeutique, imposant parfois un ou des temps opératoires préalables, ainsi que des gestes complémentaires peropératoires.

Les moyens de réparation associent les autogreffes osseuses, le polyméthacrylate de méthyle, le Bone Source®. La voie d'abord utilisée est généralement une voie coronale. Nous ne rappellerons pas les principes de mise en place des greffes osseuses, cependant la taille en biseau des berges osseuses receveuses permettra d'augmenter la stabilité et le contact osseux, facilitant la revascularisation du greffon. Une suspension de la dure-mère est effectuée, l'espace mort devra être comblé par de l'os spongieux pour prévenir la formation d'un épanchement sous le greffon, pouvant compromettre le résultat par son risque infectieux. On est parfois amené à faire un compromis entre le comblement de l'espace mort et la restitution du galbe. En cas d'utilisation d'un greffon corticospongieux (crête iliaque), la composante spongieuse sera préférentiellement placée à la face profonde en raison de son potentiel de résorption plus élevée, pouvant être responsable d'irrégularités du galbe reconstruit. La greffe sera ostéosynthésée sur le site receveur par l'intermédiaire de fils d'aciers ou de microplaques vissées.

Nous privilégions les reconstructions par matériau autologue (Photographies 9-14, p.104 et 105). Cependant les greffes osseuses ont l'inconvénient d'une résorption partielle voire totale, difficilement prédictible. La crête iliaque fournit un greffon corticospongieux permettant des reconstructions jusqu'à 10 sur 7 cm, tout en autorisant un prélèvement spongieux. La restitution du galbe sera rendue possible par la pratique d'une fracture en « bois vert » au niveau du greffon. Malheureusement ce site donneur n'est pas utilisable chez

le jeune enfant. L'os pariétal permet quant à lui le prélèvement de pièces de taille appréciable par la réalisation d'un volet dédoublé (TESSIER (338)) avec comme avantages un seul champ opératoire et une moindre résorption du greffon. Il est intéressant chez l'enfant, notamment dans le cadre des malformations crânio-faciales. La côte autorise des reconstructions de grande dimension par le prélèvement de plusieurs côtes dédoublées (194). Cependant la juxtaposition des greffons donne parfois un aspect ondulé de la surface reconstruite, inesthétique au niveau frontal.

Les implants tels le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) très utilisé dans cette indication, offrent la possibilité de réparation de grandes pertes de substance (15). Ils sont contre-indiqués en cas d'antécédents infectieux locaux, de mauvais revêtement cutané ou de contact sinusien. Le PMMA a comme avantages une facilité d'emploi offrant un implant adapté à la perte de substance, ainsi qu'une diminution du temps opératoire et l'absence de morbidité d'un site donneur osseux. Cependant il s'agit d'un corps étranger qui ne s'intégrera pas à l'os receveur, avec un risque de complications infectieuses plus important.

Le corail a été utilisé dans cette indication, des pièces de taille adaptées à la perte de substance pouvant être élaborées. Il bénéficie d'une colonisation osseuse à partir du site receveur (300). Cependant, il semble que l'ostéointégration dans sa totalité d'une grande pièce de corail soit utopique.

Enfin, l'utilisation du Bone Source® (106) pour la reconstruction de pertes de substance frontales de faible dimension et d'épaisseur partielle, donne de bons résultats (Photographies 52-56, p.203 et 204). Une asepsie irréprochable, ainsi que l'absence d'antécédents infectieux et de contact sinusien doivent être respectés.

II - LA RECONSTRUCTION ORBITAIRE

L'orbite est divisée en deux parties, les parois postérieures fragiles et « l'orbite utile » de TESSIER, représentée par l'anneau orbitaire antérieur. La reconstruction osseuse au niveau de l'orbite sera principalement impliquée dans la restauration de l'anneau antérieur et du plancher orbitaire.

Les pertes de substance orbitaires acquises sont essentiellement d'origine traumatique (fractures et leurs séquelles) ou chirurgicale (exérèses carcinologiques). Les pertes de substance congénitales entrent dans le cadre des fentes faciales rares dont nous retenons la classification de TESSIER (336) (Fig. 46, p. 247). Excepté la fente transversale n° 7, toutes les fentes sont rapportées à l'orbite. « Les fentes faciales peuvent être décrites comme se dirigeant vers, provenant de, ou passant en dehors ou en dedans de l'orbite » (TESSIER). Huit fentes traversent l'orbite, ce sont les fentes n° 3-11,4-10,5-9,6-8. D'autres malformations orbitaires telles les microphthalmies avec micro-orbitisme, peuvent être soit isolées, soit associées aux fentes orbitaires (n° 3, 4, 5, 6) ou entrant dans le cadre de microsomie hémifaciale.

Les greffes osseuses conventionnelles occupent une place de choix en reconstruction orbitaire. Elles ont pour objectifs de rétablir l'équilibre volumétrique contenant-contenu, de restaurer le galbe et la fonction de l'anneau antérieur, d'obturer les espaces morts (cellules ethmoïdales ou sinus frontal), d'obturer les perforations et communications libres avec le sinus maxillaire ou la fosse temporale externe, de colmater les fissures et rendre les parois lisses évitant la constitution d'adhérence. Les greffes corticospongieuses iliaques, les greffes costales et d'os pariétal restent les plus employées en veillant de les placer en position sous périostée, la corticale en regard de la cavité orbitaire pour minimiser les adhérences. Les transplants osseux vascularisés de pariétal peuvent être d'un grand intérêt lorsque le site receveur est peu propice. Les implants restent très utilisés au plancher orbitaire, en l'absence d'ouverture large sinusienne et d'antécédents infectieux.

Fig. 46 : Classification des fentes faciales rares selon TESSIER.

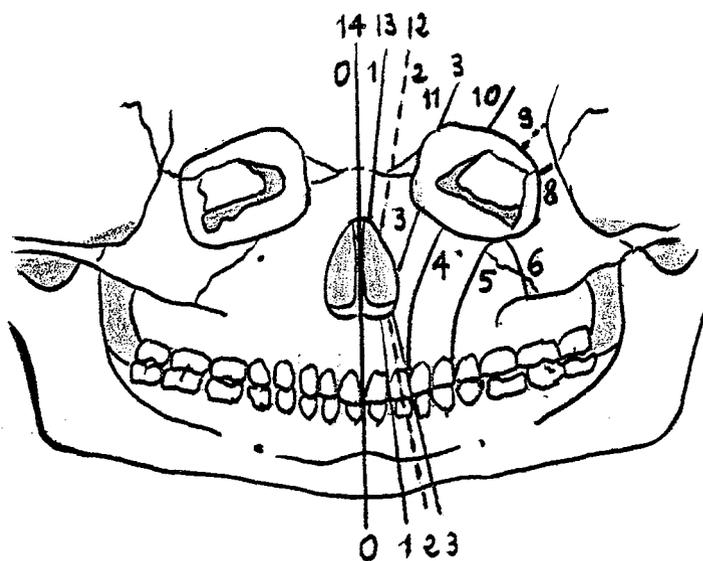
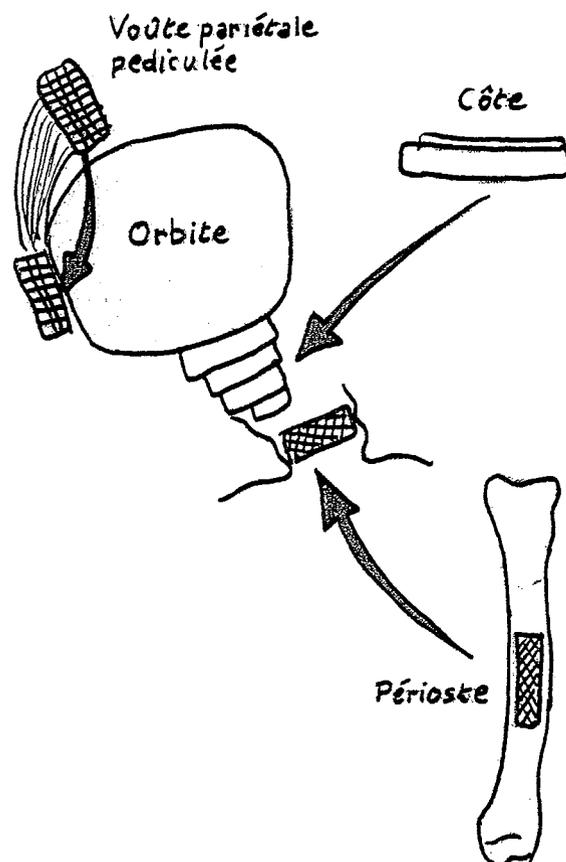


Fig. 47 : Procédés de reconstruction orbitaire, d'après STRICKER.



L'atteinte du plancher de l'orbite est très fréquente en traumatologie faciale, en raison de ses rapports avec l'os zygomatique, de la présence du canal orbitaire inférieur, de sa forme concave et de la finesse de l'os lamellaire qui le constitue. Les fractures du plancher de l'orbite peuvent être isolées, mais s'intègrent le plus souvent à des fractures faciales plus ou moins étendues. Les complications les plus fréquentes sont la diplopie et/ou l'énophtalmie. Le traitement consiste à obturer la brèche osseuse après réintégration du contenu orbitaire et destruction des adhérences, rétablissant un rapport volumétrique correct et permettant la restauration de la forme orbitaire. Les indications opératoires retenues sont l'existence d'une diplopie clinique et identifiée au test de Lancaster avec test de duction forcé positif, une énophtalmie disgracieuse est souvent associée. L'ampleur des lésions osseuses est précisée par les radiographies, mais surtout par le scanner orbitaire avec coupes coronales. Lorsqu'il s'agit d'un faible défaut osseux, nous utilisons préférentiellement les implants tels le SILASTIC®, débordant la perforation du plancher pour éviter toute luxation dans le sinus maxillaire. En cas d'atteinte trop vaste pour un matériau souple ou de nécessité de rétablir un bon rapport volumétrique, nous faisons appel aux greffes osseuses ou aux implants coralliens (Photographies 47 et 48, p. 217). Une étude multicentrique récente a démontré la stabilité à long terme des implants orbitaires de corail avec ostéointégration (221), tout en évitant la morbidité d'un prélèvement osseux.

En ce qui concerne les fentes faciales, la restauration de la continuité de l'anneau orbitaire est un impératif qui devra être accompli très tôt afin de prévenir la dystopie basse de l'orbite (TESSIER). L'orbite va s'abaisser, se rétrécir et basculer en bas et en arrière, le globe oculaire et son environnement musculaire s'engageant dans la fente. La prise en charge chirurgicale consistera donc à libérer le contenu orbitaire de la fente, les deux bords de la périorbite engagés dans la fente seront suturés l'un à l'autre pour retrouver une continuité périostée. La paroi inféro-interne sera reconstruite par une greffe osseuse costale, la paroi inféro-externe sera rétablie en faisant appel au transplant osseux pariétal pédiculé sur le muscle temporal (STRICKER). La fente alvéolomaxillaire bénéficiera d'une greffe périostée tibiale (327) (Fig. 47, p. 247). La restauration osseuse sera associée dans le même temps opératoire à la réparation des parties molles.

Les micro-ophtalmies avec micro-orbitismes font appel aux ostéotomies d'expansion orbitaires associées aux greffes osseuses. En 1989, RODALLEC (291) a proposé l'expansion

progressive par prothèse intra-orbitaire de RADOVAN. La mise en place de la prothèse d'expansion doit être réalisée le plus tôt possible entre l'âge de 6 mois et 10 mois, et maintenue jusqu'à l'âge de 6 ans où 90% de la croissance orbitopalpébrale est acquise. Cette technique séduisante nécessite un protocole technique extrêmement rigoureux ainsi qu'une parfaite collaboration de la famille.

III - LA RECONSTRUCTION OSSEUSE MALAIRE

La restauration osseuse malaire prend part à la correction des séquelles des fractures maxillomalaires, à la reconstruction des résections tumorales. Elle est également impliquée dans le traitement de syndromes malformatifs. Le syndrome de FRANCESCHETTI, toujours bilatéral, présente de nombreuses formes cliniques, avec au maximum une absence totale de malaire et d'arcade zygomatique, associant les fentes n° 6, 7, 8 de la classification de TESSIER (337). La microsomie hémifaciale se manifeste au niveau malaire par une hypoplasie avec absence de la partie temporale de l'arcade zygomatique, la partie malaire étant longue et inclinée en bas, en dedans et en arrière. Le syndrome de GOLDENHAR est plus rare, souvent bilatéral, très asymétrique, associant une fente n° 8 prédominant sur les parties molles oculopalpébrales et très souvent une fente n° 7. A part, le syndrome de ROMBERG ou hémiatrophie faciale progressive, peut entraîner une hypoplasie malaire lorsqu'il survient avant la fin de la croissance du squelette facial.

Les moyens de reconstruction associent les ostéotomies malaires, les autogreffes osseuse, les substituts osseux, les implants.

Les ostéotomies malaires permettent soit de repositionner des fragments déplacés à la suite de fractures faciales, soit de projeter les structure zygomatocomaxillaires rétrusives à l'aide de tracés spécifiques (TESSIER, MOMMAERTS (230), DENNY (75), SALYER (307)). Les ostéotomies de valgisation ont pour avantage de comporter un résultat globalement stable à long terme. Cependant il s'agit de procédures chirurgicales relativement lourdes, non dénuées de risques sur le plan neurophthmique. Elles ne dispensent pas de

l'utilisation de greffes osseuses ou de l'emploi de substituts osseux pour « verrouiller » le segment osseux repositionné. De plus, le gain volumique est essentiellement externe et il faut employer un procédé associé pour renforcer le relief dans le sens antéro-postérieur. Elles constituent un procédé logique pour la correction des séquelles traumatiques avec consolidation en mauvaise position.

Les autogreffes osseuses modelantes restent très utilisées notamment pour le traitement des syndromes malformatifs. TESSIER (337) a établi des protocoles de reconstruction composés de plusieurs temps opératoires. La côte dédoublée, la crête iliaque sont souvent soumises à une résorption d'intensité variable, peu prédictible, nécessitant de répéter la correction. Les greffes de calvarium semblent moins soumises à la résorption, cependant les difficultés de modelage et de symétrisation en compliquent la réalisation.

L'apport de pariétal vascularisé, pédiculé sur le muscle temporal (VAN DER MEULEN (347)) ou sur le fascia superficialis temporalis (Mac CARTHY (199)) permet d'optimiser les résultats grâce à la stabilité de volume de l'os déplacé. Il s'agit d'un procédé de choix dans la correction des syndromes malformatifs (Photographies 17-21, p. 128).

Les substituts osseux tels le corail (19) et l'hydroxyapatite (351) ont été utilisés en apposition malaire. Le corail a bénéficié d'une étude multicentrique récente dans cette application (19). Les résultats ont été marqués par une stabilité volumétrique avec un recul moyen de vingt mois, associé à un faible taux de complications. Le corail doit être placé en position sous-périostée avec fixation rigide à l'os receveur. La difficulté réside dans l'obtention d'un greffon corallien adapté à chaque patient, conférant une interface os-corail optimale pour autoriser l'ostéointégration (Photographies 41 et 42, p. 215).

Les implants tels le silicone(142), le PROPLAST® (357) ont également été utilisé pour l'augmentation des pommettes à visée esthétique. Le taux de complication est diversement apprécié dans la littérature. L'évolution a long terme ne laisse jamais à l'abri d'une infection ou d'une migration secondaire de l'implant.

IV - LA RECONSTRUCTION OSSEUSE NASALE

La reconstruction osseuse au niveau nasal, tous matériaux confondus, présente le plus faible taux de succès par rapport aux autres sites faciaux. La finesse des tissus de recouvrement notamment au niveau du tiers moyen, l'état vestigial de la musculature nasale, mais également la muqueuse des fosses nasales peuvent se révéler insuffisants pour fournir une couverture de qualité. La pyramide nasale présente une situation exposée aux traumatismes, comme en témoigne l'incidence élevée des fractures des os propres du nez. Certains traumatismes mineurs, sans conséquence pour un nez non opéré, peuvent remettre en question à tout moment le succès d'une reconstruction. A ceci, s'ajoutent les difficultés d'obtenir un champ opératoire stérile en chirurgie nasale, ainsi que la faiblesse du contact osseux.

Les étiologies principales chez l'adulte sont représentées par les séquelles des fractures des os propres du nez et des rhinoplasties dont la conséquence est l'ensellure nasale, ainsi que par les amputations dans le cadre d'exérèses carcinologiques. Chez l'enfant les étiologies malformative et traumatologique dominant.

La stratégie chirurgicale sera différente entre la reconstruction d'une ensellure séquellaire d'une fracture du nez et une reprise de rhinoplastie multi-opérée avec dépose d'implant sur terrain cicatriciel cutané et muqueux. En effet, l'un des problèmes majeurs de la reconstruction reste la rétraction et le manque d'élasticité cutanée et muqueuse.

Les exérèses carcinologiques font appel à une reconstruction pluritissulaire, dont la couverture étanche du greffon est fondamentale à sa survie.

L'enfant représente un cas particulier, avec la crainte d'aggravation des lésions initiales en intervenant pendant la période de croissance. En ce qui concerne les ensellures post-traumatiques de l'enfant, l'indication sera posée en cas de gêne fonctionnelle invalidante (obstruction nasale), la gêne esthétique pure devra généralement attendre la fin de la croissance. L'attitude est différente pour les syndromes malformatifs où la reconstruction nasale est effectuée précocement.

Les moyens thérapeutiques associent les greffes osseuses et cartilagineuses autologues, les implants. Les transplants osseux vascularisés restent d'utilisation exceptionnelle.

