



Intérêt de la planification tridimensionnelle dans les reconstructions mandibulaires

Alexis Oulmi

► To cite this version:

Alexis Oulmi. Intérêt de la planification tridimensionnelle dans les reconstructions mandibulaires. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02400674

HAL Id: dumas-02400674

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02400674>

Submitted on 9 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est 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 toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 060

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 27 septembre 2019

Par

Alexis OULMI

Intérêt de la planification tridimensionnelle dans les reconstructions mandibulaires

Dirigée par M. le Docteur Nicolas Lemonier

JURY

M. le Professeur Philippe Pirnay

Mme le Docteur Claudine Wulfman

M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

M. le Docteur Nicolas Lemonier

M. le Docteur Benoît Troadec

Président

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Invité

Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES		M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW
Mise à jour le 23 avril 2019			

Remerciements

À M. le Professeur Philippe Pirnay

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifié en Médecine bucco-dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Habilitation à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Chef de service de l'hôpital Henri Mondor

Officier de l'ordre des palmes académiques

Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie dentaire

Lauréat de l'Académie Nationale de Médecine

Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie

Qui me fait l'honneur de présider ce jury de thèse d'exercice. Je vous remercie pour votre disponibilité et pour l'enseignement que vous m'avez dispensé. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de mon respect, et de mes sincères remerciements.

À Mme le Docteur Claudine Wulfman

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en Médecine bucco-dentaire

Ancien Interne des Hôpitaux

Docteur de l'Université Paris 13

Habilitation à Diriger des Recherches

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait l'honneur de siéger dans ce jury. Merci pour votre encadrement, pour vos conseils et votre écoute à l'hôpital. Merci également pour votre empathie et votre légèreté. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de mon respect, et de mes sincères remerciements.

À M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Chevalier de l'ordre national du mérite

Officier de l'ordre des palmes académiques

Qui me fait l'honneur de siéger dans ce jury. Votre bienveillance et votre gentillesse font de vous un enseignant unique, et dont la réputation n'a pas d'égale. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma sincère gratitude.

À M. le Docteur Nicolas Lemonier

Docteur en Chirurgie dentaire

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait l'honneur particulier de diriger ce travail. Merci infiniment pour votre aide, votre dévouement et vos conseils, aussi bien universitaires qu'hospitaliers. Vous m'avez beaucoup appris. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma sincère gratitude.

À M. le Docteur Benoît Troadec

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Qui me fait l'honneur de participer au jury. Merci infiniment pour votre encadrement, et votre patience aussi bien à l'hôpital qu'en travaux pratiques. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect.

A ma mère, avec qui j'entretiens une relation si particulière. Tu as toujours tout donné pour moi, et je te suis infiniment redevable. Tous tes sacrifices m'ont permis d'en arriver là aujourd'hui. Ce succès, c'est le tien. Merci.

A Gabrielle, qui partage ma vie. J'ai beaucoup de mal à imaginer ce qu'elle serait sans toi. Ton intelligence et ta simplicité font de toi une perle rare. Merci de me soutenir et de me supporter. Je t'aime.

Cette thèse, je la dédie à mon clan. Hélas, le temps passe et nous nous éloignons, mais la famille qu'on forme est intemporelle. Immortelle. Bientôt, il faudra qu'on retourne en pèlerinage chez un grand parent palmyrien. Restons amis et surtout, unis, c'est le plus important. On verra, peut-être même qu'on partagera un cabinet un jour. Sincèrement les (con)frères, merci.

A Rafael et Nazib, mes acolytes, merci d'être là. Appelez-moi si ça chauffe.

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : PERTES DE SUBSTANCE MANDIBULAIRES	5
1.1 RAPPELS ANATOMIQUES	5
1.2 ETIOLOGIES DES PERTES DE SUBSTANCE	6
1.2.1. <i>Dégénératives</i>	6
1.2.2. <i>Malformatives</i>	9
1.2.3. <i>Traumatiques</i>	10
1.3 CLASSIFICATIONS DETAILLEES	11
1.3.1 <i>Classification de Benoist</i>	11
1.3.2 <i>Classification de Firtel et Curtis</i>	11
2 : PRISE EN CHARGE ONCOLOGIQUE CONVENTIONNELLE	13
2.1 PRISE EN CHARGE INITIALE	13
2.1.1. <i>Bilan</i>	13
2.1.2. <i>Stade TNM</i>	14
2.1.3. <i>Réunion de concertation pluridisciplinaire</i>	15
2.2. STRATEGIES THERAPEUTIQUES	16
2.2.1. <i>Traitement chirurgical</i>	16
2.2.2. <i>Radiothérapie et chimiothérapie</i>	16
2.2.3. <i>Soins dentaires</i>	17
2.2.4. <i>Arbres décisionnels</i>	18
3 : IMAGERIE ET PLANIFICATION	21
3.1. IMAGERIE	21
3.2. IMPORTANCE DE LA REHABILITATION DENTAIRE	22
3.3. SEQUENCES DE LA PRISE EN CHARGE	24
3.3.1. <i>Analyse et traitement des données</i>	24
3.3.2. <i>Prévisualisation</i>	24
3.3.3. <i>Fabrication</i>	27
3.4. INTERETS DE LA PLANIFICATION	27
3.5. EXEMPLE D'UN CAS	29
4. CFAO ET IMPRESSION 3D	33
4.1. CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (CFAO)	33

4.1.1. Description.....	33
4.1.2. Fonctionnement.....	33
4.1.3. Convergences.....	34
4.2. IMPRESSION TRIDIMENSIONNELLE.....	34
4.2.1 Généralités	34
4.2.2 APPLICATIONS	35
5 : MISE EN ŒUVRE CHIRURGICALE	37
5.1. EXERESE	37
5.2. LAMBEAUX LIBRES	38
5.2.1. Lambeaux fibulaires	38
5.2.2. Lambeau de crête iliaque	40
5.2.3. Lambeau scapulo-dorsal.....	40
5.3. AUTRES TECHNIQUES	41
6. REHABILITATION PROTHETIQUE	44
6.1. PROTHESE CONJOINTE.....	44
6.2. PROTHESE AMOVIBLE.....	44
6.2.1. Etapes cliniques	45
6.2.2. Choix et stratégies thérapeutiques.....	46
6.3. SOLUTION IMPLANTAIRE	47
6.3.1. Indications	47
6.3.2. Prothèse amovible sur implants	47
6.3.3. Prothèse fixe sur implants	48
7. GESTION DES COMPLICATIONS.....	50
7.1. COMPLICATIONS PRECOCES	50
7.2. COMPLICATIONS TARDIVES.....	51
7.2.1 Latérodéviation	51
7.2.2. Perte d'implants	53
7.2.3. Récidive tumorale.....	56
7.2.4. Séquelles du site donneur	57
CONCLUSION	59
BIBLIOGRAPHIE	60
TABLE DES FIGURES.....	64
TABLE DES TABLEAUX.....	65

INTRODUCTION

*« Face jamais qui se renfrogne,
Bouche en tulipe ou... bouche en trou !
Voici les blessés de la trogne
Du Val-de-Grâce, joyeux fous. »*