Dans le cadre des ensellures totales avec perte de soutien du lobule, notre préférence va au greffon iliaque corticospongieux, de type tenon-mortaise, placé par voie externe (RETHI) après dissection extra-muqueuse rigoureuse, sur un sous-sol osseux bien avivé avec fixation glabellaire par fils d'acier ou vis (Photographies 1-3, p. 74). L'os pariétal semble intéressant en raison de sa moindre résorption (144), cependant la difficulté de modelage et la faible épaisseur en constituent les inconvénients. Le corail nous a donné satisfaction lorsque les conditions locales sont propices, évitant la morbidité d'un site donneur (Photographies 43-46, p. 216). L'implant corallien doit être fixé pour faciliter son ostéointégration, toute fracture à son niveau implique sa dépose.

En ce qui concerne les ensellures totales sans perte de soutien du lobule, il s'agit d'un problème de comblement, plus indulgent. Les greffons osseux ou cartilagineux autologues, reposant sur les cartilages alaires, sont à utiliser en première intention. Les implants doivent être contre-indiqués en cas de cicatrices ou de pertes de substance cutanées ou muqueuses, d'antécédents infectieux. L'utilisation du Gore-Tex® (4), pourtant réputé pour son caractère inerte, s'est soldée par un taux de complication élevé (plus de 30%, STRICKER (23)). Le silicone reste utilisé par certains chirurgiens, notamment pour le sujet asiatique. Malgré les multiples recherches de l'implant idéal en chirurgie nasale, la réflexion de POLLET (1970) reste toujours d'actualité : « l'implant est certainement à rejeter d'emblée par le chirurgien, avant qu'il ne soit rejeté par le malade ».

V - LA RECONSTRUCTION MAXILLAIRE

Le maxillaire est un os pair, uni sur la ligne médiane à son homologue contro-latéral, composant la charpente osseuse des deux tiers internes du massif facial. Il est pneumatiqué par le sinus maxillaire et contribue à former par ses faces la paroi externe des fosses nasales, la paroi inférieure ou plancher orbitaire, le plafond buccal. La voûte palatine est une pièce osseuse épithélialisée sur ses deux faces, buccale et sinuonasale, armée par les apophyses palatines. Les adhérences entre l'os et la muqueuse palatine n'ont pas leur équivalent dans l'anatomie humaine, ce qui explique que toute perte de substance osseuse palatine sera toujours associée à un manque muqueux parfois étendu au niveau labial, nasal ou génien.

A - ETIOLOGIES

Les pertes de substances acquises des maxillaires peuvent être soit en rapport avec l'exérèse de tumeurs, soit d'origine traumatique. Les traumatismes balistiques sont responsables de vastes délabrements pluritissulaires.

Les pertes de substance congénitales entrent dans le cadre des fentes labio-maxillo-palatines et d'autres fentes faciales dites « rares » dont TESSIER (336) a proposé une classification numérique en 1976 (Fig. 46, p. 247).

Les dysharmonies maxillo-mandibulaires comportant une rétromaxillie ou toute autre anomalie de position verticale ou horizontale des maxillaires, doivent bénéficier d'une analyse céphalométrique crânio-faciale afin de préciser la stratégie thérapeutique. Les rétromaxillies comportant une rétrusion du massif facial appartiennent au groupe des crânio-facio-sténoses dont les formes les plus représentatives sont la maladie de CROUZON et le syndrome d'APERT.

B - RETENTISSEMENT FONCTIONNEL ET MORPHOLOGIQUE

Le retentissement des pertes de substance maxillaires est à la fois fonctionnel et morphologique. La gêne fonctionnelle est marquée par des troubles de la déglutition par fausse route et reflux des aliments, en particulier des liquides dans les fosses nasales. Une

fuite de l'air expiré est responsable de troubles de la phonation à type de nasonnements, présents même en cas de conservation du voile. Toute perte d'un secteur denté occasionne des troubles masticatoires. Enfin, il existe un risque d'infection chronique des cavités sinusiennes en cas de communication bucco-sinuso-nasale, inversement proportionnel à la taille de la perte de substance. Sur le plan morphologique, le manque de soutien des téguments jugaux est responsable d'un affaissement dont la conséquence sera une lagophthalmie, un épiphora. Les pertes de substances étendues vers le plancher orbitaire vont compromettre la stabilité du globe, sa statique et donc sa fonction.

Dans le cadre des fentes labio-maxillo-palatines il s'ajoute aux troubles de l'alimentation et de la phonation, des perturbations de l'audition avec risque de surdité. Il existe également des troubles de la respiration liés à la déviation septale, aux modifications des dimensions de la fosse nasale du côté de la fente et aux altérations de la valve nasale. Le retentissement morphologique sera fonction de la forme anatomoclinique, portant sur le nez, la lèvre supérieure, le palais.

C - CLASSIFICATIONS

En 1993, BONAN et DEVAUCHELLE (16) ont proposé une classification des pertes de substance acquises du plateau maxillo-palatin selon la taille, la profondeur et la topographie des lésions. Les auteurs décrivent le type **I** intéressant la voûte palatine, dont le type **Ia** antérieur, et le type **Ib** postérieur, respectant l'arcade alvéolo-dentaire. Le type **II** emporte l'arcade alvéolaire, divisé en **IIa** au niveau du bloc incisivo-canin et en **IIb** latéral. CARIOU a complété la classification en ajoutant le type **III** pour les pertes de substance d'un hémipalais et le type **IV** pour les pertes de substance totales (Fig. 49, p. 255)

Les fentes labio-maxillo-palatines bénéficient d'une classification dont la clé est embryologique (326), basée sur la différenciation entre le palais primaire **P1** et le palais secondaire **P2**. Elle distingue les atteintes partielles **P** ou totales **T**, uni ou bilatérales **X2** (Fig. 50, p. 256).

Fig. 48 : Classification des pertes de substance interruptrices mandibulaires selon CARIOU (1991).

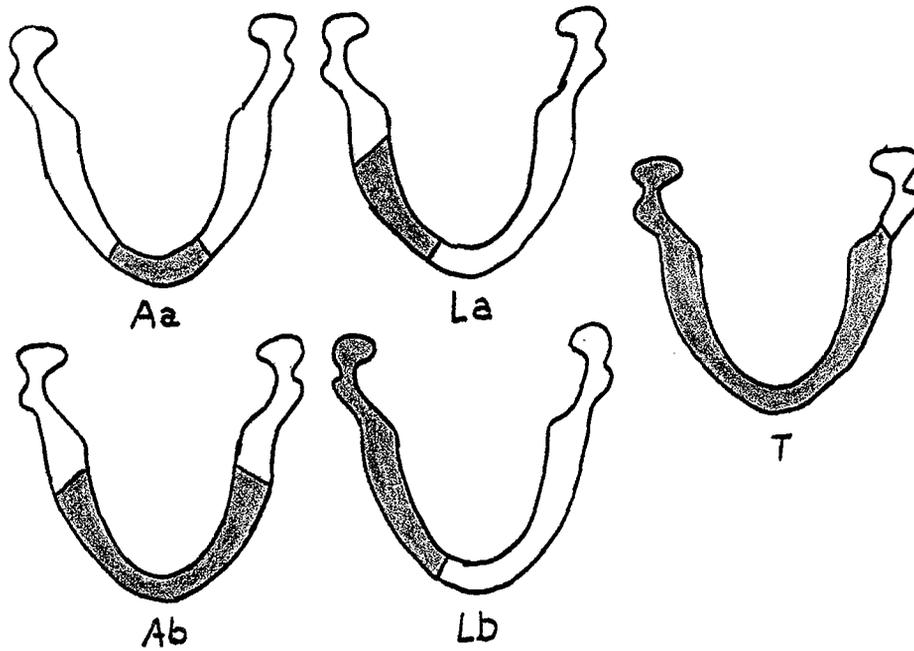


Fig. 49 : Classification des pertes de substance maxillaires selon BONAN-DEVAUCHELLE (1993), * additif CARIOU.

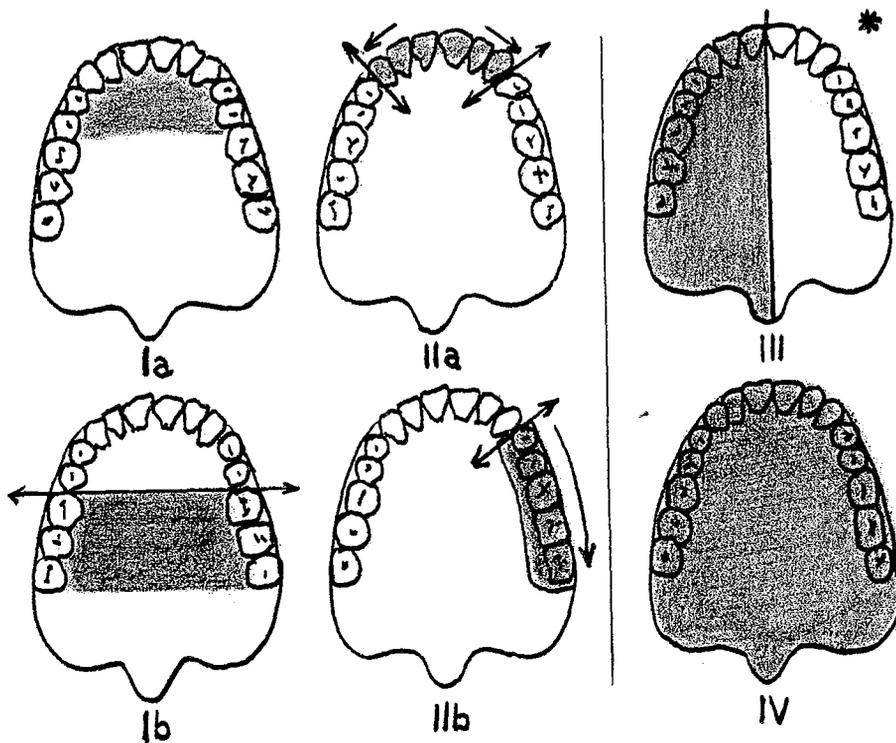
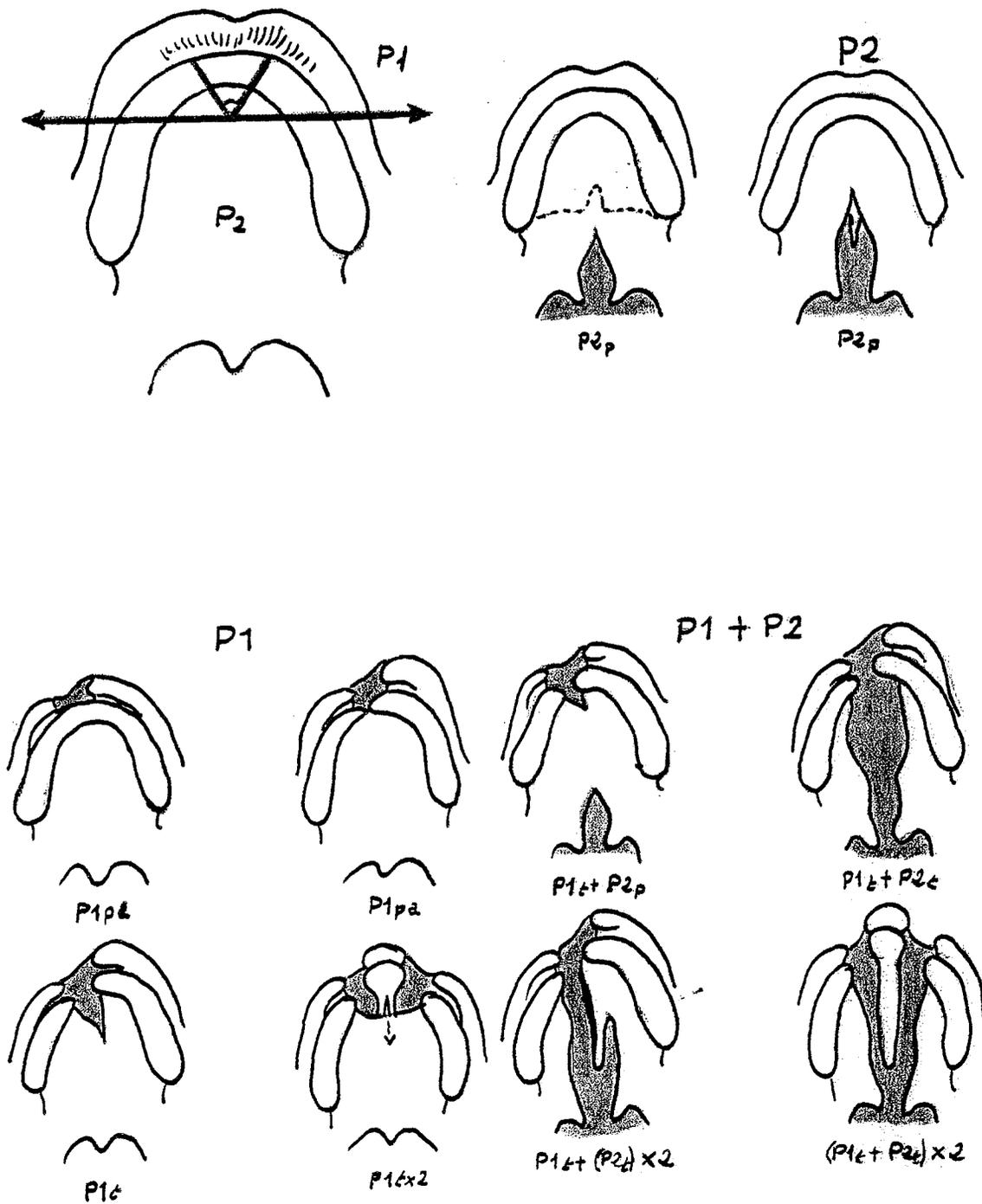


Fig. 50 : Classification des fentes labio-maxillo-palatines.

P1 : palais primaire, P2 : palais secondaire, p : atteinte partielle, t : atteinte totale, a : alvéolaire, L : lèvre, x 2 : atteinte bilatérale.



D - INDICATIONS

Les objectifs de la reconstruction des pertes de substance acquises vont être l'obtention d'une cicatrisation saine évitant les suppurations et les radionécroses interminables, la restauration d'un palais hermétique et fonctionnel, l'obtention d'un support pour le contenu orbitaire, le comblement de la cavité de maxillectomie, la restauration des contours faciaux. La dernière étape sera la réhabilitation prothétique. En carcinologie, la surveillance de vastes cavités d'exérèse impose souvent l'emploi de moyens prothétiques. Les prothèses obturatrices permettent un rétablissement précoce et simple des fonctions phonatoire et masticatoire, guidant la cicatrisation et luttant contre la rétraction cicatricielle. En traumatologie, il s'agit généralement de sujets jeunes dont la dépendance vis à vis d'un artifice prothétique est difficile à supporter, faisant privilégier une reconstruction stable et définitive. Le cas particulier des traumatismes balistiques en raison de l'étendue des lésions (régions géniennes) fait appel à des reconstructions complexes (256).

Seules les pertes de substance amputant la crête alvéolaire et les tubérosités (type **II**) responsables de séquelles morphologiques labiales et géniennes avec difficulté de la restauration dentaire, imposent un apport osseux par une reconstruction composite.

Les petits défauts seront accessibles aux greffes osseuses conventionnelles associées à un ou plusieurs procédés de couverture tissulaire. Lorsque la perte de substance sera de plus grande dimension, on s'orientera soit vers les transplants osseux assistés dont le pariétal sur le muscle temporal ou sur le fascia superficialis temporalis, soit vers les lambeaux libres osseux composites de péroné, de crête iliaque ou de scapula.

Dans tous les autres cas, une reconstruction unitissulaire est suffisante. Pour les pertes de substances limitées en taille et ne nécessitant pas de comblement, on fera appel aux lambeaux cutanés, fasciaux ou muqueux. Lorsqu'un comblement et/ou un resurfacement de la face doit être réalisé, on utilisera les lambeaux musculaires ou musculocutanés. En règle générale, les pertes de substances de diamètre inférieur à quatre centimètres autorisent l'utilisation des moyens locaux (lambeaux palatins, linguaux, interposition de la boule de BICHAT). Au delà, on s'oriente vers les procédés locorégionaux (lambeau de muscle temporal, de fascia superficialis temporalis, lambeaux cervicaux...) et les lambeaux prélevés à

distance pédiculés ou libres (lambeaux musculocutanés de grand dorsal, de trapèze, de grand droit de l'abdomen...).

En ce qui concerne les fentes, la réparation sera précoce, globale, adaptée. La fermeture totale précoce de la fente aidée par l'orthopédie pré et postopératoire (plaques palatines) associée au rétablissement de l'équilibre musculaire entre la musculature superficielle et la langue autoriseront un bon développement fonctionnel et morphologique. La greffe périostée tibiale est utilisée depuis 1973 par STRICKER (326) pour traiter la brèche maxillaire. Elle présente comme avantage de combiner la réparation primaire palatine sans l'utilisation de tissus locaux, avec une ostéogenèse périostée comblant le défaut alvéolaire. Elle constitue en association avec le traitement orthodontique, un excellent procédé conservateur permettant de préserver une bonne arche dentaire et d'éviter un collapsus transversal (Photographies 28-32, p. 168-169).