« *Les blessés de la Trogne* » est un chant paru dans « *La Greffe Générale* », un journal tenu par les soldats mutilés et soignés à l'hôpital militaire du Val de Grâce, lors de la Première Guerre Mondiale.¹ Bien que des mentions concernant la chirurgie réparatrice de la face aient été retrouvées dans des papyrus de l'Égypte ancienne, la naissance de la chirurgie maxillo-faciale à proprement parler est à rattacher à la Grande Guerre, et aux fameuses gueules cassées qui en retournent par milliers.² La prothèse maxillo-faciale est quant à elle bien plus vieille, puisqu'on retrouve plusieurs pièces artificielles, comme des masques dorés, lors de fouilles archéologiques, dans des tombeaux datant de l'Égypte ancienne (-2500 avant J-C). L'ancienneté de la discipline repose sur l'importance, au sein des sociétés les plus anciennes, du visage et de l'identité. De par son implication sociale (expression et communication), la face fait l'objet d'un intérêt particulier pour l'homme, et les anomalies faciales handicapent les hommes « maudits » qui les portent. Les premières prothèses faciales naissent vraisemblablement au XVI^e siècle, avec Ambroise Paré. Avant la première guerre mondiale, les chefs militaires, et notamment Napoléon, préfèrent achever les blessés qui ralentissent la progression des troupes.³ La durée importante des phases du conflit, la systématisation de l'arme à feu et le développement des méthodes d'artillerie provoquent une augmentation massive du nombre de blessés, qu'il n'est dès lors plus envisageable d'abandonner. D'abord éloignés du front et des zones de combat, ils sont ensuite acheminés dans des structures spécialisées, les centres de chirurgie réparatrice. Mis en place dès le début de la Première Guerre Mondiale (1915), ces centres sont à Paris, à Lyon et à Bordeaux. Le docteur Hyppolyte Morestin, brillant chirurgien, est chargé de la gestion du service de chirurgie réparatrice parisien, au sein de l'hôpital militaire du Val de Grâce.

¹ Stenay, « *La Greffe générale. Organe des blessés de la face.* »

² Bibliothèque Clermont Université, « *Les gueules cassées : victimes sans visage d'une guerre mécanisée* ».

³ Long, « *Les blessés de la face durant la Grande Guerre : les origines de la chirurgie maxillo-faciale* ».

Très vite, Morestin se heurte à la principale problématique de la chirurgie maxillo-faciale, son aspect pluridisciplinaire. Chirurgien hors pair et travailleur reconnu, il refuse toutefois de traiter d'égal à égal avec ceux qu'il considère inférieurs, les dentistes. Aujourd'hui encore, malgré l'amélioration de la collaboration entre les différents professionnels, cette difficulté persiste. La nécessité d'instaurer rapidement des thérapeutiques, de hiérarchiser les objectifs de traitement et les contingences organisationnelles provoque le retard, voire l'abandon de certains aspects de la prise en charge.

Dans ces centres, de nombreux blessés sont reconstruits à l'aide de techniques novatrices et pour lesquelles il n'existe souvent pas de consensus, puisque les pertes de substance observées sont nouvelles. Parallèlement aux techniques chirurgicales, les techniques anesthésiques et le développement de l'anesthésie générale notamment, octroient plus de liberté et surtout plus de temps aux chirurgiens. La Seconde Guerre Mondiale est elle-aussi le témoin de nombreuses avancées chirurgicales : la diversification des techniques de lambeaux, les fixateurs externes pour les fractures mandibulaires, les ostéotomies en chirurgie orthognatique, et l'invention de nombreux instruments. A partir des années 1950, la chirurgie maxillo-faciale repose sur quatre sous-disciplines, que sont la chirurgie traumatologique, la chirurgie orthognatique, la chirurgie oncologique et la chirurgie plastique. La chirurgie maxillo-faciale s'inscrit donc majoritairement dans une optique réparatrice, et c'est cet aspect que nous allons étudier à travers la prise en charge des pertes de substances mandibulaires, d'origine traumatique, cancéreuse ou ostéonécrotique.

Les protocoles chirurgicaux des reconstructions mandibulaires sont standardisés, et longuement décrits dans la littérature. Il ne s'agit donc pas de les expliquer ou de les discuter, mais de mettre en lumière les nombreux d'avantages de leur planification, et de leur association à une thérapeutique prothétique. Plus simplement, l'idée est de souligner l'intérêt de planifier numériquement pour mieux reconstruire. Cette planification tridimensionnelle permet, grâce à des logiciels spécialisés, la production d'outils opératoires qui simplifient le geste chirurgical, en améliorent le résultat et la prédictibilité. Nous décrirons d'abord les pertes de substance mandibulaires, leurs étiologies et leurs classifications. A travers l'analyse des pertes de substances d'origine cancéreuse, seront abordées les techniques conventionnelles de prise en charge, du bilan initial à l'exérèse tumorale. Nous étudierons également les techniques plus modernes, à travers l'imagerie, la conception/fabrication assistée par ordinateur (CFAO) et l'impression tridimensionnelle, dont nous citerons les applications actuelles en chirurgie dentaire. La planification tridimensionnelle sera étudiée et expliquée étape par étape, et nous en démontrerons l'intérêt grâce à des études comparatives. Enfin, un cas clinique viendra étayer notre raisonnement, nous permettant de mieux visualiser et de mieux comprendre les thérapeutiques reconstructrices.

1 : PERTES DE SUBSTANCE MANDIBULAIRES

1.1 Rappels anatomiques

La mandibule, ou mâchoire inférieure, apparaît comme la structure la plus inférieure de la face. C'est un os impair qui forme l'essentiel de l'étage inférieur de celle-ci. Il se compose d'une partie horizontale centrale, le corps, organisé autour de la symphyse mentonnière, et de deux parties verticales latérales, les branches (ou ramus). La mandibule est formée d'un os corticalisé dur et dense, constituant sa base (formant les branches et la partie inférieure du corps) et d'un os spongieux, l'os alvéolaire dont la fonction est le support des dents.

Elle s'articule via un disque cartilagineux avec l'os temporal, au niveau du condyle. Sur le plan musculaire, viennent s'insérer sur l'os mandibulaire le muscle buccinateur, le muscle abaisseur de la lèvre inférieure, le muscle masséter, le muscle temporal, les muscles ptérygoïdiens médial et latéral, le muscle digastrique, le muscle mylo-hyoïdien, le muscle génio-glosse, le muscle génio-hyoïdien et le muscle constricteur supérieur.

La mandibule est creusée d'un canal, dont l'entrée située sur sa face médiale, permet le passage du pédicule alvéolaire inférieur. Ce pédicule correspond à l'artère et au nerf alvéolaires inférieurs. L'artère alvéolaire inférieure fournit, avec le périoste, l'apport vasculaire à la mandibule. Le nerf alvéolaire inférieur, branche du nerf mandibulaire (V₃), distribue au travers du canal mandibulaire des rameaux terminaux rejoignant les racines des dents mandibulaires, puis ressort de la mandibule en avant, par le foramen mentonnier, orifice symétrique situé en regard des prémolaires. Le rameau sortant prend alors le nom de nerf mentonnier, innervant lèvre inférieure et menton, alors que les rameaux continuant dans le canal mandibulaire forment le nerf incisif, innervant la première prémolaire, la canine et les incisives, ainsi que les portions de gencive correspondantes.