Pour les dysharmonies maxillomandibulaires, l'équilibre occlusal constitue la référence obligatoire de la correction. Cette rééquilibration de l'occlusion obtenue par l'orthodontie et l'orthopédie dentofaciale devra précéder le traitement chirurgical. Celui-ci consistera à déplacer les segments osseux porte-dents pour les placer dans la situation occlusale préparée. En ce qui concerne le maxillaire, les tracés des ostéotomies ont été calqués sur les lignes de séparation crânio-faciale décrites par LEFORT. Elles ont en commun la mobilisation en monobloc de l'arcade dentaire supérieure, mais varient par la hauteur et l'orientation du tracé supérieur adapté à la déformation (325). Ces ostéotomies pourront faire appel à des greffes osseuses d'interposition ou d'apposition. Pour les ostéotomies de type LEFORT I, les greffes osseuses ne sont indiquées que dans les grands déplacements verticaux et antéro-postérieurs. Les ostéotomies de type LEFORT II bénéficient d'un renforcement de la contention par des greffons osseux. Les ostéotomies de type LEFORT III font appel à des greffes osseuses d'interposition interfrontonales et ptérygomaxillaires. Des greffons orbitaires, zygomatiques et glabellaires assurent la continuité entre les pièces osseuses et modèlent les contours. Les substituts osseux tels le corail ou l'hydroxyapatite peuvent également être utilisés comme « cales », évitant la morbidité d'un prélèvement osseux.

La distraction osseuse au maxillaire supérieur, nouvelle venue dans l'arsenal thérapeutique, présente encore de nombreux problèmes techniques à résoudre. Elle serait

intéressante pour les rétrusions maxillaires des enfants de 4 à 12 ans, en dentition intermédiaire, chez qui l'engrènement dentaire et la fixation intermaxillaire sont très aléatoires, avec une forte tendance à la récurrence post-opératoire. De même, pour les nourrissons présentant une facio-crânio-synostose sévère nécessitant un avancement facial précoce pour des raisons fonctionnelles et morphologiques, la distraction autorise un avancement progressif beaucoup moins agressif et dangereux que l'avancement monobloc frontofacial (208).

VI - LA RECONSTRUCTION MANDIBULAIRE

A - ETIOLOGIES

Les pertes de substances interruptrices mandibulaires sont le plus souvent d'origine traumatique ou consécutives à l'exérèse chirurgicale de tumeurs malignes ou bénignes.

L'origine traumatique est représentée essentiellement par les traumatismes balistiques, délabrants, toujours associés à des pertes de substance tégumentaires. Les accidents de travail par explosion ou rupture d'instruments rotatifs et les tentatives de suicide par arme à feu restent les plus fréquents. Les accidents de la voie publique et les traumatismes violents donnent plus rarement une perte de substance interruptrice, soit immédiatement par disparition d'un segment osseux, soit secondairement par dévascularisation suivie d'ostéite.

Les tumeurs malignes sont d'origine épithéliale (carcinome épidermoïde), développées au contact ou envahissant la mandibule. La reconstruction devra prendre en compte le caractère pluritissulaire de l'exérèse chirurgicale et l'éventualité d'une radiothérapie postopératoire. Plus rarement, il s'agit de tumeurs osseuses primitives (sarcome, plasmocytome, histiocytofibrome malin) ou secondaires (métastase d'un cancer du sein ou du poumon).

Le traitement de certaines tumeurs bénignes peut également nécessiter une résection osseuse interruptrice parfois étendue aux parties molles adjacentes. C'est le cas des tumeurs odontogènes (améloblastomes) et de certains kystes (kyste épidermoïde). Les angiodyplasies

matures ou phasiques artério-veineuses à haut débit, capillaires artério-veineuse à bas débit ou veinulaires, peuvent nécessiter une résection mandibulaire interromptrice.

Les causes infectieuses restent exceptionnelles sous nos latitudes. Elles sont soit post-traumatiques précoces ou secondaires après élimination d'un séquestre, soit d'origine dentaire à évolution locale ou diffusée, soit enfin de cause générale d'origine hématogène.

Les ostéoradionécroses, véritables ostéites radio-induites, gardent une incidence élevée à la mandibule du fait de la proximité topographique de l'os par rapport aux plans de couverture et de son type de vascularisation terminale. On retrouve le plus souvent comme facteur déclenchant une cause dentaire ou prothétique. La prophylaxie repose sur une mise en état buccodentaire préalable à l'irradiation dans des délais compatibles avec la cicatrisation muqueuse, sur la chimioprophylaxie fluorée indéfiniment poursuivie, sur une surveillance clinique régulière. Une fois l'ostéoradionécrose établie, seule la résection de l'os dystrophique et infecté permet de tarir la suppuration et de maîtriser les phénomènes douloureux.

Certains syndromes malformatifs sont à l'origine d'une insuffisance mandibulaire pouvant être symétrique ou asymétrique. Lorsqu'elle est symétrique, l'hypoplasie mandibulaire porte sur les deux branches montantes et la région pré-angulaire. Elle caractérise les hypomandibulies fonctionnelles (syndrome de Pierre ROBIN, arthrogyrpose, ankylose). Elle est parfois d'origine dysplasique dans le cadre d'une dysostose mandibulofaciale bilatérale avec prédominance d'une dysplasie zygomatomalaire associée à un colobome palpébral inférieur (syndrome de FRANCESCHETTI, TREACHERS-COLLINS, GOLDENHAR bilatéral). Lorsqu'elle est asymétrique, l'atteinte unilatérale prédomine sur la branche montante, selon des degrés variables, allant de la discrète hypoplasie à l'absence de ramus (grades I, II, III de PRUZANSKY). Cette asymétrie mandibulaire déborde souvent sur le maxillaire, parfois sur l'orbite réalisant la classique microsomie hémifaciale. Les parties molles sont également concernées avec réduction de la distance tragus-commissure, dystopie basse et antérieure du pavillon auriculaire souvent réduit au stade de microtie.

B - RETENTISSEMENT FONCTIONNEL ET MORPHOLOGIQUE

Le retentissement des pertes de substance mandibulaires sera à la fois fonctionnel, esthétique et psychologique, conditionné par la topographie du segment amputé.

Les pertes de substance antérieures ont un retentissement fonctionnel important du fait de la perte de l'arrimage antérieur de la langue et du larynx, de la désinsertion des muscles génioglosses, géniohyoïdiens et du ventre antérieur du digastrique. Il en résulte une chute de la langue en arrière avec ses risques respiratoires, une ptôse de l'épiglotte avec le risque d'inhalation par insuffisance de protraction laryngée, une gêne à l'ouverture de l'orifice supérieur de l'œsophage. La gêne fonctionnelle est donc marquée par des troubles de la déglutition, de la phonation et de la mastication sans possibilité d'appareillage dentaire. La perte du rempart mandibulaire associée à l'insensibilité labiale inférieure par atteinte du nerf dentaire inférieur, provoquent une incontinence salivaire. Sur le plan morphologique, le collapsus des deux moignons mandibulaires restants, majoré par la déformation des parties molles, entraîne une hypognathie irréductible, «profil d'oiseau» de SEBILEAU ou «andy gump» des anglo-saxons.

Les pertes de substance latérales sont mieux tolérées, le préjudice est morphologique avec asymétrie faciale, dépression, effacement du relief angulaire, abaissement homo-latéral de la commissure labiale. Sur le plan fonctionnel, on assiste à une latéro-déviation à l'ouverture buccale, ainsi qu'à des troubles de la mastication avec difficulté de l'appareillage prothétique.

Enfin, les pertes de substance mandibulaires ont un retentissement psychologique non négligeable, affectant la réinsertion sociale et professionnelle.

C - CLASSIFICATION

Plusieurs auteurs ont proposé une classification des lésions, les unes anatomiques, les autres pratiques, fruit de constatations anatomopathologiques, physiopathologiques ou chirurgicales. CARIOU en 1991 propose une classification anatomochirurgicale correspondant aux principales situations cliniques rencontrées, tant traumatiques que carcinologiques, et conditionnant les impératifs de reconstruction osseuse (longueur, angulation) et tégumentaires (lésions cutanées et/ou muqueuses en regard ou décalées) (256). Il définit sur le plan osseux :

- le type A ou antérieur, subdivisé en Aa correspondant aux pertes de substance limitées à la région symphysaire nécessitant un faible apport osseux, et en Ab correspondant aux pertes de substance étendues à l'ensemble de l'arc antérieur,

d'angle à angle, nécessitant un apport osseux de grande longueur sur lequel il faut pratiquer des ostéotomies intermédiaires pour restaurer l'angulation.

- le type **L** ou latéral, subdivisé en **La** correspondant aux pertes de substance latérales limitées à la branche horizontale, et en **Lb** lorsqu'il s'agit d'une hémimandibulectomie avec ou non conservation du condyle.
- le type **I** dépassant une hémimandibulectomie et posant le problème de longueur d'os à apporter (Fig.48, p. 255).

D - INDICATIONS

Le choix thérapeutique va prendre en compte différents paramètres. L'étiologie est un facteur déterminant en raison de son influence sur la qualité du site receveur. La taille, la localisation, l'existence de lésions tégumentaires cutanées et/ou muqueuses associées seront précisées. L'éventualité d'une radiothérapie postopératoire sera envisagée pour les exérèses carcinologiques. Enfin, l'âge physiologique du patient, son état général, l'adhérence au traitement seront évalués.

La reconstruction mandibulaire sera soumise aux contraintes mécaniques de cet os en mouvement, avec comme finalité une restauration fonctionnelle la plus proche de la normale. Il sera indispensable d'obtenir une couverture muqueuse de qualité rendant parfois nécessaire l'apport de tissus de recouvrement pour éviter la constitution de fistules, sources d'infections. Les voies d'abord cutanées seront privilégiées.

Les moyens à disposition sont représentés par les autogreffes osseuses (crête iliaque, côte, pariétal), les transplants osseux assistés, les lambeaux libres osseux, et les prothèses mandibulaires.

La reconstruction des pertes de substances interruptrices sera en règle générale immédiate (41), mis à part le cas particulier des traumatismes balistiques où l'état local représente une contre-indication du fait de l'importance des dégâts osseux et des parties molles. L'infection est ici fréquente, la qualité de la vascularisation osseuse est incertaine de même que celle des lambeaux tégumentaires. La perte de substance osseuse prédomine sur les lésions tégumentaires qui sont décalées dans l'espace, entre les orifices d'entrée et de sortie.

Le premier temps chirurgical aura pour objectif le maintien des espaces, la reconstruction fera appel secondairement à des transplants osseux vascularisés. Les transplants osseux assistés ont l'inconvénient du volume de leur pédicule. Notre préférence va aux lambeaux libres osseux de péroné ou de crête iliaque autorisant des reconstructions de grande dimension avec résistance à l'infection (43, 83). Le lambeau libre de péroné est intéressant car il permet une reconstruction cutanée ou muqueuse décalée dans l'espace, ainsi qu'une réhabilitation prothétique de qualité de par son épaisseur suffisante (15mm) (34, 36).

En traumatologie classique, les pertes de substance osseuses sont généralement limitées avec un lit receveur bien vascularisé les rendant accessibles à une reconstruction par autogreffe osseuse placée par voie d'abord cutanée. Le contact entre les fragments mandibulaires et l'os greffé doit être le plus stable et le plus large possible pour permettre une consolidation. Une ostéosynthèse par plaque vissée pontant la greffe osseuse est mise en place.

La reconstruction des exérèses carcinologiques est le plus souvent immédiate par apport pluritissulaire. Les conditions locales sont ici peu favorables, marquées par le mauvais état vasculaire local après radiothérapie, l'incertitude de la cicatrisation des parties molles et de l'étanchéité de la cavité buccale. A ceci s'ajoute la longue durée des interventions et l'état général souvent médiocre. Dans ce contexte, seuls les transplants osseux vascularisés ont quelque chance de succès grâce à leur pouvoir ostéogénique incomparable, pouvant survivre à des complications infectieuses et résister à la radiothérapie. Nous préférons les lambeaux libres de péroné ou de crête iliaque autorisant par le même procédé une reconstruction composite de grande dimension (Photographies 65-76, p. 267-270). La pratique d'ostéotomies du transplant osseux permet de restaurer l'angulation mandibulaire.

Les exérèses des tumeurs bénignes bénéficient d'une reconstruction « ad integrum » immédiate. Les tissus de recouvrement sont de bonne qualité, autorisant les autogreffes osseuses (crête iliaque, côte) lorsque le défaut est de dimension limitée (inférieur à 6 cm). Pour des exérèses de plus grande dimension, nous aurons recours aux lambeaux libres osseux pré-cités.

Le cas particulier des ostéoradionécroses impose l'utilisation des transplants osseux vascularisés en raison de la précarité de la vascularisation locale. Les lambeaux de péroné ou de crête iliaque, permettent par un prélèvement composite l'amélioration de la qualité des tissus de recouvrement.

Enfin la place des prothèses mandibulaires est pour nous limitée au rôle de mainteneurs d'espace temporaires dans l'attente d'une reconstruction autologue, et peut être dans certains cas d'exérèses carcinologiques de pronostic très sombre. En effet, elles ne peuvent assumer une reconstruction à long terme du fait de la fréquence de la contamination orale suivie d'infection, d'exposition, imposant leur dépose (41). De plus, elles perdent très souvent leur stabilité, en raison de la résorption osseuse secondaire liée aux contraintes mécaniques.

La reconstruction des hypoplasies mandibulaires congénitales, isolées ou intégrées dans des syndromes plus complexes, doit prendre en compte la participation des téguments et de l'appareil musculaire masticateur, ainsi que la croissance lente et tardive du ramus mandibulaire. L'absence habituelle de potentiel de croissance des greffes osseuses conventionnelles voue la reconstruction précoce à l'immobilisme avec dégradation du résultat à long terme. Par contre, les lambeaux porteurs d'os, pédiculés ou micro-anastomosés, les greffes ostéochondrales ont démontré un potentiel de croissance (Photographies 77-81, p. 271). Plusieurs attitudes thérapeutiques ont été envisagées pour la correction des microsomies hémifaciales, dont le déficit osseux porte essentiellement sur le ramus mandibulaire, allant de la simple hypoplasie à l'absence totale de branche montante. L'intervention précoce d'allongement mandibulaire a été proposée par EDGERTON et MARSH (1977) vers l'âge de trois ans, pour limiter les déformations évolutives du maxillaire et des parties molles. L'intervention retardée a été décrite par CONVERSE (1973) vers l'âge de neuf ans, l'attitude a été codifiée en fonction de la gravité de l'atteinte par HARLVOLD (1983) et VARGERVIK (1986) (128). Enfin, la correction tardive par quadruple ostéotomie de symétrisation et d'horizontalisation chez l'adolescent et l'adulte dont les indications ont été précisées selon le type de malformation par LAURITZEN et MUNRO (1985) (184). Les corrections tardives doivent être associées à un geste sur les parties molles, visant à corriger la brièveté des téguments et l'insuffisance en épaisseur. Ces protocoles ont été bouleversés par l'apparition de l'allongement mandibulaire chez le jeune enfant par distraction osseuse (Mac CARTHY 1992 (201)), autorisant un traitement précoce, évitant la greffe osseuse et permettant une expansion des parties molles.

E - RECONSTRUCTION DE L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE

La reconstruction de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) est traitée à part en raison de sa spécificité. Il s'agit d'une diarthrose comportant un ménisque, elle assure la relation entre l'étage crânien fixe et l'étage mandibulaire mobile. Le fonctionnement des deux ATM est simultané et synchrone.

L'intégrité de cette articulation peut être altérée par des processus dégénératifs, traumatiques tumoraux ou malformatifs. Les atteintes dégénératives arthrosiques peuvent être uni ou bilatérales, marquant parfois l'évolution d'une polyarthrite rhumatoïde. Les processus tumoraux sont soit en relation avec l'extension d'une tumeur du corps mandibulaire, soit liés à une atteinte primitive (ostéome, chondrome). Les hypoplasies ou agénésies congénitales entrent dans le cadre des syndromes du premier arc, la reconstruction articulaire n'étant qu'une étape du traitement global de la malformation.

La reconstruction aura pour objectif le remplacement de l'articulation avec rétablissement de la fonction et diminution des phénomènes algiques.

Les moyens associent les transplants osseux assistés (articulation sternoclaviculaire, cinquième côte), les transferts micro-chirurgicaux (2° métatarsien), les prothèses totales ou sub-totales. Les autogreffes osseuses conventionnelles sont quant à elles vouées à la résorption.

FLOT, CHASSAGNE et STRICKER (42) ont proposé une prothèse intermédiaire comprenant une pièce mandibulaire constituée d'une queue assurant la jonction avec la tête condylienne sphérique, et une pièce temporale constituée d'une cupule métallique avec interface en polyéthylène de diamètre extérieur variable. Elle est placée par voie d'abord de parotidectomie et peut être associée à un lambeau libre osseux dans le cadre de reconstruction étendues à la branche montante ou à une hémimandibule (Photographie 70, p. 268). Les indications retenues sont les affections dégénératives avec lésions importantes, les fractures intra-articulaires déplacées associées à un retentissement fonctionnel important, les exérèses tumorales.

En ce qui concerne les agénésies, la reconstruction s'intègre dans un traitement global de la malformation. Elle participe au rétablissement de la hauteur mandibulaire et autorise une dynamique mandibulaire propice à la croissance mandibulaire. On s'orientera soit vers une

reconstruction autologue par transfert osseux vascularisé, soit vers l'utilisation d'une prothèse en raison des difficultés techniques (âge, longueur d'intervention) du premier procédé.