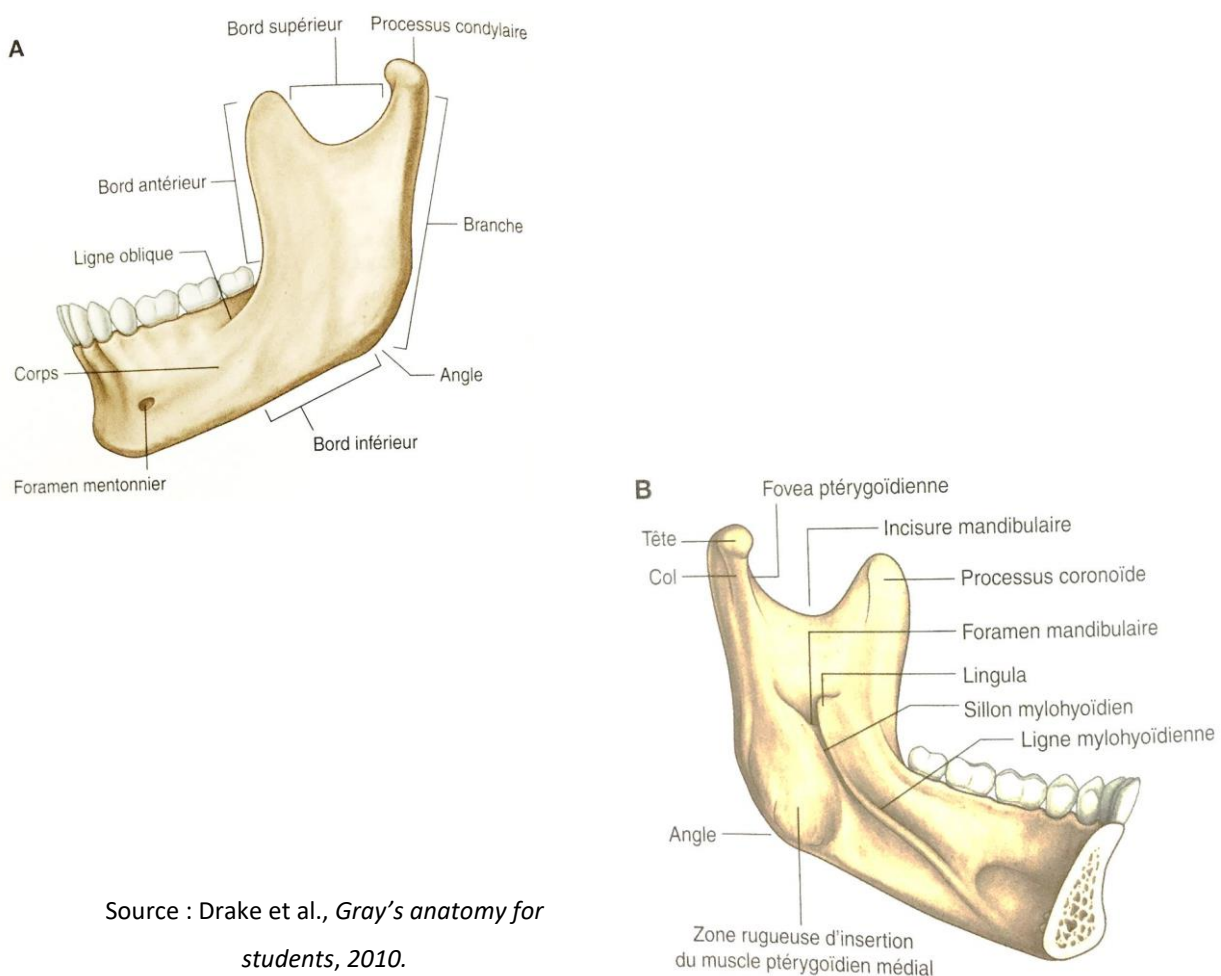
De par la diversité et la proximité des éléments anatomiques liés à la mandibule, celle-ci apparaît comme un élément complexe mais fondamental dans les différentes fonctions orales. Elle intervient dans un groupe complexe de fonctions : la manducation, la respiration, la phonation et le bâillement.

La manducation, du latin « *manducatio* » (action de manger), regroupe la mastication et la déglutition. Les différents mouvements assurés par la coordination des muscles masticateurs permettent l'écrasement des aliments par les organes dentaires. Les muscles masticateurs sont divisés en muscle élévateurs et abaisseurs de la mandibule, dont les actions antagonistes permettent la mastication du bol alimentaire. La déglutition, et plus spécifiquement son temps buccal, est ensuite assurée par l'occlusion dento-labiale, la contraction du plancher lingual et de la langue, et par

la tension et l'élévation du voile du palais. La phonation est majoritairement assurée par les muscles et cartilages laryngés, mais les mouvements linguaux et mandibulaires sont indispensables à une diction normale et compréhensible. Il en est de même pour la respiration. Le bâillement est quant à lui permis grâce à l'ouverture réflexe de la cavité buccale, permise par la contraction intense et simultanée de tous les muscles abaisseurs de la mandibule.

Enfin, il faut rappeler le rôle particulièrement important de la mandibule dans l'esthétique faciale. Constituant majeur de l'étage inférieur de la face, elle donne au visage sa forme ovalaire et apporte le relief mentonnier. Une anomalie de la morphologie mandibulaire a d'évidentes répercussions psychologiques et sociales sur l'individu concerné.

Figure 1 : Vues latérale (A) et médiale (B) de la mandibule.



1.2 Etiologies des pertes de substance

1.2.1. Dégénératives

Les étiologies dégénératives regroupent les cancers et les processus ostéonécrotiques. Les pertes de substances maxillo-faciales sont majoritairement dues à des tumeurs malignes. Les cancers oraux appartiennent à la catégorie des cancers des voies aéro-digestives supérieures (VADS). En France, c'est la 5^{ème} localisation cancéreuse, derrière notamment le cancer de la prostate, du sein ou des poumons. C'est par ailleurs le 8^{ème} cancer en termes de mortalité. Son taux de survie relative de 35% à 5 ans en fait un réel problème de santé publique. L'âge moyen de diagnostic est 60 ans, et les deux principaux facteurs de risque sont, sans surprise, le tabagisme et l'intoxication éthylique⁴. Par ailleurs, on dépiste de plus en plus cancers des VADS liés au virus du papillome humain (HPV), et notamment aux génotypes 16 et 18. ⁵

Les statistiques révèlent que le cancer oral le plus fréquent, à presque 95 %, est le carcinome. On retrouve majoritairement le carcinome épidermoïde, et les adénocarcinomes d'origine glandulaire (glandes salivaires). Le reste des cancers sont des mélanomes, particulièrement agressifs, des (ostéo)sarcomes, qui concernent le tissu osseux, et des lymphomes. Enfin, 1 à 3% des lésions orales malignes, notamment osseuses, sont en fait des foyers métastatiques de cancers situés à distance, qui échappent alors aux statistiques. ⁶

Il existe par ailleurs de nombreuses tumeurs bénignes, d'origine dentaire ou non, pouvant aboutir à une exérèse chirurgicale, voire à une mandibulectomie. Dans les tumeurs bénignes d'origine dentaire, ce sont les tumeurs épithéliales qui sont les plus fréquentes, et notamment l'améloblastome. Provenant des améloblastes, il se situe généralement dans la région de l'angle mandibulaire. Leur développement est progressif, mais finit par envahir les corticales osseuses, provoquant mobilités dentaires et risque de fracture spontanée. Radiologiquement, il se présente en général sous forme d'images multiloculaires (« en bulles de savon »), ou parfois sous forme d'une seule image kystique uniloculaire à contours nets. L'améloblastome se développe par invasion et non par refoulement, modalité propre aux tumeurs malignes : il est donc considéré comme une tumeur bénigne à malignité locale. Il ne métastase jamais, mais récidive souvent, et comporte un potentiel de dégénérescence maligne. Le traitement de l'améloblastome est exclusivement chirurgical, et indique souvent une mandibulectomie interruptrice. Parmi les autres tumeurs bénignes d'origine dentaire, on cite d'autres tumeurs épithéliales (adéno-améloblastomes par exemple), les tumeurs mésodermiques (myxomes notamment) et les tumeurs mésenchymateuses (odontomes). Enfin, les tumeurs bénignes d'origine non dentaire regroupent les tumeurs osseuses (ostéomes, ostéoblastomes), les tumeurs cartilagineuses (chondromes), les tumeurs conjonctives (fibromes) et les tumeurs à cellules géantes.