F - RECONSTRUCTION DE L'OS ALVEOLAIRE

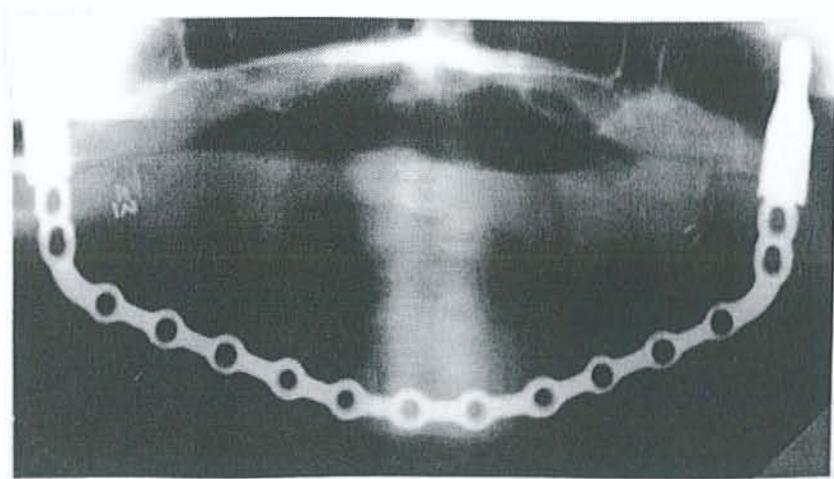
La reconstruction de l'os alvéolaire entre dans le cadre de protocoles d'implantologie. L'os parodontal constitue une spécificité faciale, assujettit à l'organe dentaire: « le parodonte vit et meurt avec la dent ». Cet os alvéolaire amené par la dent en éruption, va se résorber dès sa disparition.

La hauteur osseuse minimale nécessaire à la pose d'implant est de onze millimètres. La restauration osseuse doit précéder la pose d'implants, l'association initiale des deux gestes présentant un plus grand taux d'échec.

Les greffes osseuses conventionnelles prélevées au niveau de la crête iliaque, du crâne, de la mandibule sont très utilisées. Elles imposent une couverture muqueuse de qualité, indispensable à la survie des greffons. Le taux de résorption est variable, il semblerait que les greffes osseuses d'origine membraneuse donnent de meilleurs résultats.

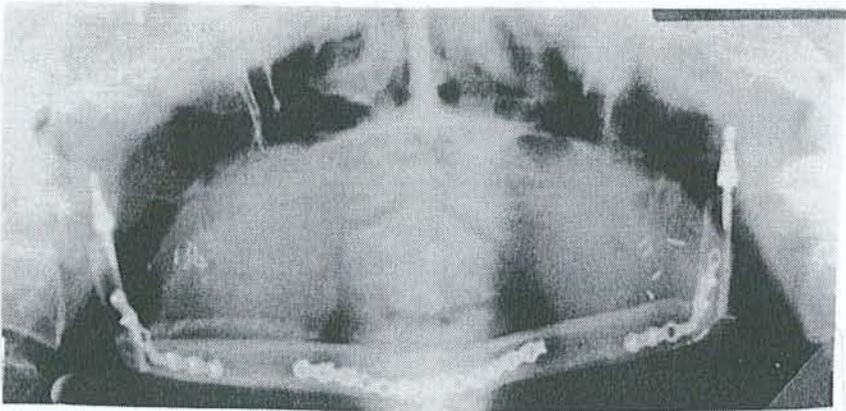
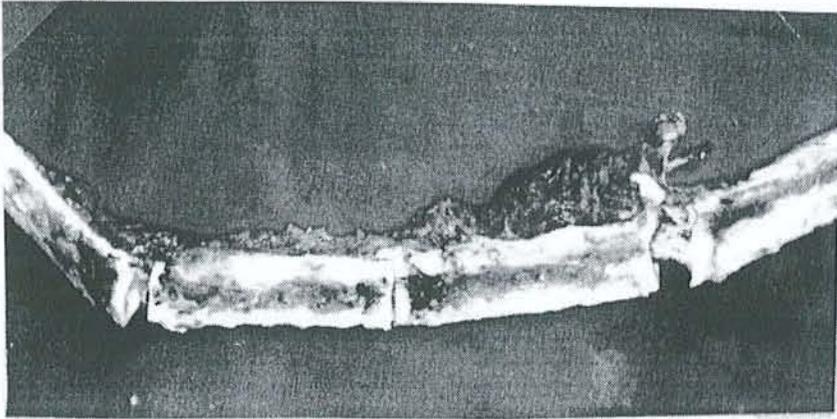
Des techniques plus récentes se sont développées avec des résultats encourageants. Il s'agit de la distraction osseuse alvéolaire et de la régénération osseuse guidée, évitant la morbidité de prélèvement des greffons osseux.

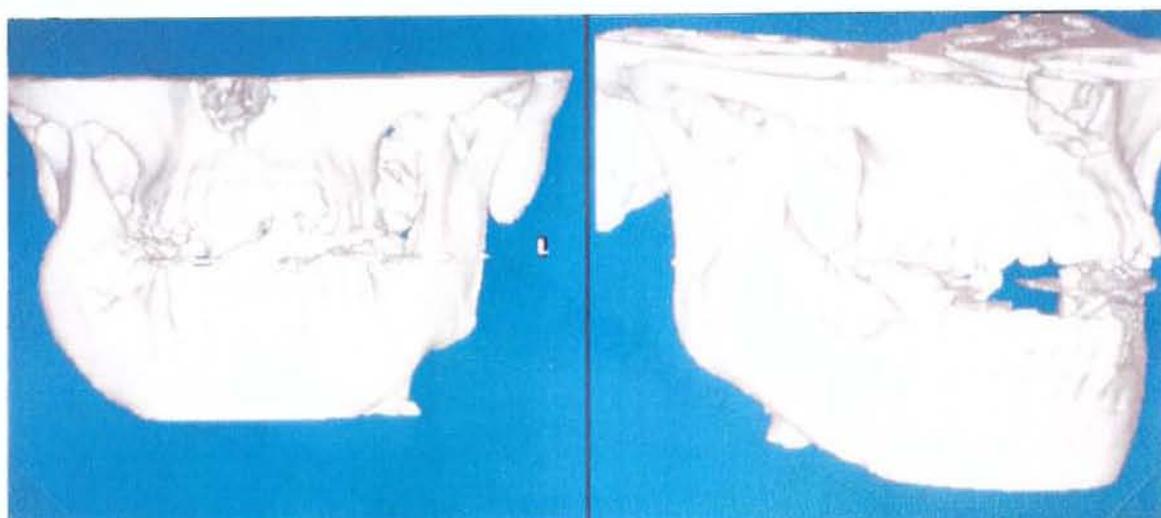
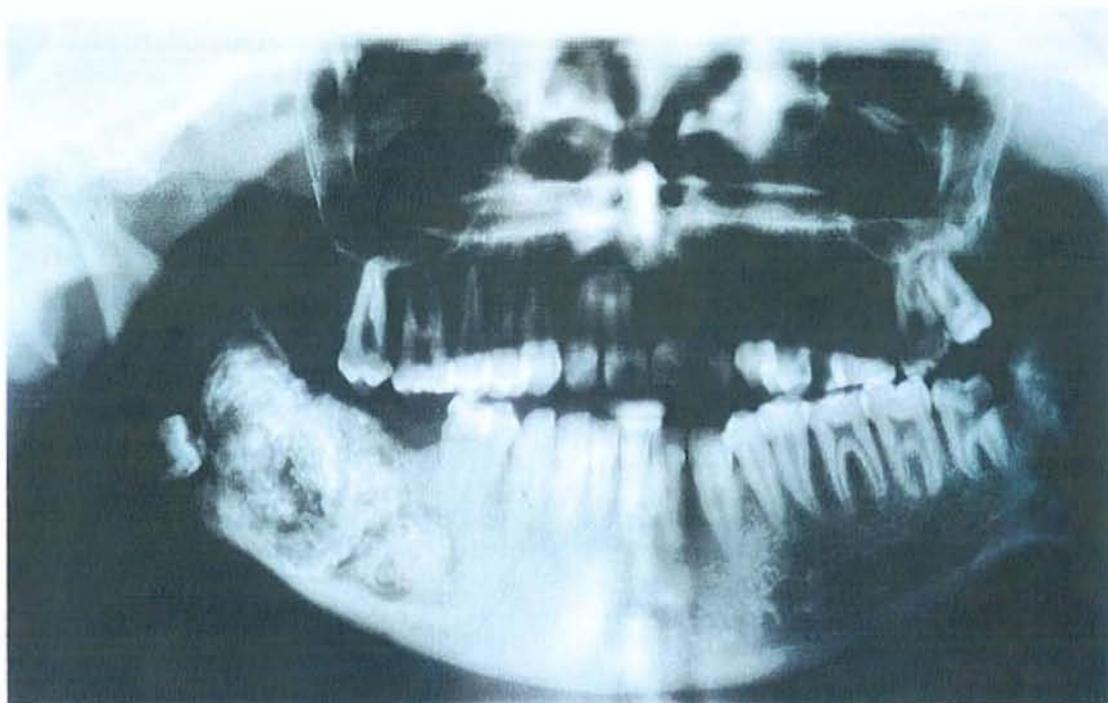
L'utilisation de substituts osseux (particules d'hydroxyapatite) s'est avérée peu probante avec un taux élevé de migration et une incorporation osseuse médiocre.



Photographies 65 et 66 : Exérèse mandibulaire totale appareillée par une attelle métallique exposée au menton.

Photographies 67, 68, 69 et 70 : Reconstruction par transplant libre revascularisé fibulaire surmonté par deux prothèses d'ATM. Résultat clinique et radiologique.





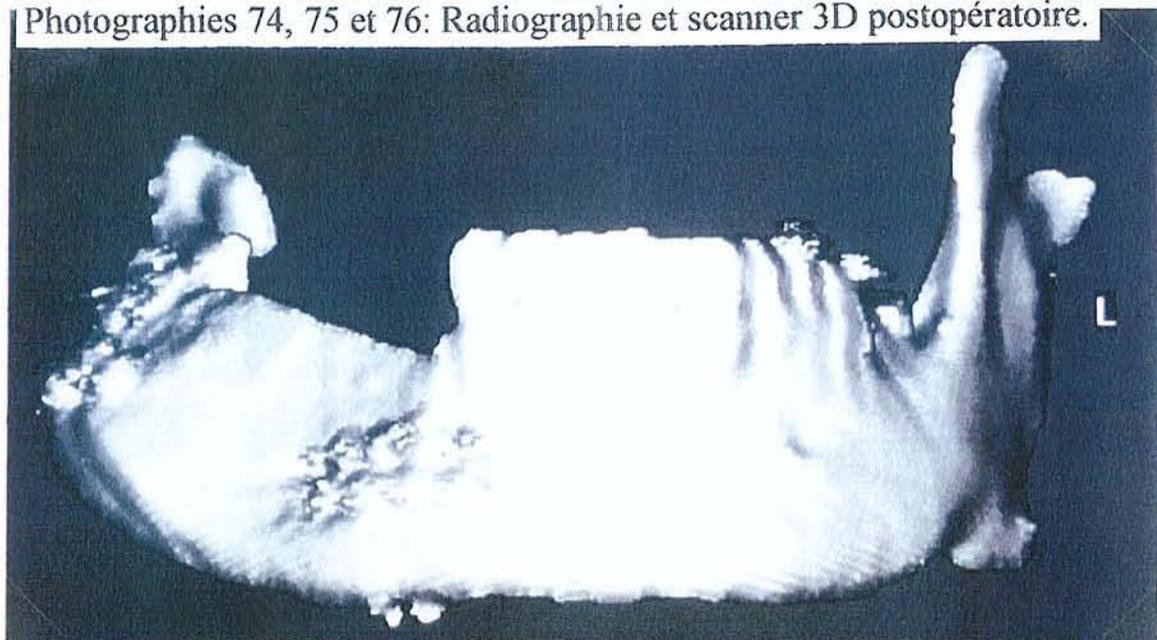
Photographies 71 et 72 : Tumeur mandibulaire (améloblastome) : radiographie et scanner 3D.



Photographie 73 : Exérèse tumorale et reconstruction par lambeau libre de crête iliaque.

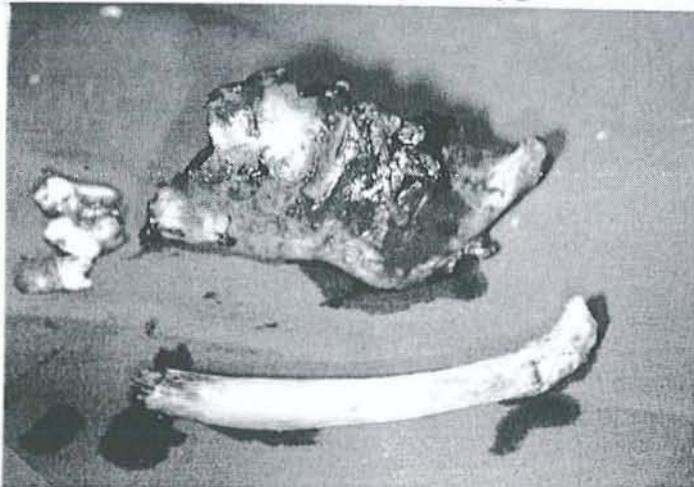


Photographies 74, 75 et 76: Radiographie et scanner 3D postopératoire.





Photographies 77 et 78 : Dysplasie temporo-zygomandibulaire gauche.



Photographie 79 : Greffon chondrocostal pour reconstruire la branche montante mandibulaire et le condyle. Etat comparatif sur pièce d'exérèse mandibulaire.



Photographies 80 et 81 : Résultat de la greffe chondrocostale à quelques années. Sur le profil, début d'excès de prolifération osseuse.

La reconstruction osseuse à la face a pour objectifs la restauration de la forme et de la fonction, d'intrication constante. Certains impératifs sont à respecter, tels la restitution de l'harmonie des galbes et la précision de l'occlusion dentaire. Les avancées dans la connaissance des mécanismes d'ostéogenèse, d'ostéoconduction, d'ostéo-induction, ont permis le développement de nouveaux procédés, ainsi qu'une plus grande maîtrise des indications.

Si la greffe osseuse autologue a été l'un des premiers procédé de reconstruction, elle garde une place de premier plan dans le choix thérapeutique. Les sites donneurs multiples autorisent le prélèvement de greffons corticospongieux, spongieux et cortical. La greffe osseuse trouve sa meilleure indication lorsque le lit receveur est propice à l'intégration du greffon, avec une perte de substance de dimension modérée.

Les transplants osseux pédiculés ou « assistés », puis les transplants osseux libres revascularisés, ont constitué une véritable révolution en autorisant la reconstruction de vastes pertes de substance pluritissulaires, en terrain défavorable.

La greffe périostée est utilisée depuis le début des années 1970 et donne toute satisfaction dans la réparation primaire des fentes labio-maxillo-palatines. Les lambeaux périostés pédiculés ou libres, associés ou non à un greffon autologue spongieux ou à un substitut osseux, représentent une voie d'avenir en permettant la formation osseuse sur un site donné.

La stimulation de l'ostéogenèse est permise par la régénération osseuse guidée, l'emploi de facteurs de croissance osseux. La distraction osseuse, utilisant les principes d'ILIZAROV à la face, autorise le traitement précoce des syndromes malformatifs sans recourir à la greffe osseuse, tout en permettant l'expansion des parties molles. Ces techniques récentes, voient leurs applications cliniques se multiplier.

Les allogreffes et les xéno-greffes osseuses restent peu employées à la face en raison d'un coût élevé et surtout du risque de transmission de maladies (sida, encéphalite spongiforme bovine).

Les substituts osseux d'origine non osseuse se sont beaucoup développés ces dernières années, autorisant une colonisation osseuse à partir du site receveur, et même pour certains, un remplacement de l'implant par de l'os néoformé. Ils ont pour atouts la diminution des

durées opératoires et l'absence de morbidité d'un site donneur. L'induction de l'ostéogenèse peut être obtenue en associant à l'implant des facteurs de croissance.

Enfin, les biomatériaux ne bénéficiant pas d'une colonisation osseuse doivent garder des indications très limitées en raison d'un taux de complication élevé.

Les indications de la reconstruction osseuse à la face prennent en compte les spécificités de chaque site receveur en terme de contraintes mécaniques, de proximité de cavité septique, mais également de qualité de l'os receveur et des tissus de recouvrement. L'étiologie et les dimensions de la perte de substance osseuse, son association à un défaut des parties molles, conditionnent le choix du procédé. L'enfant constitue un cas particulier car l'aléa évolutif de la croissance soumet la reconstruction à des modifications dans le temps. Il faut par conséquent privilégier la distraction osseuse et les procédés possédant un potentiel de croissance, tels la greffe chondrocostale et les transplants vascularisés.

La connaissance et la maîtrise des nombreux procédés, nouveaux et anciens, associée à l'expérience clinique, orientent le chirurgien dans son choix thérapeutique. La règle d'homothétie énoncée par MOWLEM est toujours actuelle. Le meilleur procédé de reconstruction osseuse à la face reste l'os autologue, d'origine membraneuse et vascularisé.



BIBLIOGRAPHIE

1. ALLARD R.H., LEKKAS C., SWARD J.G.
Autologous versus homologous bone grafting in osteotomies, secondary cleft repairs and ridge augmentations: a clinical study.
Oral. Surg., 1987, 64, 269.

2. ANTIA N.H., PANDYA N.J.
Surgical treatment of nasal deformities of leprosy.
Plast. Reconstr. Surg., 1977, 60(5), 768-777.

3. ANTONYSHYN O., COLCLEUGH R.G, HURST L.N., ANDERSON C.
The temporalis myoosseus flap. An experimental study.
Plast. Reconstr. Surg., 1986, 77, 406.

4. ARNAUD E., MORIEUX C., WYBIER M., VERNEJOUL (de) M.C.
Ostéogénèse induite par l'association : facteur de croissance, colle fibrinogénique et corail, vers un substitut de la greffe osseuse autologue. Etude expérimentale chez le lapin.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1994, 39, n°4, 491-498.

5. ARNAUD E., MOLINA F., MENDOZA M., FUENTE DEL CAMPO A., ORTIZ-MONASTERIO F.
Substitut osseux avec facteurs de croissance. Cas cliniques préliminaires pour des indications cranio et maxillo-faciales.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1998, 43, n°1, 40-50.

6. ARRINGTON E.D., SMITH W.J., CHAMBERS H.G. et al.
Complications of iliac crest bone graft harvesting.
Clin. Orthop., 1996, Aug,(329), 300-309.

7. BAGATIN M.
Reconstruction of orbital defects with autogenous bone from mandibular symphysis.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1981, 9, 81.

8. BALLIN M.
A method of cranioplasty.
Surg. Gyneco. Obstet., 1921, 33, 79.

9. BANWART J.C., ASCHER M.A., HASSANEIN R.S.
Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation.
Spine, 1995, May1, 20(9), 1055-1060.

10. BEEKHUIS G.J.
Silicone rubber implant in nasal reconstruction surgery.
Laryngoscope (St Louis), 1964, 74, 1405-1419.

11. BEZIAT J.L., FREIDEL M.
Greffes costales et reconstruction mandibulaire.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1983, 28(1), 65-70.

12. BILLMIRE D.A., ROTATORI S.
Use of the CORB needle biopsy for the harvesting of iliac crest bone graft.
Plast. Reconstr. Surg., 1994, Feb, 93(2), 416-418.

13. BITE U., JACKSON I.T., WAHNER A.J., MARSH R.W.
Vascularized skull bone grafts in craniofacial surgery.
Ann. Plast. Surg., 1987, 19, 3.

14. BLAIR V.P.
Surgery and diseases of the mouth and jaws.
3rd edn, Mosby, St Louis, 1918, p269.

15. BLUM K.S., SCHNUDER S.J., ROSENTHAL A.D.
Methyl methacrylate cranioplasty in children: long term results.
Pediatr. Neurosurg., 1997, Jan, 26(1), 33-35.

16. BONAN C.
La reconstruction microchirurgicale du plateau maxillo-palatin.
Thèse Médecine, Amiens, 1993.

17. BORSTLAP W.A., HEIDBUCHEL K.L., FREIHOFFER H.P., KUIJPERS-JAGTMAN A.M.
Early secondary bone grafting of alveolar clefts defects. A comparison between chin and rib grafts.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1990, Jul, 18(5), 201-205.

18. BOUSTRED A.M., FERNANDES D., VAN ZYL A.E.
Minimally invasive iliac cancellous bone graft harvesting.
Plast. Reconstr. Surg., 1997, May, 99(6), 1760-1764.

19. BOUTAULT F., CANTALOUBE D., TESTELIN S., GUEROULT J.M., HUET P.
Intérêt des blocs de corail dans les plasties d'augmentation des pommettes. Etude prospective portant sur 23 patients.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1997, 42, n°3, 216-222.
20. BOYNE P.J.
Treatment of extravasations cysts with freeze-dried homogenous bone grafts.
J. Oral. Surg., 1956, 14, 206.
21. BREIBART A.S., STAFFENBERG D.A., THORNE C.H.
Tricalcium phosphate and osteogenin: a bioactive onlay bone graft substitute.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, 95, 1265-1272.
22. BRENT B.
The versatile cartilage autograft: current trends in clinical transplantation.
Clin. Plast. Surg., 1979, 6, 163-180.
23. BRICHE D., DINH-DOAN G., STRICKER M.
Le Gore-Tex: intérêt en chirurgie cranio-maxillofaciale.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1988, 33, 288-294.
24. BROWN J.B., FRYER M.P., RANDALL P.
Silicones in plastic surgery.
Plast. Reconstr. Surg., 1953, 12, 374-376.
25. BROWN R.C.
The repair of skull defects.
Med. J. Australia., 1917, 2, 409.
26. BROWN W.E., CHOW L.C.
A new calcium phosphate water setting cement.
Brown, P.W.ed. Cements research progress.
Westerville, O.H. American Ceramic Society, 1986, 352-379.
27. BUCHMAN S.R., OZAKI W.
The ultrastructure and resorptive pattern of cancellous onlay bone grafts in the craniofacial skeleton.
Ann. Plast. Surg., 1999, Jul, 43(1), 49-56.

28. BURNSTEIN F.D., ARIYAN S., CHICARILLI Z., CANALIS R.F.
The effect of periosteal preservation on osteogenesis in a canine rib autograft model: tetracycline fluorescence incident photometry.
J. Craniofac. Surg., 1994, Jul, 5(3), 161-171.
29. BURSTEIN F.D., COHEN S.R., HUDGINS R., BOYDSTON W.
The use of porous granular hydroxyapatite in secondary orbitocranial reconstruction.
Plast. Reconstr. Surg., 1997, Sep, 100(4), 869-874.
30. BUSH L.F.
The use of homogenous bone grafts. A preliminary report in the bone bank.
J. Bone. Joint. Surg., 1947, 29, 220-228.
31. BYRD H.S., HOBAR C.P., SHEWMAKE K.
Augmentation of the craniofacial skeleton with porous hydroxyapatites granules.
Plast. Reconstr. Surg., 1993, 91, 15.
32. CANALIS R.F., SAFFOURI M., MIRRA J., WARD P.H.
The fate of pedicle osteocutaneous grafts in mandibulofacial restoration.
Laryngoscope, 1977, 87, 895.
33. CANNELLA D.M., HOPKINS L.N.
Superior sagittal sinus laceration complicating an autogenous calvarial bone graft harvest. Report of a case.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1990, 48, 741.
34. CARIOU J.L., BELLAVOIR A.
Les lambeaux libres composites avec péroné et leur adaptation à la chirurgie reconstructrice mandibulaire. A propos de 9 cas.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1992, 37, 269-284.
35. CARIOU J.L., COUTURAUD B., TRIPON P., BELLAVOIR A.
Le lambeau dédoublé de fibula. Etude anatomique et application clinique à la reconstruction fémorale post-traumatique septique.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1996, 41, 169-184.
36. CARIOU J.L.
Les transferts ou lambeaux libres de et avec péroné ou fibula. Anatomie chirurgicale, techniques de prélèvement et de préparation, indications.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 219-271.

37. CASANOVA R., CAVALLANTE D., GROTTING G.C., VASCONEZ L.O., PSILLAKIS J.M.
Anatomic basis for vascularized outer table calvarial bone flaps.
Plast. Reconstr. Surg., 1986? 78, 300-308.
38. CATONE G.A., REIMER B.L., Mc NEIR D., RAY R.
Tibial autogenous cancellous bone as an alternative donor site in maxillofacial surgery: a preliminary report.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1992, Dec, 50(12), 1258-1263.
39. CAVADAS P.C.
Refinement in cranial bone grafts harvesting.
Plast. Reconstr. Surg., 1997, Apr, 99(4), 1196.
40. CHALLIS J.H., LYTTLE J.A., STUART A.E.
Strangulated lumbar hernia and volvulus following removal of iliac crest bone graft.
Acta. Orthop. Scand., 1975, 46, 230-233.
41. CHASSAGNE J.F., BRICE M., DINH DOAN G., MAXANT P., FLOT F.
Protocole de reconstruction mandibulaire.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1985, 86, 180-188.
42. CHASSAGNE J.F., FLOT F., STRICKER M., DINH DOAN G., BRICHE D., NOURI K.
Prothèse totale intermédiaire d'articulation temporo-mandibulaire (ATM). Bilan après -6 ans.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1990, 91, 423-429.
43. CHASSAGNE J.F., SIBILLE P., DINH DOAN G. et al.
Bilan d'utilisation du lambeau libre de crête iliaque antérieure. A propos de 40 observations.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1990, 35, 283-289.
44. CHASSAGNE J.F., CORBEL S., GIMENEZ F., CHASSAGNE S., GERARD H.
Prototypage rapide et reconstruction osseuse.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1999, 515-524.
45. CHEN N.T., GLOWACKI J., BUCKY L.P. et al.
The roles of revascularisation and resorption on endurance of craniofacial onlay bone grafts in the rabbit.
Plast. Reconstr. Surg., 1994, Apr, 93(4), 714-722.

46. CHENEY M.L., GLIKLICH R.E.
The use of calvarial bone in nasal reconstruction.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1995, Jun, 121(6), 643-648.
47. CHIN M., TOTH B.
Distraction osteogenesis in craniofacial surgery using internal devices.
In: MARCHAC D., Proceeding of the sixth congress of the International Society of Craniofacial Surgery, (St Tropez, France, 1995), p. 289, Bologne, Monduzzi, 1995.
48. CHIROFF R.T., WHITE E.W., WEBER J.N., ROY D.M.
Tissue ingrowth of replamineform implants.
J. Biomed. Mater. Res., 1975, 6, 29.
49. CHOUNG P.H., NAN I.W., KIM K.S.
Vascularized cranial bone grafts for mandible and maxillary reconstruction.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1991, 19, 235-242.
50. COHEN M., FIGUEROA A.A., HAVIV Y., SCHAFFER M.E., ADUSS H.
Iliac versus cranial bone for secondary grafting of residual alveolar clefts.
Plast. Reconstr. Surg., 1991, Mar, 87(3), 423-428.
51. COLTERJOHN N.R., BEDNAR D.A.
Procurement of bone graft from the iliac crest. An operative approach with decreased morbidity.
J. Bone. Joint. Surg. Am., 1997, May, 79(5), 756-759.
52. COMBELLES R., ZADEH J.
Temporal osteomuscular flap. Anatomical study and experimental and surgical technique.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1984? 85 (5), 351-354.
53. CONLEY J.
Use of complete flap containing bone for major repairs in the head and neck.
Plast. Reconstr. Surg., 1972, 49, 522.
54. CONRAD K., GILLMAN G.
A 6 year experience with the use of expanded polytetrafluoroethylene in rhinoplasty.
Plast. Reconstr. Surg., 1998, May, 101(6), 1675-1683.

55. CONVERSE J.M., CAMPBELL R.M.
Bone grafts in surgery of the face.
Surg. Clin. North. Am., 1954, 39, 375.

56. CONVERSE J.M.
Technique of bone grafting for contour restoration of the face.
Plast. Reconstr. Surg., 1954, 14, 332.

57. COSTANTINO P.D., FRIEDMAN C.D., JONES K., CHOW L.C., PELZER H.J.,
SISSON G.A.
Hydroxyapatite cement: 1. Basic chemistry and histologic properties.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1991, Apr, 117(4), 379-384.

58. COTTRELL D.A., WOLFORD L.M.
Long term evaluation of the use of coralline hydroxyapatite in orthognathic surgery.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1998, Aug, 56(8), 935-941.

59. COULY G.
La statique osseuse à la face : les piliers osseux ptérygo-sphéno-frontaux équivalents
biomécaniques de la mandibule.
Rev. Stomato., 1975, 76, 8, 607-619.

60. COULY G.
Anatomie descriptive du massif facial « fixe ».
Encycl. Méd. Chir., Stomatologie, 4.3.06., 22001 B-05.

61. COULY G.
Biomécanique osseuse maxillo-faciale.
Encycl. Méd. Chir., Stomatologie, Vol I, 22001-D-15, 1980.

62. COVENTRY M.B., TAPPER E.M.
Pelvic instability: A consequence of removing iliac bone for grafting.
J. Bone. Joint. Surg., 1972, 54A, 83-103.

63. CROCKORD D.A., CONVERSE J.M.
The ilium as a source of bone grafts in children.
Plast. Reconstr. Surg., 1972, 50, 270.

64. CUONO C.B., ARIYAN S.
Immediate reconstruction of a composite defect with a regional osteomusculocutaneous flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1980, 65, 477.
65. CUTTING C.B., Mc CARTHY J.G.
Comparison of residual osseous mass between vascularized and non vascularized onlay bone transfers.
Plast. Reconstr. Surg., 1983, 72, 672.
66. CUTTING C.B., Mc CARTHY J.G., BERENSTEIN A.
Blood supply of the upper craniofacial skeleton. The search for composite calvarial bone flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1984, 74(5), 603-609.
67. DAGLI A.S., AKALIN Y., BELGILI H. et al.
Correction of saddle nose deformities by coral implantation.
Eur. Arch. Otorhinlaryngol., 1997, 254(6), 274-276.
68. DAHLIN C., LINDE A., GOTTLow J., NYMAN S.
Healing of bone defects by guided tissue regeneration.
Plast. Reconstr. Surg., 1988, 81, 672.
69. DAHLIN C., SENNERBY L., LEKHOLM U., LINDHE J., NYMAN S.
Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits.
Int. J. Oral. Maxillofac. Implants., 1989, 4, 19-23.
70. DAHLIN C., ALBERIUS P., LINDE A.
Osteopromotion for cranioplasty. An experimental study in rats using a membrane technique.
J. Neurosurg., 1991, Mar, 74(3), 487-491.
71. DANDY W.E.
An operative treatment for certain cases of meningocele (or encephalocele) into the orbit.
Arch. Ophthalmol., 1929, 2, 123.
72. DAVIS P.K., JONES S.M.
The complications of Silastic implants.
Brit. J. Plast. Surg., 1971, vol 24, 405-411.

73. DELAIRE J.
L'analyse architecturale et structurale cranio-faciale. Principes théoriques, quelques exemples d'emploi en chirurgie maxillo-faciale.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1978, 19, 1-33.
74. DELEU J., TREUTA J.
Vascularisation of bone grafts in the anterior chamber of the eye.
J. Bone. Joint. Surg., 1965, 47B, 319.
75. DENNY A.D., ROSENBERG M.W.
Malar augmentation by osteotomy and advancement.
J. Craniofac. Surg., 1993, Oct, 4(4), 257-264.
76. DERAEMAECCKER R., THIENEN C.V., LEJOUR M., DOR R.
The serratus anterior scapular free flap: a new osteomuscular unit for reconstruction after radical head and neck surgery.
In: Proceeding of the second international conference on head and neck cancer, 1988.
78. DEVA A.K, MERTEN S., CHANG L.
Silicone in nasal augmentation rhinoplasty : a decade of clinical experience.
Plast. Reconstr. Surg., 1998, Sep, 102(4), 1230-1237.
79. DEVAUCHELLE B.
Faut-il dissocier ou non la reconstruction mandibulaire microchirurgicale ?
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1992, 37, n°3, 285-296.
80. DIES F., ETIENNE D, ABOUD N.B, OUHAYOUN J.P.
Bone regeneration in extraction sites after immediate placement of an e-PTFE membrane with or without a biomaterial. A report on 12 consecutive cases.
Clin. Oral. Implants. Res., 1996, 7(3), 277-285.
81. DINER P.A., KOLLAR E.M., MARTINEZ H., VASQUEZ M.P.
Intraoral distraction for mandibular lengthening: a technical innovation.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1996, 24, 92-95.
82. DINER P.A., KOLLAR E.M., VASQUEZ M.P.
La distraction mandibulaire.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1997, 42, n°5, 547-555.

83. DINH DOAN G., CHASSAGNE J.F, STRICKER M.
Critères de choix dans les procédés de reconstruction de la mandibule en cancérologie.
In : La mandibule en cancérologie, Actualités de carcinologie cervico-faciale, Masson, Paris,
1995, 260-262.
84. DOGLIOTTI P.D.V., BENNUN R.D.
Technical strategies: occipitoparietal bone flap for mandibular reconstruction.
J. Craniofac. Surg. 1995, May, vol 6(3), 249-254.
85. DOI Y., HORIGUCHI T., MORIWAKI Y.
Formation of apatite collagen complexes.
J. Biomed. Mater. Res., 1996, 31, 43-49.
86. DONOVAN M.G., DICKERSON N.C., HANSON L.J., GUSTAFSON R.B.
Maxillary and mandibular reconstruction using calvarial bone grafts and Branemark implants:
a preliminary report.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1994, 52(6), 588-594.
87. DOS SANTOS L.F.
The vascular anatomy and dissection of the free scapular flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1984, 73, 599.
88. DUPOIRIEUX L.
Etude expérimentale et clinique d'une xéno greffe d'origine bovine en chirurgie maxillo-
faciale.
Rev. Stomato. Chir. Maxillofac., 1997, 98, 128-133.
89. EBRAHEIM N.A., YANG H., LU J. et al.
Anterior iliac crest bone graft. Anatomic considerations.
Spine, 1997, Apr 15, 22(8), 847-849.
90. EDWAB M., OUSTERHOUT D.
Autogeneic skull bone grafts to reconstruct large or complex skull defects in children and
adolescents.
Neurosurgery, 1987, 20, 273-280.
91. EGGLESTON T., ZICCARDI V.B.
Crestal window technique for anterior iliac crest graft procurement.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1997, Dec, 55(12), 1491-1492.

92. ELLIS E., SINN D.P.
Use of homologous bone in maxillofacial surgery.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1993, Nov, 51(11), 1181-1193.
93. ENLOW D.H.
The handbook of facial growth.
Philadelphia: W.B. Saunders, 1982.
94. EPKER B.N., FRIEDLAENDER G., WOLFORD L.M et al.
The use of freeze-dried bone in the middle third face advancements.
Oral. Surg., 1976, 42, 278.
95. ESCALAS F.E., DEWALD R.L.
Combined traumatic arteriovenous fistula and ureteral injury. A complication of iliac bone grafting.
J. Bone. Joint. Surg, 1977, 59A, 270-271.
96. FAGARASANU.
Procédé de crânioplastie par des greffons costaux dédoublés. Procédé du « grillage postérieur ».
Livre de technique chirurgicale, 1937, Paris, 29-57.
97. FAIRLEY J., MÜHLBAUER W., ANDERL H.
Continuous midfacial distraction.
In: MARCHAC D., Proceeding of the sixth congress of the International Society of Craniofacial Surgery, (St Tropez, France, 1995), p. 287, Bologne, Monduzzi, 1995.
98. FARRIOR R.T.
Synthetics in head and neck surgery (with particular reference to silicone).
Arch. Otolaryngol., 1966, 84, 82-90.
99. FERRE JC, CHEVALIER C, BARBIN JY.
Réflexions sur la biomécanique de la base du crâne et de la face.
Rev. Stomato. Chir. Maxillo. Fac.1990, 91, 1-8.
100. FIGUEROA A., GANS B.J., PRUZANSKY S.
Long term follow-up of a mandibular costochondral graft.
Oral. Surg., 1984, 58, 257.