⁴ Barthélémy et al., « Cancers de la cavité buccale. Préambule, épidémiologie, étude clinique ».

⁵ Yete, D'Souza, et Saranath, « High-risk human papillomavirus in oral cancer : clinical implications ».

⁶ Zachariades, « Neoplasms metastatic to the mouth, jaws and surrounding tissues ».

L'ostéonécrose est une pathologie osseuse dégénérative correspondant à la mort des cellules qui composent l'os : les cellules corticales et médullaires. Les étiologies sont multiples, mais on peut aisément distinguer deux types d'ostéonécroses : les ostéonécroses aseptiques, majoritairement liés à un accident ischémique, sans présence d'infection donc, et les ostéonécroses septiques, infectieuses. Les ostéonécroses septiques concernent les cas d'ostéomyélites, les patients atteints du NOMA, et certains cas de syphilis. Quelques infections virales ou fongiques peuvent aussi déclencher des foyers ostéonécrotiques. En France et dans les pays industrialisés, les ostéonécroses mandibulaires sont pour la majorité liées aux rayonnements ionisants des radiothérapies cervico-faciales (ostéoradionécroses) ou à l'administration de médicaments (zolédronate, Denosumab...) (ostéochimionécrose). Elles sont initialement aseptiques, mais se surinfectent par la cavité buccale, et appartiennent donc à la catégorie des ostéonécroses septiques.

L'ostéoradionécrose est une complication des traitements par radiothérapie cervico-faciale. Elle est définie par une exposition osseuse qui persiste au moins 3 mois, et est à différencier d'une éventuelle récurrence cancéreuse. Les rayonnements émis entraînent la mort des cellules vasculaires, et donc une diminution significative du débit sanguin : le tissu osseux hypovascularisé (hypoxié et dénutri) finit alors par se nécroser. L'atteinte est triple : le tissu irradié est hypoxié (manque d'oxygène), hypovascularisé (manque d'apport sanguin) et hypocellularisé (insuffisance médullaire).⁷ La prévalence des ostéoradionécroses chez les patients à antécédents de radiothérapie cervico-faciale est extrêmement variable selon les études, mais les chiffres les plus fréquemment retrouvés sont 5 à 15%.⁸ Les traitements, quand ils ne sont pas préventifs, sont chirurgicaux : l'élimination du tissu osseux nécrosé est impérative, il s'agit d'une séquestrectomie. Cependant, l'état général, les capacités cicatricielles, le risque de récurrence et le délabrement provoqué compliquent le traitement, et requièrent une coopération multidisciplinaire. La perte de substance est souvent considérable, et les patients concernés doivent alors bénéficier d'une reconstruction tissulaire fonctionnelle et esthétique.

L'ostéochimionécrose est quant à elle une complication infectieuse possible des traitements par bisphosphonates ou par anticorps monoclonaux. Ces traitements, administrés par voie intraveineuse ou par voie orale, perturbent le remodelage osseux en inhibant la résorption osseuse par les ostéoclastes. Ils sont indiqués dans les pathologies osseuses dégénératives, comme les cancers osseux (primaires ou secondaires), et l'ostéoporose. Parmi les patients sous bisphosphonates, 0,8 à 12 % d'entre eux développent des ostéonécroses liées au traitement.⁹ Le diagnostic

⁷ Marx, « Osteoradionecrosis : a new concept of its pathophysiology ».

⁸ Chronopoulos et al., « Osteoradionecrosis of the jaws : definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings. A concise review ».

⁹ Krishnan, Babu, et Rajeev, « Bisphosphonate therapy and jaw osteonecrosis : an overview ».

d'ostéochimionécrose mandibulaire est posé chez un patient présentant une exposition osseuse directe (ou fistulisée en intra- ou extra-buccal) depuis plus de 8 semaines, à condition que celui-ci ait effectivement subi un traitement par bisphosphonates, et que le diagnostic différentiel de lésion cancéreuse soit éliminé.

Dans le cadre de ce travail, nous nous concentrerons sur les ostéoradionécroses, conséquences prévisibles et documentées des radiothérapies, qui aboutissent parfois à une reconstruction mandibulaire.

Figure 2 : Radiographie panoramique d'une lésion maligne endobuccale avant exérèse



Source : Dr Lemonier, Gustave Roussy, 2018

1.2.2. Malformatives

Les anomalies malformatives concernent essentiellement le maxillaire, et correspondent aux fentes. Celles-ci sont des anomalies embryonnaires malformatives occasionnant des pertes de substances faciales. Elles sont systématiquement dues à une absence de fusion des bourgeons faciaux. On retrouve les fentes labiales, palatines et labio-palatines. Les fentes labiales (palais primaire) provoquent des pertes de substances au niveau de la lèvre supérieure. Les fentes palatines (palais secondaire) sont quant à elles des pertes de substance osseuses occasionnant une communication directe entre les cavités orale et nasale. En France, les fentes labio-palatines concernent une naissance

sur 2000, et deux fois plus de garçons que de filles.¹⁰ Elles sont systématiquement diagnostiquées lors de l'échographie morphologique, puis opérées à la naissance, pour aboutir de manière prédictible à une réparation totale. Il existe cependant des cas de fentes adultes non opérées, où les pertes de substance sont importantes et les solutions chirurgicales limitées. Aujourd'hui en France, leur résolution demeure quasi-exclusivement chirurgicale.

1.2.3. Traumatiques

Les causes traumatiques occupent une part importante de l'étiologie des pertes de substance maxillo-faciales. Les traumatismes répertoriés concernent la violence interpersonnelle, les accidents domestiques et notamment les chutes, les accidents de la voie publique, les tentatives de suicide, les blessures sportives et les accidents du travail. Les études montrent qu'en France, les chutes (domestiques ou non) sont la première cause de traumatismes. Vient ensuite la violence au sens large, puis les accidents sportifs et professionnels. Les statistiques restent toutefois très pays-dépendantes. Par exemple, la violence interpersonnelle provoque plus de 60% des traumatismes maxillo-faciaux répertoriés en Ukraine contre moins de 20 % aux Pays-Bas. Les hommes sont globalement trois fois plus touchés que les femmes, et les patients ont en moyenne entre 35 et 40 ans¹¹. Lorsque les traumatismes concernent des fractures sans lésions des tissus mous, la prise en charge est non chirurgicale. Pour les lésions plus importantes et plus étendues, une reconstruction peut être nécessaire, notamment pour les tentatives d'autolyse. Ces patients sont des candidats potentiels à une reconstruction mandibulaire, et peuvent alors bénéficier d'une greffe. Cependant, la morphologie des lésions est très variable et n'implique pas que la mandibule. Les tissus résiduels sont « déchirés » de manière aléatoire, et la prise en charge de ces patients relève du cas par cas. Parce que les pertes de substances mandibulaires traumatiques concernent souvent plusieurs sites, qu'elles sont instantanées et qu'elles n'impliquent ni chimio-, ni radiothérapie, nous ne les traiterons pas dans ce travail. L'objectif est ici de rappeler qu'une part des pertes de substance interruptrices de la mandibule peut être d'origine traumatique, même si l'étiologie cancéreuse reste celle laquelle nous nous concentrerons. D'abord parce que sa proportion dans les pertes de substances mandibulaires est plus importante, et ensuite car les thérapeutiques oncologiques impliquent souvent une perte de substance plus importante : en plus de l'exérèse de la tumeur, on procède à l'élimination des tissus potentiellement atteints et à l'irradiation des tissus contigus.

¹⁰ Galliani et Vasquez, « Orphanet : Fente labio palatine ».

¹¹ Boffano et al., « European maxillofacial trauma (EURMAT) project : a multicentre and prospective study ».