101. FINLEY J.M., ALLAND R.D., WOOD M.B.
Revascularized periosteal grafts: a new method to produce functional new bone with bone grafting.
Plast. Reconstr. Surg., 1978, 61, 1.
102. FLAGELL G., GRIGNON J.L.
Reconstruction nasale par autogreffe osseuse mortaisées. Technique, casuistique. A propos de soixante quinze observations.
Ann. Chir. Plast., 1982, 27, n°2, 152-160.
103. FREIHOFER H.P., KUIJPERS-JAGTMAN A.M.
Early secondary osteoplastic closure of the residual alveolar cleft in combination with orthodontic treatment.
Suppl. J. Craniomaxillofac. Surg., 1989, 17, 26.
104. FREIHOFER H.P., BORSTLAP W.A., KUIJPERS-JAGTMAN A.M. et al.
Timing and transplant materials for closure of alveolar clefts. A clinical comparison of 296 cases.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1993, 21(4), 143-148.
105. FRIEDMAN C.D., COSTANTINO P.D., JONES K.D. et al.
Hydroxyapatite cement: 2. Obliteration and reconstruction of the cat frontal sinus.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1991, Apr, 117(4), 386.
106. FRIEDMAN C.D., COSTANTINO P.D., TAKAGI S., CHOW L.C.
Bone Source® hydroxyapatite cement: a novel biomaterial for craniofacial skeletal tissue engineering and reconstruction.
J. Biomed. Mater. Res., 1998, 43(4), 428-432.
107. FRODEL J.L., MARENTETTE L.J., QUATELA V.C., WEINSTEIN G.S.
Calvarial bone graft harvest. Techniques, considerations and morbidity.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1993, Jan, 119(1), 17-23.
108. FUKUTA K., HAR-SHAI Y., COLLARES M.V., HERSCHMANN B.R., PERSIANI R.J., JACKSON I.T.
The viability of revascularized calvarial bone graft in a pig model.
Ann. Plast. Surg., 1992, 29(2), 136-142.

109. FURNAS D.W.
Temporal osteocutaneous island flaps for complete reconstruction of cleft palate defects.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1986, 152, 438-441.
110. GIBSON T., DAVIS P.
The distorsion of autogenous cartilage grafts : its cause and prevention.
Br. J. Plast. Surg., 1958, vol 10(4), 257-274.
111. GILBERT A.
Surgical technique : vascularized transfer of the fibula shaft.
Int. J. Microsurg., 1979, 1, 100-102.
112. GILLIES H.D.
Plastic surgery of the face.
London, Oxford University Press, 1920.
113. GODIN M.S., WALDMAN S.R., JOHNSON C.M.
The use of expanded polytetrafluoroethylene in rhinoplasty. A six years experience.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1995, 121, 1131.
114. GOLA R., CHEYNET F.
Bases du traitement des fractures de la mandibule.
Encycl. Méd. Chir., Stomatologie, Vol I, 22-070-A-20, 1994.
115. GOSAIN A.K., SONG L., CAPEL C.C. et al.
Biomechanical and histologic alteration of facial recipient bone after reconstruction with autogenous bone grafts and alloplastic implant: a one year study.
Plast. Reconstr. Surg., 1998, May, 101(6), 1561-1571.
116. GRANICK M.S., RAMASASTRY S.S., NEWTON E.D., SALOMON M.P. et al.
Reconstruction of complex maxillectomy defects with the scapular free flap.
Head. Neck., 1990, 12, 377-385.
117. GRAY J.C., ELVES M.W.
Early osteogenesis in compact bone isografts: a quantitative study of contributions of the different graft cells.
Calcif. Tissue. Int., 1979, 29(3), 225-237.

118. GRILLON G.L., GUNTHER S.F., CONNOLE P.W.
A new technique for obtaining iliac bone grafts.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1984, Mar, 42(3), 172-176.
119. GUEDON C., VERNEJOUL M.C, GEHANNO P., BARON R., SOUSSALINE M.
Aspects biologiques des greffes osseuses et des transferts osseux vascularisés.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1984, 29, n°4, 322-328.
120. GUERRERO C.A.
Intraoral mandibular distraction osteogenesis.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1992, 115, 199.
121. GUILLEMIN G., FOURNIE J., PATAT J.C., CHETAÏL M.
Contribution à l'étude du devenir d'un fragment de squelette de corail madréporaire implanté dans la diaphyse des os longs chez le chien.
C.R.Accad.Sci. (Paris), 1981, 293, 371-376.
122. GUILLEMIN G., PATAT J.L., FOURNIE J., CHETAÏL M.
The use of coral as a bone graft substitute.
J. Biomed. Mater. Res., 1987, May, 21(5), 557-567.
123. GUILLEMIN G., MEUNIER A., DALLANT P., CHRISTEL P., POULIQUEN J.C., SEDEL L.
Comparison of coral resorption and bone apposition with two natural corals of different porosities.
J. Biomed. Mater. Res., 1989, Jul, 23(7), 765-779.
124. GUYURON B., LASA C.I.
Unpredictable growth pattern of costochondral graft.
Plast. Reconstr. Surg., 1992, Nov, 90,(5), 880-889.
125. HAMMACK B.L., ENNEKING W.F.
Comparative vascularization of autogenous and homogenous bone transplants.
J. Bone. Joint. Surg., 42A, 811, 1960.
126. HARASHINA T., NAKAJIMA H., IMAI T.
Reconstruction of mandibular defects with vascularized free rib grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 1978, 62, 514.

127. HARDESTY R.A., MARSH J.L.
Craniofacial onlay bone grafting: a prospective evaluation of graft morphology, orientation, and embryonic origin.
Plast. Reconstr. Surg., 1990, Jan, 85(1), 5-14.
128. HARVOLD E.P., VARGERVICK K., CHIERICI G.
Treatment of hemifacial microsomia.
New York, Alan R.Liss, 1993.
129. HERMAN D.
Traitement chirurgical des ensellures nasales. A propos de 27 observations.
Thèse, n°178, 1990, Faculté de Médecine de Strasbourg.
130. HERNIGOU P., MARINELLO G., DORMONT D.
Influence of irradiation on the risk of HIV virus transmission by bone allograft.
Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot., 1998, Oct, 84(6), 493-500.
131. HIDALGO D.A.
Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction.
Plast. Reconstr. Surg., 1989, 84, 71-79.
132. HOFER O., MEHNERT H.
Eine neue methode zur rekonstruktion des alveolarhammes.
Dtsch. Zahn. Mund. Kieferheilhd., 1964, 41, 353.
133. HOLMES R.E.
Bone regeneration within a coralline hydroxyapatite implant.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 63, 626.
134. HOLMES R.E., MOONEY V., BUCHOLZ R., TENCER A.
A coralline hydroxyapatite bone graft substitute.
Clin. Orthop., 1984, 188, 252.
135. HOPPENREIJS T.J., NIJDAM E.S., FREIHOFER H.P.
The chin as a donor site in early secondary osteoplasty: a retrospective clinical and radiological evaluation.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1992, Apr, 20(3), 119-124.

136. HOROWITZ J.H., PERSING J.A., NICHTEK L.S., MORGAN R.F.
Galeal pericranial flaps in head and neck reconstruction.
Am. J. Surg., 1984, 148, 489-497.
137. HOUSSIN D., WEILL B.
Situation et perspectives des xénogreffes.
Presse Méd., 1993, 22, 241-243.
138. HUNTER D., BACKER S., SOBOL S.
Split calvarial grafts in maxillofacial reconstruction.
Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1990, 102, 345-350.
139. ILANKOVAN V., JACKSON I.T.
Experience in the use of calvarial bone grafts in orbital reconstruction.
Br. J. Oral. Maxillofac. Surg., 1992, 30, 92.
140. ILIZAROV G.A.
Basic principles of transosseous compression and distraction ostéosynthésés.
Ortop. Traumatol. Protez., 1971, 32(11), 7.
141. ILIZAROV G.A.
The principles of the ILIZAROV method.
Bull. Hosp. Joint. Dis. Orthop. Inst., 1988, 48, 1-11.
142. IVY E.J., LORENC Z.P., ASTON S
Malar augmentation with silicone implants.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, Jul, 96(1), 63-68.
143. JACKSON I.T., PELLETT C., SMITH J.M.
The skull as a bone graft donor site.
Ann. Plast. Surg., 1983, Dec, 11(6), 527-532.
144. JACKSON I.T., SMITH J.M., MIXTER R.C.
Nasal bone grafting using split skull grafts.
Ann. Plast. Surg., 1983, 11, 533.
145. JACKSON I.T., ADHAM M., BITE U., MARX R.
Update on cranial bone grafts in craniofacial surgery.
Ann. Plast. Surg., 1987, 18, 37.

146. JAMES R., HUPP D.M., SAMUEL J. et al.
Use of porous hydroxyapatite blocks for augmentation of atrophic mandibles.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1988, 46, 538-545.
147. JAMES W., FERRARO M.D.
Experimental evaluation of ceramic calcium phosphate as a substitute for bone grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, vol.63, n°5, 634-640.
148. JENSEN J., SINDET-PEDERSEN S.
Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of severely atrophied maxilla.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1991, 49, 1277.
149. JEWER D.D., BOYD J.B., MANKTELOW R.T. et al.
Orofacial and mandibular reconstruction with the iliac free flap, a review of 60 cases and a new method of classification.
Plast. Reconstr. Surg., 1988, 82, 937-950.
150. JOHNSON P.E., RAFTOPOULOS I.
In situ splitting of a rib graft for reconstruction of the orbital floor.
Plast. Reconstr. Surg., 1999, May, 103(6), 1709-1711.
151. JOURDE J., VANNEVILLE G.
Etude des forces du maxillaire inférieur par la méthode des lignes de fissuration colorée.
Rev. Stomato. Chir. Maxillo.Fac., 1971.
152. JURI J., JURI C., ELIAS J.C.
Ear cartilage graft to the nose.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 63(3), 377-381.
153. KABAN L.B., GLOWACKI J.
Induced osteogenesis in the repair of experimental mandibular defects in rats.
J. Dent. Res., 1981, 60, 1356-1364.
154. KABAN L.B., MULLIKEN J.B., GLOWACKI J.
Treatment of jaws defects with demineralised bone implants.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1982, 40, 623.

156. KABAN L.B., MOSES M.H., MULLIKEN J.B.
Surgical correction of hemifacial microsomia in the growing child.
Plast. Reconstr. Surg., 1988, 14, 143.
157. KAPLAN I.V., GILBERT D.A., TERZIS J.K.
The vascularized fascia of the scalp.
J. Reconstr. Microsurg., 1989, 5, 7-15.
158. KALK W.W., RAGHOEBAR G.M., JAMSMA J., BOERING G.
Morbidity from iliac crest bone harvesting.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1996, Dec, 54(12), 1424-1430.
159. KATHAGEN B.D., MITTELMEYER H.
Experimental animal investigation of bone regeneration with collagen apatite.
Arch. Orthop. Traum.Surg., 1984, 103, 291-294.
160. KELLER E.E., TRIPLETT W.W.
Iliac bone grafting : reiew of 160 consecutives cases.
Oral. Maxillofac. Surg., 1987, Jan, 45(1), 11-14.
161. KELLMAN R.M.
Safe and dependable harvesting of large outer-table calvarial bone grafts.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1994, Aug, 120(8), 856-860.
162. KENNEY E.B., LEKOVIC V., FERREIRA J.C. et al.
Bone formation within porous hydroxyapatite implants in human periodontal defects.
J. Periodontol., 1986, 57, 76.
163. KENT J.N., QUINN J.H., ZIDE M.F., GUERRA L.R., BOYNE P.J.
Alveolar ridge augmentation using non resorbable hydroxyapatite with or without autogenous cancellous bone.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1983, Oct, 41(10), 629-642.
164. KENT J.N., FINGER I.M., QUINN J.H., GUERRA L.R.
Hydroxyapatite alveolar ridge reconstruction: clinical experiences, complications and technical modifications.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1986, Jan, 44(1), 37-49.

165. KLAVE K., KNOTHE U., MASQUELET A.C.
Effet biologique des membranes à corps étranger induites in situ, sur la consolidation des greffes d'os spongieux.
Rev. Chir. Orthop. Suppl., SOFCOT, 70° Réunion annuelle, 109-1101.
166. KLINE R.M., WOLFE S.A.
Complications associated with the harvesting of cranial bone grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, Jan, 95(1), 5-20.
167. KNIZE D.M.
The influence of periosteum and calcitonin on onlay bone grafts survival. A roentgenographic study.
Plast. Reconstr. Surg., 53, 190, 1974.
168. KOENIG W.J., DONOVAN J.M., PENSLER J.M.
Cranial bone grafting in children.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, Jan, 95(1), 1-4.
169. KONIG F.
Der knocherne ersatz grosser schadeldefekte.
Zentrabl. Chir., 1890, 17, 497.
170. KOOLE R.H., BOSHER, NOORMAN VAN DER DUSSEN F.
Secondary autogenous bone grafting in clefts patients comparing mandibular (ectomesenchymal) and crista iliaca (mesenchymal) grafts.
Suppl. J. Craniomaxillofac. Surg., 1989, 17, 28.
171. KORTEBEIN M.J., NELSON C.C., SADOVE A.M.
Retrospective analysis of 135 secondary alveolar clefts grafts using iliac or calvarial bone.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1991, May, 49(5), 493-498.
172. KURTZ L.T., GARFIN S.R., BOOTH R.E.
Harvesting autogenous iliac bone grafts. A review of complications and techniques.
Spine, 1989, 14, 1324-1331.
173. KUSIAK J., ZINS J.E., RING E., WHITAKER L.A.
The early revascularization of membranous bone grafts.
Surg. Forum., 1981, 32, 567.

174. KUSIAK J.F., ZINS J.E., WHITAKER L.A.
The early revascularisation of membranous bone.
Plast. Reconstr. Surg., 1985, Oct, 76(4), 510-516.
175. LABBE D., BADIE MODIRI ., KALVINSKI E., COMPERE J.F.
Reconstruction mandibulaire par distraction osseuse progressive chez les traumatisés par arme de chasse. A propos de cinq cas.
Ann. Chir. Plast. Reconstr. Esthét., 1998, 43, n°2, 141-148.
176. LAGROT F., COSTAGLIOLA L., MICHEAU P.
L'utilité et la valeur du greffon costal osseux.
Ann. Chir., 1966, vol.20, n°25-26, 1453-1465.
177. LAPIERRE F., MASQUELET A.C., AESCH B., ROMANA C., GOGA D.
Crânioplasties par lambeau libre ostéo-périosté fémoral.
Chirurgie, 1991, 117, 293-297.
178. LAROSSA D., BUSHMAN S., ROTHKOPF D.M., MAYRO R., RANDALL P.
A comparison of iliac and cranial bone in secondary grafting of alveolar clefts.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, Sep, 96(4), 789-799.
179. LASH H., ZIMMERMAN D.C., LOEFLER R.A.
Silicone implantation inlay method.
Plast. Reconstr. Surg., 1964, 34, 75-80.
180. LASKIN J.L., EDWARDS D.M.
Immediate reconstruction of an orbital complex fracture with autogenous mandibular bone.
J. Oral. Surg., 1977, 35, 749.
181. LA TRENTA G.S., Mc CARTHY J.G., CUTTING C.B.
The growth of vascularized bone transfers.
Ann. Plast. Surg., 1987, 18, 511.
182. LA TRENTA G.S., Mc CARTHY J.G., BREITBART A.S. et al.
The role of rigid skeletal fixation in bone graft augmentation of the craniofacial skeleton.
Plast. Reconstr. Surg., 1989, Oct, 84(4), 578-588.

183. LAURIE S.W., KABAN L.B., MULLIKEN J.B., MURRAY J.E.
Donor site morbidity after harvesting rib and iliac bone.
Plast. Reconstr. Surg., 1984, 73, 933.
184. LAURITZEN C., MUNRO I.R., ROSS R.B.
Classification and treatment of hemifacial microsomia.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1985, 19, 33.
185. LAXENAIRE A., LEVY J., BLANCHARD P. et al.
Reconstruction du plancher orbitaire par implant de Silastic: revue de 20 ans d'utilisation.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1996, Dec, 41(6), 631-638.
186. LEVET Y., JOST G.
L'utilisation de squelettes de coraux madréporaires en chirurgie réparatrice.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1983, 28, n°2, 180-181.
187. LEVET Y., JOST G.
Utilisation du polytétrafluoroéthylène dans les suspensions de paralysies anciennes en tissu de comblement.
Ann. Otolaryngol., 1987, 104, 65-69.
188. LEVET Y., GUERO S., GUILLEMIN G., JOST G.
Utilisation du corail en remplacement des greffes osseuses en chirurgie faciale. Quatre ans de recul.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1988, 33 n°3, 279-282.
189. LI K.K., SCHWARTZ H.C.
Mandibular body bone in facial plastic and reconstructive surgery.
Laryngoscope, 1996, Apr, 106(4), 504-506.
190. LIOUBAVINA N., KOSTOPOULOS L., WENZEL A., KARRING T.
Long term stability of jaw bone tuberosities formed by "guided tissue regeneration".
Clin. Oral. Implants. Res., 1999, Dec, 10(6), 477-486.
191. LIPSHUTZ H., ARDIZONE R.A.
The use of silicone rubber in the immediate reconstruction of fractures of the floor of the orbit.
J. Traum., 1963, 3, 563.

192. LO A.K., COLCLEUGH R.G., ANDERSON C.
Pericranial and the temporalis myoosseus flap in the rabbit model.
Plast. Reconstr. Surg., 1992, Jul, 90(1), 23-27.
193. LONGACRE J.J., DE STEFANO G.A.
Further observations of the behavior of autogenous split rib grafts in reconstruction of extensive defects of cranium and face.
Plast. Reconstr. Surg., 1957, 20, 281.
194. LONGACRE J.J., DE STEFANO G.A.
Reconstruction of extensive defects of the skull with split rib grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 1957, 19, 186.
195. LONGAGRE J.J., DE STEFANO G.A., HOLMSTRAND K.E.
The behaviour of split rib grafts in a 10 years survey of reconstruction of extensive defects of the cranium and facial skeleton.
Transactions of 3 rd international congress of plastic and reconstructive surgery.
Washington, 1963, p.631, Excerpta Medica Foundation.
196. LOZANO A.J., CESTERO H.J., SALYER K.E.
The early vascularization of onlay bone grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 58, 302, 1976.
197. LUNDGREN D., NYMAN S., MATHISEN T. et al.
Guided bone regeneration of cranial defects, using biodegradable barriers: an experimental pilot study in the rabbit.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1992, 20(6), 257-260.
198. LYKINS C.L., FRIEDMAN C.D., COSTANTINO P.D., et al;
Hydroxyapatite cement in craniofacial skeletal reconstruction and its effects on the developing craniofacial skeleton.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1998, Feb, 124(2), 153-159.
199. Mc CARTHY J.G., ZIDE B.M.
The spectrum of calvarium bone grafting: introduction of the vascularized calvarial bone flaps.
Plast. Reconstr. Surg., 1984, Jul, 74(1), 10-18.

200. Mc CARTHY J.G., CUTTING C.B., SHAW W.W.
Vascularized calvarial flaps.
Clin. Plast. Surg., 1987, Jan, 14(1), 37-47.
201. Mc CARTHY J.G., SCHREIBER J., KARP N et al.
Lengthening the human mandible by gradual distraction.
Plast. Reconstr. Surg., 1992, 89, 1.
202. Mc CARTHY J.G.
The role of distraction osteogenesis in the reconstruction of the mandible in unilateral craniofacial microsomia.
Clin. Plast. Surg., 1994, 21, 625-631.
203. Mc CARTHY J.G., STAFFENBERG D.A., WOOD R.J., CUTTING C.B , GRAISON B.H., THORNE C.H.
Introduction of an intraoral lengthening device.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, 96, 978-981.
204. Mc CRAW J.B., FURLOW L.T.
The dorsalis pedis arterialised flap: a clinical study.
Plast. Reconstr. Surg., 1975, 55, 177.
205. MACEWEN W.
The growth of bone.
Glasgow, Maclehen and son, 1912.
206. MAGALHAES R.P., FERAZ A.R., BRANDAO L.G., MAGALHAES M.G.
Osteogaleal pedicle flap of the occipital region for head and neck reconstruction: anatomic study.
J. Otolaryngol., 1998, Aug, 27(4), 195-199.
207. MANCHESTER N.N.
Immediate reconstruction of the mandible and temporo-mandibular joint.
Br. J. Plast. Surg., 1965, 18, 291-297.
208. MARCHAC D., ARNAUD E.
La distraction du maxillaire supérieur.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1997, 42, n°5, 557-563.

209. MARBLE H.B.
Homografts of freeze-dried bone in cystic defects of the jaws.
Oral. Surg., 1968, 26, 118.
210. MARTIN D., MONDIE J.M., DE BISCOP J., SCHOTT H., PERI G.
Le lambeau ostéocutané brachial externe. Un nouveau concept dans les reconstructions mandibulaires microchirurgicales.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1988, 5, 281.
211. MARTIN D., BITONTI GRILLO C., DE BISCOP J.
Mandibular reconstruction using a free vascularized osteocutaneous flap from the internal condyle of the femur.
Br. J. Plast. Surg., 1991, 44, 397.
212. MARTIN D., PISTRE V., PINSOLLE V., PELISSIER P., BAUDET J.
La crête iliaque. Le point sur un site donneur de lambeaux libres exceptionnel, 20 ans après sa description initiale.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 201-218.
213. MARTIN D., PISTRE V., PINSOLLE V., PELISSIER P., BAUDET J.
La scapula : un site donneur privilégié de lambeaux libres ou pédiculés.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 272-283.
214. MARTIN D., PISTER V., PINSOLLE V., PELISSIER P., BAUDET J.
Technique et place des sites donneurs d'os vascularisés de deuxième intention dans l'arsenal thérapeutique du chirurgien plasticien.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 284-308.
215. MARUYAMA Y., URITA Y., OHNISHI K.
Rib latissimus dorsi osteomyocutaneous flap in reconstruction of a mandibular defect.
Br. J. Plast. Surg., 1985, 38, 234.
216. MARX R.E., KLINE S.N., JOHNSON R.P. et al.
The use of freeze-dried allogeneic bone in oral and maxillofacial surgery.
J. Oral. Surg., 1981, 39, 264.
217. MARX R.E., AMES J.R.
The use of hyperbaric oxygen therapy in bony reconstruction of the irradiated and tissue deficient patient.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1982, 40, 412.

218. MASQUELET A.C., ROMANA M.C., PENTEADO C.V., CARLIOZ H.
Les greffes périostées vascularisées. Description anatomique, étude expérimentale, rapport préliminaire de l'expérience clinique.
SOFOT, 62^e Réunion annuelle, p ; 240-243.
219. MASQUELET A.C., FITOUSSI F., BEGUET T., MULLER G.P.
Reconstruction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 346-353.
220. MEDGYESI S.
Observations on pedicle bone grafts in goats.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1973, 7, 1-10.
221. MERCIER J., PIOT B., GUEGUEN P., CANTALOUBE D., BLANC J.L., BOUTAULT F., CARIOU J.L., DEVAUCHELLE B., PELLERIN P., PERI G., RICBOURG B., STRICKER M., WILK A.
Le plancher orbitaire en corail. Son intérêt en traumatologie. Résultats d'une étude multicentrique portant sur 83 cas.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1996, Dec, 97(6), 324-331.
222. MEYER R.A.
Mandibular symphysis as donor site in bone grafting for surgical correction of open bite: report of case.
J. Oral. Surg., 1972, 30, 125.
223. MIALHE C.
Le transplant iliaque postérieur en chirurgie microvasculaire des défauts osseux septiques.
Nancy, Thèse Médecine, 1981.
224. MILLARD D.R., DEANE M., GARST W.P.
Bending an iliac bone graft for anterior mandibular arch repair.
Plast. Reconstr. Surg., 1969, 44, 600-605.
225. MILLER T.A., ISHIDA K., KOBAYASHI M., WOLLMAN J.S., HOLMES R.E.
The induction of bone by an osteogenic protein and the conduction of bone by porous hydroxyapatite: a laboratory study in the rabbit.
Plast. Reconstr. Surg., 1992, 89, 731-739.

226. MILWARD T.M.
The fate of Silastic and vitrathene nasal implants.
Brit. J. Plast. Surg., 1972, vol 25, 276-278.
227. MINTZ S.M., ETTINGER A., SCHMAHEL T., GLEASON M.J.
Controlateral coronoid process bone grafts for orbital floor reconstruction: an anatomic and clinical study.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1998, Oct; 56(10), 1140-1145.
228. MOLE B.
Intérêt des implants prothétiques souples dans la chirurgie de rajeunissement facial.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1989, 34, n°3, 227-233.
229. MOLINA F., ORTIZ-MONASTERIO F.
Mandibular elongation and remodelling by distraction: a farewell to major osteotomies.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, 96, 825-840.
230. MOMMAERTS M.Y., ABELOOS J.V.S., DE CLERQ C.A.S., NEYT L.F.
The « sandwich » zygomatic osteotomy : technique, indications and clinical results.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1995, 23, 12-19.
231. MORRISON A.D., SANDERSON R.C., MOOS K.F.
The use of Silastic as an orbital implant for reconstruction of orbital wall defects: review of 311 cases treated over 20 years.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1995, Apr, 53(4), 412-417.
232. MOWLEM R.
Use and behaviour of iliac bone grafts in restoration of nasal contour.
Br. J. Plast. Surg., 1941, 29, 182.
233. MULLER W.
Zur frage der temporen schadel resektion und stelle der trepanation.
Zentrabl. Chir., 1890, 17, 65.
234. MULLIKEN J.B., GLOWACKI J., KABAN L.B., FOLKMAN J., MURRAY J.E.
Use of demineralized allogeneic bone implants for the correction of maxillocraniofacial deformities.
Ann. Surg., 1981, 194, 366-372.

235. MUNOZ F.I., JUNCOSA A.M., CARRILLO F.O.
Vascularized parietal bone flaps: a new dimension in mandibular reconstruction.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1990, 18, 158-163.
236. MUSTER D., VOUILLOT J.L., DUBRUILLE J.H.
Biomatériaux, biomatériels et bio-ingénièrerie en chirurgie orale et maxillofaciale (II).
Encycl. Méd. Chir (Elsevier Paris), Stomatologie/ Odontologie, 22-014-F15, 1999, 23p.
237. NAKAYAMA B., MATSUURA H., HASEGAWA Y. et al.
New reconstruction for total maxillectomy defect with a fibula osteocutaneous free flap.
Br. J. Plast. Surg., 1994, 47, 247.
238. NASTRI A.L., SMIYH A.C.
Guided osteogenesis using synthetic membranes: an experimental pilot study.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1996, 24(3), 163-167.
239. NEEL H.B.
Implants of Gore-Tex.
Arch. Otolaryngol, 1983, 109, 427-433.
240. NIQUE T., FONSECAA R.J., UPTON L.G. et al.
Particulate allogeneic bone grafts into maxillary alveolar clefts in humans. A preliminary report.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1987, 45, 386.
241. OHMARI K., SEKIGUCHI J., OHMARI S.
Total rhinoplasty with a free osteocutaneous flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 63, 387.
242. OLLIER L.
Traité expérimental et clinique de la régénération des os et la production artificielle du tissu osseux.
Paris, Masson, 1867.
243. OMBREDANNE L.
Maladies des mâchoires.
Paris : Baillièrè, 1909.

244. ONO I., GUNJI H., SUDA K.
Bone induction of hydroxyapatite combined with bone morphogenetic protein and covered with periosteum.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, 95, 1265-1272.
245. ORTIZ-MONASTERIO F., OLMEDO A., OSCOY L.O.
The use of cartilage grafts in primary aesthetic rhinoplasty.
Plast. Reconstr. Surg., 1981, 67(5), 597-605.
246. ORTIZ-MONASTERIO F., MOLINA F., ANDRADE L., YUDOVICH M.
Simultaneous mandibular and maxillary distraction.
In: MARCHAC D., Proceeding of the sixth congress of the International Society of Craniofacial Surgery, (St Tropez, France, 1995), p. 279, Bologne, Monduzzi, 1995.
247. OWEN M.
Cell population kinetics of an osteogenic tissue.
J. Cell. Biol., 19, 19, 1963.
248. OWSLEY T.G., TAYLOR C.O.
The use of Gore-Tex for nasal augmentation: a retrospective analysis of 106 patients.
Plast. Reconstr. Surg., 1994, 94, 241.
249. OZAKI W., BUCHMAN S.R.
Volume maintenance of onlay bone grafts in the craniofacial skeleon: microarchitecture versus embryologic origin.
Plast. Reconstr. Surg., 1998, Aug, 102(2), 291-299.
250. OZAKI W., BUCHMAN S.R., GOLDSTEIN S.A., FYCHRIE D.P.
A comparative analysis of the microarchitecture of cortical membranous and cortical endochondral onlay bone grafts in the craniofacial skeleton.
Plast. Reconstr. Surg., 1999, Jul, 104(1), 139-147.
251. PANJE W., CUTTING C.
Trapezius osteomyocutaneous island flap for reconstruction of the anterior floor of mouth and the mandible.
Head. Neck. Surg., 1980, 3,66.
252. PARSA F.D.
Nasal augmentation with split calvarial grafts in orientals.
Plast. Reconstr. Surg., 1991, Feb, 87(2), 245-253.

253. PATAT J.L., GUILLEMIN G.

Le corail naturel utilisé comme biomatériau de substitution à la greffe osseuse.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1989, 34, n°3, 221-225.

254. PATEL A., HONNART F., GUILLEMIN G., PATAT J.L.

Utilisation de fragments de squelette de coraux madréporaires en chirurgie orthopédique et réparatrice. Expérimentation animale, applications cliniques et humaines.
Chirurgie, 1980, 106, 199-205.

255. PAUWELS F.

Biomechanics of bone grafts.
Act. Orthop. Belg., 1971,37(6), 701-725.

256. PAYEMENT G., CARIOU J.L., CANTALOUBE D., BELLAVOIR A.

Pertes de substance des maxillaires ;
Encycl. Méd. Chir., (Paris-France), Stomatologie / Odontologie I, 22-087-E-10, 1995, 20p.

257. PAYEMENT G., THERIN M., DANSARD C., DELAY E.

Etude de la capacité ostéogénique d'un lambeau périosté vascularisé et tubulisé autour d'un implant madréporaire.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1996, 41, n°6, 651-659.

258. PECH A., JAUSSEMERAN M.

Une enquête sur les implants dans le traitement des ensellures nasales.
Ann. Chir. Plast., 1970, vol 15(1), 38-43.

259. PECH A., CANNONI M., JAUSSEMERAN M., GITENET P.

Difficultés et échecs de la correction chirurgicale des nez ensellés et effondrés.
Ann. Oto-Laryng., 1976, vol 93, 609-621.

260. PENSLER J., Mc CARTHY J.

The calvarial donor site: an anatomic study in cadavers.
Plast. Reconstr. Surg., 1985, 75, 648-651.

261. PERI G., BLANC J.L., MONDIE J.M., CHEYNET F., LEPOUTRE F.

Rapport du XXXI^e Congrès de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale. La reconstruction des pertes de substance interruptrices de la mandibule.
Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac., 1989, 90, 3.

262. PERROTT D.H., SMITH R.A., KABAN L.B.
The use of fresh frozen allogenic bone for maxillary and mandibular reconstruction.
Int. J. Oral. Maxillofac. Surg., 1992, 21, 260.
263. PERROTT D.H., UMEDA H., KABAN L.B.
Costochondral graft reconstruction of the ramus / condyle unit: long term follow-up.
Int. J. Oral. Maxillofac. Surg., 1994, Dec, 23(6Pt1), 321-328.
264. PESSEY J.J., SERRANO E.
Le Gore-Tex dans les rhinoplasties.
Ann. Chir. Plast., 1988, vol 33(3), 288-294.
265. PHEMISTER D.B.
The fate of transplanted bone and regenerative power of its various constituents.
Surg. Gynecol. Obstet., 1914, 19, 303-333.
266. PHILLIPS J.H., RAHN B.A.
Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone graft resorption.
Plast. Reconstr. Surg., 1988, Nov, 82(5), 872-877.
267. PHILLIPS J.H., RAHN B.A.
Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone graft revascularization and bone resorption.
Plast. Reconstr. Surg., 1990, Jun, 85(6), 891-897.
268. PIETRI C., BOUTTIER C., RIVET P., DEMALDENT J.E.
Utilisation des greffons de crête olécranienne dans la rhinoplastie.
Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac., 1990, 107(7), 482-484.
269. PIETTE E., ALBERIUS P., SAMMAN N., LINDE A.
Experience with e-PTFE membrane application to bone grafting of cleft maxilla.
Int. J. Oral. Maxillofac. Surg., 1995, 24(5), 327-332.
270. POCHON J.P., KLOTI J.
Cranioplasty for acquired skull defects in children: a comparison between autologous material and methylmethacrylate, 1974-1990.
Eur. J. Pediatr. Surg., 1991, Aug, 1(4), 199-201.

271. POLLICK S., SHORS E.C., HOLMES R.E., KRAUT R.A.
Bone formation and implant degradation of coralline porous ceramics placed on bone and ectopic sites.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1995, Aug, 53(8), 915-922.
272. POSNICK J.C., SEAGLE M.B., ARMSTRONG D.
Nasal reconstruction with full-thickness cranial bone grafts and rigid internal skeletal fixation through a coronal incision.
Plast. Reconstr. Surg., 1990, 86, 894.
273. POWEL N.B., RILEY R.W.
Cranial bone grafting in facial aesthetic and reconstructive contouring.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1987, Jul, 113(7), 713-719.
274. PRECIOUS D.S., SMITH W.P.
The use of mandibular symphyseal bone in maxillofacial surgery.
Br. J. Oral. Maxillofac. Surg., 1992, 30, 148.
275. PSILLAKIS J.M., GROTTING J.C., CASANOVA R., CALVACANTE D., VASCONEZ L.O.
Vascularized outer table calvarial bone flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1986, 78(3), 309-319.
276. PUCKETT C.L., HURVITZ J.S., METZLER M.H., SILVER D.
Bone formation by revascularized periosteal and bone grafts, compared with traditional bone grafts.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 64, 361-365.
277. RACHMIEL A., POTJARIC Z., JACKSON I.T. et al.
Lengthening the human mandible by gradual distraction.
Plast. Reconstr. Surg., 1992, 89, 1-8.
278. RALPH E., HOLMES M.D., HERBERD K., HAGLER P.D.
Porous hydroxyapatite as a bone graft substitute in cranial reconstruction: a histometric study.
Plast. Reconstr. Surg., 1988, 662-671.
279. RAULO Y., BARUCH J.
Use of the calvarium for bone grafting in cranio-maxillo-facial surgery.
Chirurgie, 1990, 116(4-5), 359-362.