1.3 Classifications détaillées

1.3.1 Classification de Benoist

La classification de Benoist (1974) est une classification anatomique qui divise les pertes de substances mandibulaires en deux grandes catégories : les pertes de substance partielles, qui n'aboutissent pas à une solution de continuité osseuse, et les pertes de substance interromptrices, qui elles divisent la mandibule en deux segments. L'interruption peut être symphysaire, ou latérale.

1.3.2 Classification de Firtel et Curtis

La classification de Firtel et Curtis (1982) divise les pertes de substance mandibulaires en 6 catégories, selon l'étendue de l'atteinte et sa position topographique :

- Catégorie I : perte de substance alvéolaire non interromptrice, sans atteinte ni des muscles masticateurs, ni de la langue ou des tissus mous
- Catégorie II : perte de substance mandibulaire interromptrice unilatérale, avec résection du condyle, de la branche montante, et d'une partie du corps mandibulaire à partir des canines
- Catégorie III : perte de substance mandibulaire interromptrice unilatérale, cette fois-ci à partir de la symphyse mentonnière (hémi-mandibule)
- Catégorie IV : perte de substance mandibulaire interromptrice unilatérale avec ajout d'une pseudo-articulation temporo-mandibulaire et de tissus mous
- Catégorie V : perte de substance mandibulaire interromptrice symphysaire, avec conservation des articulations temporo-mandibulaires et restauration des corps mandibulaires
- Catégorie VI : perte de substance mandibulaire interromptrice symphysaire, avec conservation des articulations temporo-mandibulaires mais sans restauration des corps mandibulaires.

1.3.3 Classification de David

La classification de David (1988) s'intéresse elle-aussi à la topographie et l'étendue de la perte de substance, en répertoriant 6 types de pertes de substance interromptrices :

- Type A : perte de substance interromptrice unilatérale intéressant une branche horizontale, sans atteinte condylienne ou symphysaire
- Type B : perte de substance interromptrice unilatérale intéressant toute une hémi-mandibule, de la symphyse à l'angle mandibulaire
- Type C : perte de substance interromptrice médiane, allant d'un angle mandibulaire à la branche montante contro-latérale
- Type D : perte de substance interromptrice médiane intéressant l'intégralité du corps mandibulaire et les deux angles
- Type E : perte de substance interromptrice symphysaire
- Type F : perte de substance d'une hémi-mandibule totale, de la symphyse au condyle mandibulaire

1.3.4 Classification de Jewer et Boyd

La classification de Jewer et Boyd (1989) est une classification qui distingue trois types de pertes de substance mandibulaire. Ces trois types ne sont pas exclusifs et des combinaisons sont possibles :

- Type « C » (centrale) : perte de substance symphysaire incluant les 2 canines
- Type « L » (latérale) : perte de substance latérale préservant les condyles
- Type « H » (hémi-mandibule) : perte de substance de toute une hémi-mandibule, incluant la région condylienne.

1.3.5 Autres

La classification de Peri (1989) propose 4 types de pertes de substance mandibulaires, toutes interromptrices :

- Type I : perte de substance interromptrice symphysaire, pouvant s'étendre de manière symétrique ou non à la branche horizontale
- Type II : perte de substance interromptrice latérale n'intéressant pas l'articulation, s'arrêtant à la canine homolatérale
- Type III : perte de substance interromptrice latérale atteignant l'articulation et pouvant s'étendre jusqu'à la symphyse
- Type IV : perte de substance interromptrice se limitant à la branche montante, avec atteinte de l'articulation et possiblement du processus coronoïde

La classification de la SFCM (1989) distingue les pertes de substance interromptrices selon leur position :

- Type I : perte de substance interromptrice symphysaire
- Type II : perte de substance interromptrice latérale, débutant au niveau de la canine et pouvant s'étendre jusqu'à la branche montante, en respectant l'articulation
- Type III : perte de substance interromptrice latérale, débutant au niveau de la canine et s'étendant toujours jusqu'à l'articulation (incluse)
- Type IV : perte de substance limitée à l'articulation, atteignant la région condylienne et possiblement une partie de la branche montante

2 : Prise en charge oncologique conventionnelle

Nous avons précédemment étudié les différentes étiologies possibles des pertes de substances mandibulaires : elles sont dégénératives (ostéonécrotiques ou oncologiques), traumatiques ou malformatives. Les étiologies dégénératives, et notamment oncologiques, sont les plus étudiées et les plus référencées, pour des raisons de prévalence. C'est donc sur ces origines que l'essentiel du travail portera. Les étiologies traumatiques sont plus difficilement prévisibles, et c'est lors d'une éventuelle réintervention qu'une planification est possible, d'autant plus que les tissus résiduels n'ont pas été irradiés.

2.1 Prise en charge initiale

2.1.1. Bilan

Chez un patient atteint d'un cancer, plusieurs stratégies thérapeutiques sont souvent possibles, et l'objectif est alors de déterminer celle qui permettra d'obtenir les meilleurs résultats, aussi bien médicaux que psychologiques. Pour ce faire, le recueil de tous les éléments nécessaires à la prise de décision est impératif : il s'agit du bilan initial. Les éléments qui le composent dépendent évidemment de la localisation du cancer, mais lors des cancers des VADS, il est constitué :

- D'un double examen clinique : d'abord général, avec notamment l'état de santé, l'état nutritionnel, les antécédents médicaux, une éventuelle intoxication éthylo-tagabique, puis spécifiquement ortho-rhino-laryngé (ORL).
- D'un scanner ORL : à l'aide d'un produit de contraste iodé, le pharynx, le larynx et les chaînes ganglionnaire entre autres sont analysés. Le scanner est réalisé à distance de l'endoscopie et des extractions dentaires.
- D'un scanner thoracique.
- D'un bilan odontologique : le dentiste recherche et élimine si possible des foyers infectieux, réalise la mise en état de la cavité buccale, et dispense les conseils pré-thérapeutiques.
- D'une panendoscopie des VADS et de l'œsophage : dans le but de rechercher une éventuelle extension des lésions tumorales et de réaliser une biopsie.
- D'un schéma : précis et daté, il caractérise la lésion, donne ses dimensions et l'oriente.

- D'un PET-Scan : examen de médecine nucléaire, il analyse l'activité métabolique des tissus en mesurant leur absorption de glucose (marqué radioactivement). Il est recommandé en cas de stade avancé pour la recherche de métastases.

D'autres examens sont possibles et parfois nécessaires, mais leur pratique résulte de l'analyse au cas par cas. Il s'agit notamment de la fibroscopie bronchique, si suspicion d'une atteinte thoracique, de la gastrotomie, en prévisions de suite opératoires lourdes, de l'imagerie à résonnance magnétique (IRM), lorsque le bilan ne suffit pas pour préciser l'extension tumorale. Une exploration hépatique et une scintigraphie osseuse peuvent également s'ajouter aux différentes analyses. Au terme du bilan, le stade TNM de la lésion est déterminé, et il est possible de proposer une prise en charge.¹²

2.1.2. Stade TNM

La classification TNM est un système international de classification des cancers selon leur extension anatomique. Le T désigne la tumeur (sa taille et les structures qu'elle atteint), le N désigne les ganglions lymphatiques environnants et leur envahissement, et le M indique de façon dichotomique la présence ou non de métastases à distance. S'intéressant à l'atteinte ou non des tissus environnants, il est logique que la classification TNM varie selon les localisations tumorales. Nous pouvons par exemple nous intéresser à la classification TNM des cancers de la cavité buccale (lèvres, gencive, langue, plancher buccal et muqueuse buccale), même si d'autres cancers nécessitent une bucco-pharyngectomie trans-mandibulaire (BPTM).

Tableau 1 : Classification TNM des cancers de la cavité buccale

T – TUMEUR	
TX	Renseignements insuffisants pour classer la tumeur
T0	Pas de signe de tumeur primitive
Tis	Carcinome non invasif (carcinome <i>in situ</i>)
T1	Tumeur inférieure à 2 cm dans sa plus grande dimension
T2	Tumeur comprise entre 2 et 4 cm dans sa plus grande dimension
T3	Tumeur supérieure à 4 cm dans sa plus grande dimension

¹² Graff et al., « Carcinome épidermoïde de la cavité buccale ».

T4	T4a	Tumeur s'étendant à la corticale osseuse, à la musculature profonde extrinsèque de la langue (génioglosse, hyoglosse, palatoglosse et styloglosse), sinus maxillaire, peau du visage
	T4b	Tumeur envahissant l'espace masticateur, les apophyses ptérygoïdes, la base du crâne ou englobant l'artère carotide interne
N – GANGLIONS REGIONAUX		
N0	Pas de signe d'atteinte des ganglions lymphatiques régionaux	
N1	Métastase dans un seul ganglion lymphatique homolatéral inférieure à 3 cm	
N2	N2a	Métastase dans un seul ganglion lymphatique comprise entre 3 et 6 cm
	N2b	Métastases homolatérales multiples toutes inférieures à 6 cm
	N2c	Métastases bilatérales ou controlatérales inférieures à 6 cm
N3	Métastase dans un ganglion lymphatique supérieure à 6 cm	
M – METASTASE A DISTANCE		
M0	Pas de métastase à distance	
M1	Présence de métastase(s) à distance	

Source : Institut national du cancer, 2017.

Les différentes stratégies thérapeutiques se basent sur le stade TNM, via des protocoles standardisés. L'intérêt de cette classification, en plus d'être diagnostique, est donc thérapeutique et pronostique.

2.1.3. Réunion de concertation pluridisciplinaire

La réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP) est un lieu d'échange entre les spécialistes de plusieurs disciplines (ORL, radiothérapeute, oncologue, plasticien, chirurgien-dentiste), afin de déterminer quelle modalité thérapeutique est la plus adaptée à la prise en charge d'un patient donné, atteint d'un cancer. Elle permet de répondre à l'obligation d'évaluation des pratiques professionnelles (EPP) en abordant les stratégies diagnostiques et thérapeutiques en cancérologie. Organisée par l'établissement de prise en charge du patient, elle constitue un élément essentiel de l'organisation et de la planification des soins en cancérologie. En RCP, au moins trois spécialités différentes sont représentées et le fonctionnement des réunions est formalisé (rythme défini, coordonnateur, référentiels utilisés).

Tous les nouveaux cas doivent être étudiés en RCP avant même la mise en route du premier traitement, ainsi que tous les cas pour lesquels une modification du traitement en cours est

souhaitable (récidive, non efficacité ou toxicité). Les propositions thérapeutiques apportées par les différents spécialistes sont basées sur des référentiels de bonne pratique, souvent élaborés à l'échelle régionale (voire nationale) et régulièrement mis à jour. Il est possible qu'un dossier corresponde à une situation clinique dont la thérapeutique est déjà standardisée à travers une procédure ayant fait ses preuves. Alors, il est possible de ne pas la discuter en RCP : le dossier est présenté mais les spécialistes ne s'attardent pas sur les stratégies thérapeutiques. Autrement, tous les autres dossiers sont obligatoirement discutés. Pour les cancers de la cavité buccale, les enjeux de santé générale, fonctionnels et esthétiques imposent une étude précise en RCP. La proposition thérapeutique qui en découle est intégrée dans le dossier patient, et présentée au médecin référent. Si celui-ci décide de délivrer un autre traitement, il doit alors le justifier et l'argumenter.

En conclusion, le choix de la stratégie thérapeutique découle d'abord du stade TNM de la lésion, des résultats histologiques, mais également du contexte global.

2.2. Stratégies thérapeutiques

2.2.1. Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical correspond à l'exérèse de la tumeur dans son intégralité. La chirurgie est une bucco-pharyngectomie transmandibulaire reconstructrice (BPTM). Elle est conservatrice (pelvi-mandibulectomie non interruptrice) ou non (pelvi-mandibulectomie interruptrice). L'étendue et la profondeur de la résection dépendent des dimensions tumorales, et donc du stade TNM. Dans un premier temps est réalisée la chirurgie d'exérèse. En cas de doute quant aux marges, une analyse histologie extemporanée est réalisée. Associée à la chirurgie d'exérèse tumorale, et selon la réunion de concertation pluridisciplinaire, le chirurgien réalise une chirurgie d'évidement ganglionnaire uni- ou bilatérale, puisque le drainage lymphatique peut conduire à une dispersion des cellules tumorales et au développement de foyers métastatiques. Enfin, des analyses histologiques sont réalisées après l'intervention, et leur résultat permet d'ajuster la stratégie thérapeutique, via une chimio- ou radiothérapie complémentaire, par exemple.

2.2.2. Radiothérapie et chimiothérapie

La radiothérapie correspond à l'application de rayonnements ionisants sur un tissu tumoral afin d'en détruire les cellules. Elle est dans la plupart des cas externe, mais peut également être interne (curiethérapie). Elle est généralement associée aux autres modalités thérapeutiques : la chirurgie et la chimiothérapie (tumeurs inopérables ou pour lesquelles la chirurgie est trop délabrante). La radiothérapie peut également être délivrée seule : pour tous les types de tumeurs lorsque les autres

stratégies sont contre-indiquées, ou en traitement palliatif à visée symptomatique. Lorsqu'elle est associée à la chirurgie, elle doit être réalisée dans un délai inférieur ou égal à 6 semaines après celle-ci. ⁹

La curiethérapie est une technique semblable à la radiothérapie, puisque des rayonnements ionisants sont utilisés pour éliminer la tumeur. Cependant, lors d'une curiethérapie, la source radioactive est placée via une chirurgie à proximité immédiate de la tumeur à traiter. Elle est réalisée seule, ou après chirurgie d'exérèse. La curiethérapie est indiquée en cas d'atteinte des lèvres, de la langue ou des fosses nasales. Cette modalité thérapeutique n'est donc pas la stratégie préférée dans le cadre des atteintes importantes nécessitant une pelvi-mandibulectomie interruptrice.

La chimiothérapie anticancéreuse désigne l'administration d'agents cytotoxiques pour traiter une tumeur. Encore une fois, la chimiothérapie peut être délivrée de multiples façons : concomitante à la radiothérapie, néo-adjuvante ou palliative. Lorsqu'elle est associée à la radiothérapie, on parle de « radiochimiothérapie » : elle accentue la radiosensibilité de la tumeur.

De nombreuses conséquences orales sont directement imputables aux traitements anticancéreux, mais les plus fréquentes sont l'apparition de mucites, de xérostomie (radiothérapie), de troubles de la gustation et de la déglutition entre autres.

2.2.3. Soins dentaires

Avant tout traitement, qu'il s'agisse de chimio- ou de radiothérapie, une mise en état de la cavité buccale est indispensable. Le dentiste doit procéder à un examen clinique et radiographique minutieux, repérer et éliminer les foyers infectieux potentiels ou avérés. Il pratique généralement un détartrage, des soins carieux lorsque c'est possible, et extrait les dents délabrées, non conservables ou mobiles. Les soins dentaires sont généralement réalisés le plus précocement possible, afin de ne pas retarder l'initiation des traitements.