280. REGNAULT P.
Nasal augmentation in the problem nose.
Aesth. Plast. Surg., 1987, 11, 1-5.
281. REYCHLER H.
Reconstruction du plancher orbitaire après maxillectomie par lambeau de fascia temporalis.
Acta. Stomatol. Belg., 1986, 86(3), 175-179.
282. REYCHLER H., IRIARTE-ORTABE J.
Indications différentielles de la reconstruction mandibulaire en carcinologie maxillo-faciale.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1992, 37, n°3, 309-320.
283. REYNOLDS A.F., TURNER P.T., LOESER J.D.
Fracture of the anterior superior iliac spine following anterior cervical fusion using iliac crest.
J. Neurosurg., 1978, 48, 809-810.
284. RICHARDS M.A., POOLE M.D., GODFREY A.M.
The serratus anterior rib composite flap in mandibular reconstruction using the latissimus myoosteocutaneous free flap.
Am. J. Surg., 1982, 144, 470.
285. RICHTER M., LAURENT F., CHAUSSE J.M.
Homologous cancellous bone grafts for large jaw defects caused by bone cysts.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1986, 44, 447.
286. RIPAMONTI U., MA S.S., CUNNINGHAM N.S. et al.
Reconstruction of bone –bone marrow organ by osteogenin, a bone morphogenetic protein, and demineralised matrix in calvarial defects of adult primates.
Plast. Reconstr. Surg., 1993, 91(1), 27-31.
287. RITSILÄ V., ALHOPURO S., RINTALA A.
Bone formation with free periosteum.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1972, 6, 51.
288. RITSILÄ V., ALHOPUROS S., RANTA R., RINTALA A.
Use of free periosteal grafts in repair of primary palate.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1972, 6, 57.

289. ROBIN J.L.
Transplantation d'os mastoïdien.
Ann. Chir. Plast., 1958, Mars, 55-59.
290. ROCHE Y.A., SCHWARTZ H.C.
The mandibular body bone graft: an alternative source of membranous bone.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1993, Jul, 21(5), 199-201.
291. RODALLEC A., DUFIER J.L., ERNST C., HAYE C.
Anophtalmie congénitale. Contrôle de l'ostéogenèse expansive intraorbitaire.
J. Fr. Ophtalmol., 1988, 11, 10, 661-668.
292. RODIER-BRUANT C., WILK A., HERMAN D. et al.
Use of a new malleable implant as a bone substitute in maxillofacial surgery.
Adv. Ther., 1993, 10, 142-150.
293. ROMANA M.C., MASQUELET A.C.
Vascularized periosteum associated with cancellous bone grafts: an experimental study.
Plast. Reconstr. Surg., 1980, 85, 587-593.
294. ROSEN H.M.
Porous block hydroxyapatite as an interpositionnal bone grafts substitute in orthognathic surgery.
Plast. Reconstr. Surg., 1989, Jun, 83(6), 985-990.
295. ROSEN H.M., Mc FARLAND M.M.
The biologic behaviour of hydroxyapatite implanted into the maxillofacial skeleton.
Plast. Reconstr. Surg., 1990, May, 85(5), 718-723.
296. ROTHSTEIN S.S., PARIS D.A., ZACEK M.P.
Use of hydroxyapatite for the augmentation of deficient alveolar ridges.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1984, Apr., 42(4), 224-230.
297. ROTHSTEIN S.G., JACOBS J.B.
The use of Gore-Tex ® implants in nasal augmentation operations.
Eur. Nose. Throat. J., 1989, 40-45.
298. ROUGE D., GOSSET D., JARDE O. et al.
Etat actuel des connaissances médicales sur le silicone. Plaidoyer pour une réglementation.
J. Méd. Leg., 1993, 99, 228-236.

299. ROUX F.X., LOTY B., BRASNU D., GUILLEMIN G.
Reconstruction de l'étage antérieur de la base du crâne à l'aide de greffons de corail.
Neurochirurgie, 1988, 34(2), 110-112.
300. ROUX F.X., BRASNU D., MENARD M., DEVAUX B., NOHRA G., LOTY B.
Madreporic coral for cranial base reconstruction. 8 years experience.
Acta. Neurochir. (Wien), 1995, 133(3-4), 201-205.
301. ROY D.M., LINNEHAN S.K.
Hydroxyapatite formed from coral skeletal carbonate by hydrothermal exchange.
Nature (Lond.), 1974, 247, 220.
302. SADOVE R.C., POWELL L.A.
Simultaneous maxillary and mandibular reconstruction with one free osteocutaneous flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1993, 92, 141-145.
303. SAFIAN J.
Progress in nasal and chin augmentation.
Plast. Reconstr. Surg., 1966, vol. 37(5), 446-452.
304. SAILER H.F., KOLB E.
Application of purified bone morphogenetic protein (BMP) in craniomaxillofacial surgery.
BMP in compromised surgical reconstructions using titanium implants.
J. Craniomaxillofac. Surg., 1994 Feb, 22(1), 2-11.
305. SALYER K., CESTERO H.
Bone and its transplantation.
In: KRIZEK T., HOOPES J., *Symposium on basic science in plastic surgery*, vol 15, St Louis, Mosby, 1976.
306. SALYER K.E., HALL C.D.
Porous hydroxyapatite as an onlay bone graft substitute for maxillofacial surgery.
Plast. Reconstr. Surg., 1989, Aug, 84(2), 236-244.
307. SALYER K.E.
Malar augmentation using lamellar split osteotomy.
J. Craniofac. Surg., 1994, May, 5(2), 116-123.

308. SCHWOB T., PILLER P.
Le lambeau temporal fascio-osseux.
In : Les lambeaux du pédicule temporal superficiel.
Paris , Masson, p.83.
309. SERAFIN D., VILLARREAL RIOS A., GEORGIADIS N.G.
A rib containing free flap to reconstruct mandibular defects.
Br. J. Plast. Surg., 1977, 30, 263.
310. SIEMSEN S.S., KIRKBY B., O'CONNOR T.P.F.
Immediate reconstruction of a resected segment of the lower jaw using a compound flap of clavicle and sternomastoid muscle.
Plast. Reconstr. Surg., 1978, 61(5), 724-735.
311. SHEHADI S.I.
Skull reconstruction with bone dust.
Br. J. Surg., 1970, 23, 227.
312. SHINDO M.L., COSTANTINO P.D., FRIEDMAN C.D., CHOW L.C.
Facial skeletal augmentation using hydroxyapatite cement.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1993, Feb, 119(2), 185-190.
313. SINDET-PEDERSEN S., ENEMARK H.
Mandibular bone graft for reconstruction of alveolar clefts.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1988, 46, 533.
314. SKOOG T.
The use of periosteum and Surgicel® for bone restoration in congenital clefts of maxilla: a clinical report and experimental investigation.
Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1967, 1, 113.
315. SMITH J.D., ABRAMSON M.
Membranous versus endochondral bone autografts.
Arch. Otolaryngol., 1974, 99, 203.
316. SNYDER C.C. et al.
Mandibulofacial restoration with osteocutaneous flap.
Plast. Reconstr. Surg., 1970, 45, 14.

317. SOUTARD S., WIDDOWSON W.P.
Immediate reconstruction of the mandible using a vascularized segment of radius.
Head. Neck. Surg., 1986, 8, 232.
318. SOUYRIS F., CHEVALIER J.P., PAYROT C., PELLEQUIER C., GARY-BOBO A.,
MERLIER C.
Bilan après quatre ans d'expérimentation du corail à titre d'implant osseux.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1984, 29, n°3, 256-260.
319. SPEAR S.L., WEIGERING C.E.
Temporal fossa bone grafts : a new technique in craniofacial surgery.
Plast. Reconstr. Surg., 1987, Apr, 79(4), 531-534.
320. STARK R.B., FRILECK S.P.
Conchal cartilage grafts in augmentation rhinoplasty and orbital floor fracture.
Plast. Reconstr. Surg., 1969, 43(6), 591-596.
321. STELNICKI E.J., OUSTERHOUT D.K.
Hydroxyapatite paste (Bone Source®) used as an onlay implant for supraorbital and malar
augmentation.
J. Craniofacial. Surg., 1997, 8, 367-372.
322. STOLL W.
The use of polytetrafluoroethylene for particular augmentation of the nasal dorsum.
Aesth. Plast. Surg., 1991, 15, 233.
323. STRICKER M., FLOT F., GOSSEREZ M.
Les brèches palatines: problèmes posés par leur réparation.
Ann. Chir. Plast., 1972, 17, 267-274.
324. STRICKER M., RAPHAEL B.
Croissance cranio-faciale normale et pathologique.
Editions Morphos, 1993.
325. STRICKER M., RAPHAËL B., PELLERIN P.
Chirurgie des malformations cranio-faciales et anomalies des maxillaires.
In : BANZET P., SERVANT J.M., - Chirurgie plastique reconstructive et esthétique, Paris,
Flammarion, 1994.

326. STRICKER M., VAN DER MEULEN J.C., RAPHAËL B., MAZZOLA R.,
TOLHURST D.E.
Craniofacial malformations.
Churchill Livingstone. Edinburgh London Melbourne and New-York, 1990.
327. STRICKER M., GERARD H., MORET C., VIGNERON J., MALET T., STRICKER C.
Les fentes faciales rares.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 1997, 42, n°5, 401-441.
328. STRICKER M., STRICKER C., FYAD J.P., SIMON E.
La reconstruction osseuse à la face. Revue des particularités et des procédés.
Ann. Chir. Plast. Esthét., 2000, 45, 385-404.
329. SULLIVAN W.G., SZWAJKUN P.R.
Revascularization of cranial versus iliac crest bone grafts in the rat.
Plast. Reconstr. Surg., 1991, Jun, 87(6), 1105-1109.
330. SWARTZ W.M., BANIS J.C., NENTON E.D.
The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction.
Plast. Reconstr. Surg., 1986, 77, 530.
331. TAHER A.A.
Reconstruction of gunshot wounds of the mandible. 128 cases treated by autogenous iliac
crest bone grafts.
J. Craniomaxillofacial. Surg., 1990, Oct, 18(7), 310-314.
332. TARDY E., DENNENY J., FRITSCH M.H.
The versatile cartilage autograft in reconstruction of the nose and face.
Laryngoscope, 1985, 95(5), 523-533.
333. TAYLOR G.I., MILLER G.D.H., HAM F.
The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques.
Plast. Reconstr. Surg., 1975, 55, 533-544.
334. TAYLOR G.I., WATSON N.
One stage repair of compound leg defects with free revascularized flaps of groin skin and iliac
bone.
Plast. Reconstr. Surg., 1978, 61, 494.

335. TAYLOR G.I., TOWNSEND P., CORLETT R.
Superiority of deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps. Clinical work.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 64, 745-759.

336. TESSIER P.
Anatomical classification of facial , craniofacial and laterofacial clefts.
J. Maxillofac. Surg., 1976, 4, 69.

337. TESSIER P.
Les microsomies latéofaciales.
In : Chirurgie plastique orbito-palpébrale.
Paris, Masson, 1977, p 239-259.

338. TESSIER P.
Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications.
Clin. Plast. Surg., 1982, 9, 531-538.

339. THOMPSON N., CASSON J.A.
Experimental onlay bone grafts to the jaws. A preliminary study on dogs.
Plast. Reconstr. Surg., 46, 341, 1970.

340. TONNA E.A., CRONKITE E.P.
An autoradiographic study of periosteal cell proliferation with tritiated thymidine.
Lab. Invest., 11, 455, 1962.

341. TORIUMI D.M., LARRABEE J.F., WALIKE J.W. et al.
Demineralized bone.
Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg., 1990, 116, 676-680.

342. TSUYOSHI TAKATO M.D., KIYONORI HARI R.D., TAKASHI MAKATSUDA M.D. et al.
Vascularized periosteal grafts: an experimental study using two different forms of tibial periosteum in rabbits.
Plast. Reconstr. Surg., 1986, 78, 489.

343. UBHI C.S., MORRIS D.L.
Fracture and herniation of bowel at bone graft donor site in the iliac crest.
J. Trauma., 1984, 16, 202-203.

344. UDDSTRÖMER L.

The osteogenic capacity of tubular and membranous bone periosteum. A qualitative and quantitative study in growing rabbits.

Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1978, 12, 195.

345. URIST M.R.

Bone: formation by autoinduction.

Science, 1965, 150, 833-839.

346. URIST M.R.

The search for and the discovery of bone morphogenetic protein (BMP).

In: URIST M.R., O'CONNOR B., BURWELLE R.G., Bone graft, derivatives and substitutes, pp.315-362, Oxford, Butterworth-Heinzmann, 1994.

347. VAN DER MEULEN J.C.H., HAUBEN B.J., VAANDRAGER J.H., BIRGENHAGER-FRENKEL D.H.

The use of a temporal osteo-periosteal flap for the reconstruction of malar hypoplasia in Treacher Collins Syndrom.

Plast. Reconstr. Surg., 1984, 77, 687.

348. VANNIER M.W., MARSH J.L., WARREN J.O.

Three dimensional CT reconstruction images for cranio-facial surgical planning and evaluation.

Radiology, 1984, 150, 174-184.

349. VINAL M.A., SALADINO C.N., GINESIN L.M.

Management of wide nasofrontal angle with Gore-Tex® implants.

Aesth. Plast. Surg., 1998, Mar, 22(2), 116-119.

350. VUYK H.D.

Augmentation mentoplasty with solid silicone.

Clin. Otolaryngol., 1996, 21(2), 106-118.

351. WAITE P.D., MATUKAS V.J.

Zygomatic augmentation with hydroxyapatite: a preliminary report.

J. Oral. Maxillofac. Surg., 1986, 44, 349-352.

352. WALDMAN S.R.

Gore-Tex ® for augmentation of the nasal dorsum. A preliminary report.

Ann. Plast. Surg., 1991, 26, 520.

353. WEIKEL A.M., HABAL M.B.
Meralgia paresthetica. A complication of iliac bone procurement.
Plast. Reconstr. Surg., 1977, 60, 572-574.
354. WEINMANN J.R., SICHER H.
Bone and bones: fundamentals of bone biology. -2nd edition,
London: Kimeton, 1955.
355. WHITAKER L.A., MUNRO I.R., JACKSON I.T. et al.
Problems in cranio-facial surgery.
J. Maxillofac. Surg., 1976, 4, 131.
356. WHITAKER L.A., MUNRO I.R., JACKSON I.T. et al.
Combined report of problems and complications in 793 craniofacial operations.
Plast. Reconstr. Surg., 1979, 64, 198.
357. WHITAKER L.A.
Aesthetic augmentation of the malar midface structure.
Plast. Reconstr. Surg., 1987, 80, 337-346.
358. WOLFE S.A., BERKOWITZ S.
The use of cranial bone grafts in the closure of alveolar and anterior palatal clefts.
Plast. Reconstr. Surg., 1983, Nov, 72(5), 659-671.
359. WOLFF J.
Das gesetz der transformation der knochen.
Edit. Berlin, 1892.
360. WOLFORD L.M., WARDROP R.W., HARTOG J.M.
Coralline porous hydroxyapatite as a bone graft substitute in orthognathic surgery.
J. Oral. Maxillofac. Surg., 1987, Dec, 45(12), 1034-1042.
361. YAGUI N., KOJIMOTO H., SHIMTZU H., SHIMOMURA Y.
The effect of distraction upon bone, muscle and periosteum.
Orthop. Clin. North. Am., 1991, 22, 563.

362. YOUMANS R.D., RUSSEL E.A.
The coronoid process : a new donor source for autogenous bone grafts.
Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol., 1969, 27, 422.

363. ZINS J.E., WHITAKER L.A.
Membranous versus endochondrale bone. Implications for craniofacial reconstruction.
Plast. Reconstr. Surg., 1983, Dec, 72(6), 778-785.

364. ZINS J.E., KUSIAK J.F., WHITAKER L.A., ENLOW D.H.
The influence of the recipient site on bone grafts to the face.
Plast. Reconstr. Surg., 1984, vol 73(3), 371-381.

365. ZINS J.E., WEINZWEIG N., HAHN J.
A simple fail-safe method for the harvesting of cranial bone.
Plast. Reconstr. Surg., 1995, Nov, 96(6), 1444-1447.



VU

NANCY, le **05 SEPTEMBRE 2000**

Le Président de Thèse

NANCY, le **18 SEPTEMBRE 2000**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

M le Professeur **M.STRICKER**

Professeur **J. ROLAND**

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, le **25 SEPTEMBRE 2000**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1

Professeur **C. BURLET**

RESUME DE LA THESE

Après un aperçu de l'organisation du tissu osseux, l'auteur rappelle les particularités du squelette crânio-maxillo-facial et les conditions d'incorporation des greffes osseuses. Les différents procédés applicables à la reconstruction osseuse à la face sont passés en revue. Sont ainsi analysés les techniques de prélèvement, les avantages et les inconvénients des greffes osseuses conventionnelles, des transplants osseux pédiculés, des transplants libres osseux revascularisés, des greffons cartilagineux, des transplantations périostées. Les procédés de stimulation de l'ostéogenèse sont détaillés, allant de la distraction osseuse à la régénération osseuse guidée, aux facteurs de croissance. Une place à part est faite aux biomatériaux, avec une attention particulière pour les substituts osseux d'origine osseuse et non osseuse. L'auteur tente ensuite de dégager les principales indications de la reconstruction osseuse à la face, dont la finalité est la restauration des galbes et de la fonction.

Facial bone reconstruction. Review of particularities and procedures, synthesis of indications.

THESE MEDECINE SPECIALISEE – ANNEE 2000

MOTS CLEFS:

autogreffe osseuse / biomatériaux / distraction osseuse / face / greffe périostée / reconstruction osseuse / régénération osseuse guidée / transplants osseux pédiculés / transplants osseux revascularisés

Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 – VANDOEUVRE LES NANCY