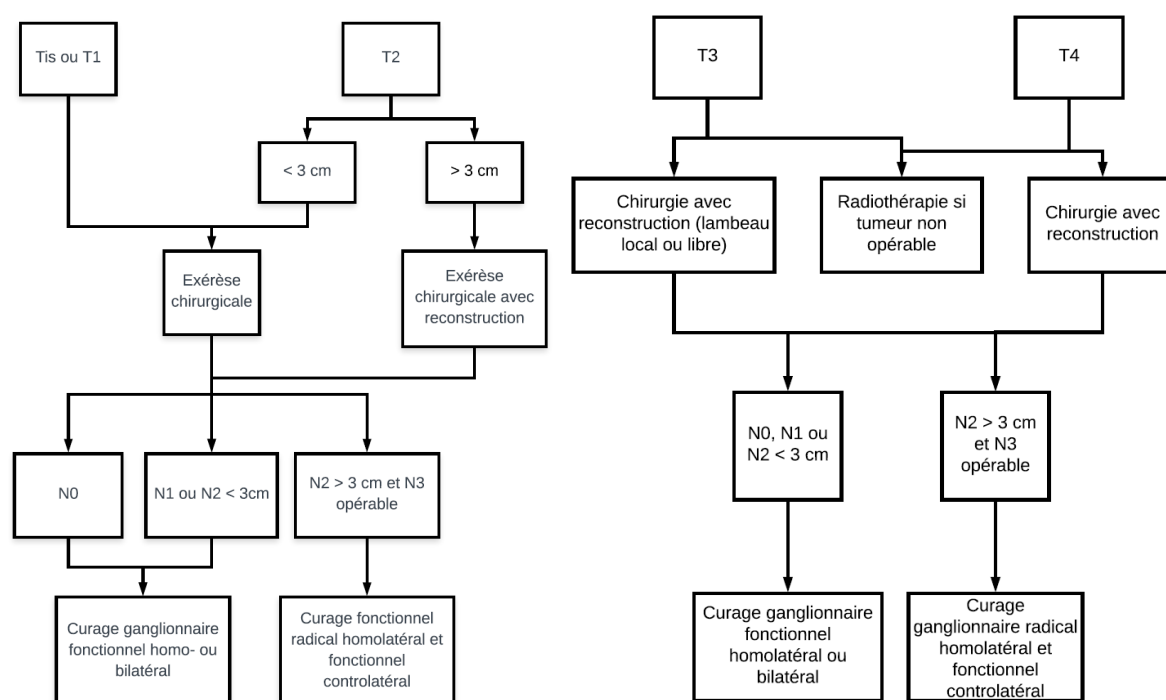
De nombreuses conséquences orales sont directement imputables aux traitements anticancéreux, mais les plus fréquentes sont l'apparition de mucites, de xérostomie (radiothérapie), de troubles de la gustation et de la déglutition entre autres. Il est donc important pour le chirurgien-dentiste de rappeler au patient l'existence de ces effets indésirables, et d'agir de manière préventive pour limiter au maximum leur impact : bains de bouche préventifs anti-mucite, prescription d'une brosse à dents chirurgicale, réalisation de gouttières fluorées pour les patients ayant subi une radiothérapie. L'hyposialie post-radique augmente fortement le risque carieux, et l'application quotidienne d'un gel hyperfluoré sur les surfaces dentaires est un traitement indispensable à la préservation des dents résiduelles.

2.2.4. Arbres décisionnels

En cancérologie, des recommandations claires stipulent les conduites à tenir en fonction de l'avancée tumorale.¹³

2.2.4.1. Tumeurs du plancher buccal

Figure 3 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers du plancher buccal

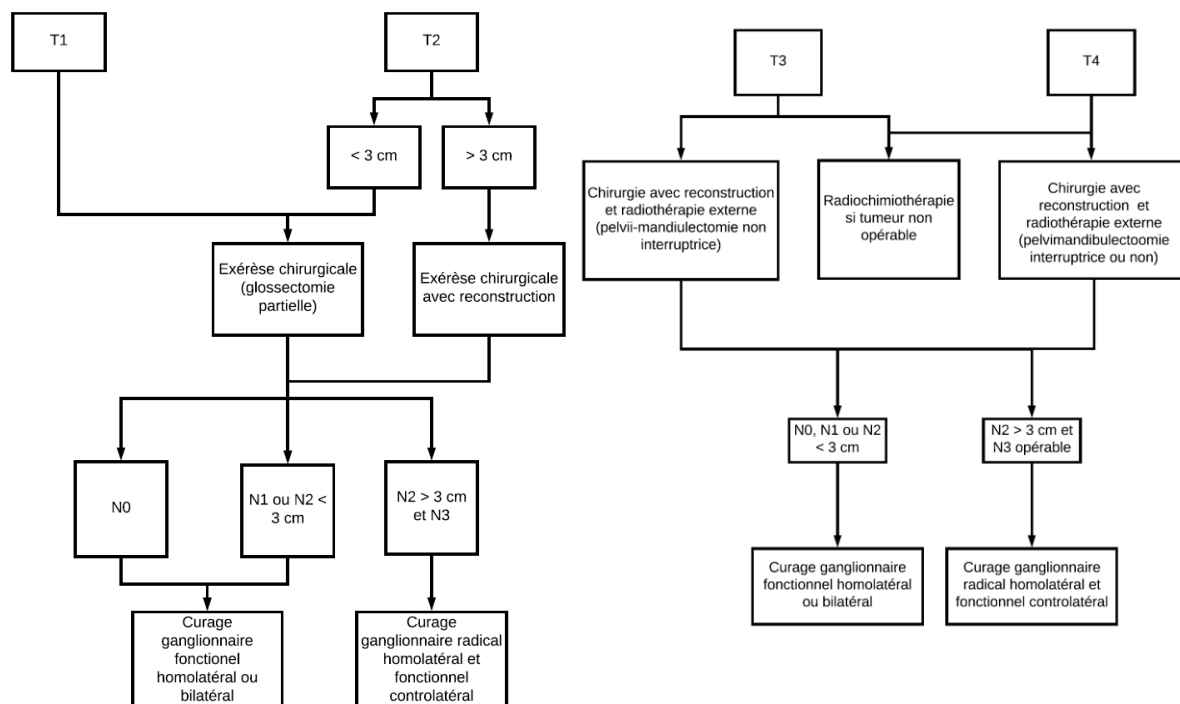


Source : Réseau d'oncologie-hématologie du Limousin, « cancers de la cavité buccale », 2011.

¹³ Réseau régional de cancérologie du Limousin, « Recommandations nationales : cancers de la cavité buccale. »

2.2.4.2. Tumeurs de la langue mobile

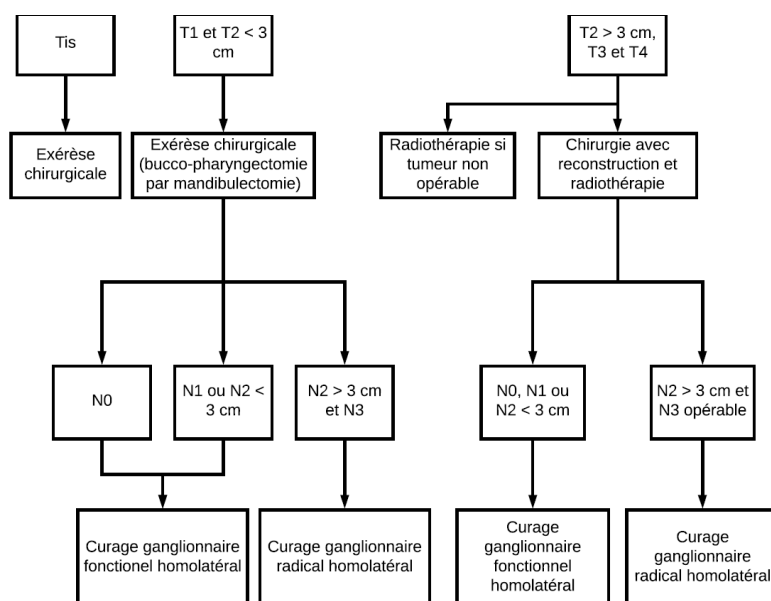
Figure 4 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la langue mobile



Source : Réseau d'oncologie-hématologie du Limousin, « cancers de la cavité buccale », 2011.

2.2.4.3. Tumeurs de la face interne de la joue

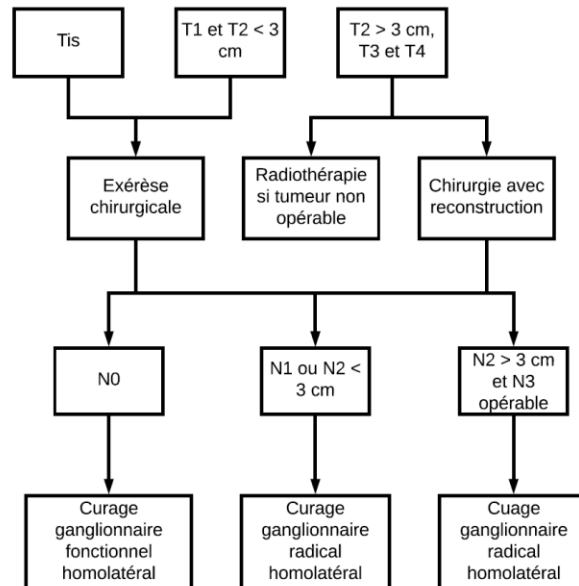
Figure 5 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la face interne de la joue



Source : Réseau d'oncologie-hématologie du Limousin, « cancers de la cavité buccale », 2011.

2.2.4.4. Tumeurs de la commissure intermaxillaire

Figure 6 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la commissure intermaxillaire



Source : Réseau d'oncologie-hématologie du Limousin, « cancers de la cavité buccale », 2011.

3 : Imagerie et planification

3.1. Imagerie

Les procédés d'imagerie occupent un rôle indispensable dans les thérapeutiques de reconstruction. Le domaine de la prothèse maxillo-faciale n'a pu bénéficier de l'apport des techniques d'imagerie que très tard : les techniques de tomodensitométrie (scanner) n'apparaissent qu'en 1970. L'orthopantomogramme et le Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) ne voient le jour, quant à eux, qu'à partir des années 1990. Aujourd'hui, il est inconcevable d'envisager une reconstruction mandibulaire complexe sans l'apport de l'imagerie et la visualisation anatomique précise qu'elle permet. Les techniques d'empreinte et de moulage ne permettent pas d'appréhender la morphologie d'un défaut « interne », surtout lorsque celui-ci n'existe pas encore puisque la résection n'a pas encore eu lieu. De même, l'anatomie des tissus résiduels (en cas de lésion déjà réséquée, ou en cas de traumatisme) est bien trop complexe pour être appréhendée par des matériaux à empreinte conventionnels (contre-dépouilles, communications). Une radiographie tridimensionnelle du massif maxillo-facial est donc nécessaire à la mise en place du projet chirurgical et prothétique : il peut s'agir d'un CBCT ou d'un scanner. Le CBCT a l'avantage de fournir une résolution nettement supérieure pour les structures osseuses, contrairement au scanner, qui du fait de son procédé d'acquisition en plusieurs balayages, peut entraîner des imprécisions. Le CBCT est également 2 à 4 fois moins irradiant que le scanner, avec cependant pour inconvénient de fournir un contraste plus faible, et une moindre précision quant à l'évaluation des tissus mous. La résolution demandée pour un CBCT est variable selon l'épaisseur des coupes, et il est d'usage d'utiliser l'appareil dans son mode « grand champ », pour visualiser l'intégralité des structures maxillo-faciales, et dans le mode « haute-résolution », pour bénéficier de la plus haute précision possible. Les coupes obtenues sont de l'ordre de 0,45 mm, et permettent lors de la modélisation une moindre marge d'erreur. Pour visualiser correctement la vascularisation cervicale, une échographie Doppler est réalisée. Elle permet de connaître l'anatomie vasculaire du site receveur, afin de se préparer aux micro-anastomoses.

Pour l'examen de la fibula, on réalise une angio-IRM (ARM). Certains auteurs préfèrent l'artériographie, mais il s'agit d'un examen invasif de seconde intention et l'examen de référence reste l'ARM, non-invasif et ne nécessitant ni injection de produit de contraste, ni exposition aux rayons X. L'objectif principal est de vérifier l'absence d'artérite du membre inférieur concerné, inflammation des parois vasculaires provoquant rétrécissements des vaisseaux et thromboses. L'absence de perméabilité vasculaire est en effet une contre-indication majeure, en raison du risque ischémique important survenant la ligature de l'artère fibulaire. En cas d'artérite, le chirurgien choisit alors

généralement l'autre jambe comme site donneur. L'autre objectif est de visualiser l'anatomie du pédicule vasculaire fibulaire, sa position au sein des tissus et ses dimensions, afin de faciliter et d'anticiper les micro-anastomoses chirurgicales.

3.2. Importance de la réhabilitation dentaire

La thérapeutique reconstructrice par lambeau fibulaire libre micro-anastomosé dont peuvent bénéficier les patients est une procédure longue et complexe, pour l'équipe soignante, et surtout pour les dits-patients. L'objectif du traitement est, comme détaillé précédemment, de permettre au patient de retrouver un visage esthétique tant que possible, une phonation correcte et un coefficient masticatoire lui permettant de vivre normalement. Cependant, l'aspect pluridisciplinaire de la thérapeutique est trop souvent sous-estimé, au détriment de la réhabilitation dentaire et prothétique. Une fois la greffe réalisée, les prothèses amovibles sont très instables : des implants peuvent être nécessaires pour retrouver un coefficient masticatoire correct, même s'il arrive que la solution amovible satisfasse pleinement le patient. La pose d'implants, lorsqu'un traitement par radiothérapie est prévu, doit idéalement être réalisée au cours de la reconstruction, en per-opératoire (site difficilement réopérable à cause de la radiothérapie et des brides post-chirurgicales).¹⁴ Toutefois, en l'absence d'irradiation (ostéonécrose par exemple), la pose des implants est réalisée indifféremment avant ou après la greffe. Lorsqu'elle est réalisée après la radiothérapie, le risque d'échec est plus élevé, en raison des capacités cicatricielles réduites du patient, des risques liés à une réintervention et des effets iatrogènes de la radiothérapie. Pour aboutir à une réhabilitation implantaire réussie, celle-ci doit donc être planifiée. Autrement, les patients ne bénéficient pas de traitement dentaire réel, alors même qu'ils ont subi une opération lourde au cours de laquelle, il aurait été possible de poser des implants. La réhabilitation prothétique devrait logiquement guider la thérapeutique puisqu'elle en constitue la finalité.

Plusieurs auteurs ont tenté de mettre en exergue la différence de qualité de vie ressentie chez les patients reconstruits et réhabilités, en comparaison aux patients qui ne bénéficient pas de réhabilitation. Pour ce faire, plusieurs outils permettent de quantifier de manière reproductible le ressenti d'un patient quant à son confort quotidien. Ce sont des questionnaires qui fournissent des scores, qu'on peut ensuite comparer entre différents groupes. On retrouve notamment :

- Le questionnaire University of Washington quality of life (UWQoL), qui apporte une note comprise entre 0 et 100 (100 étant la meilleure note) dans 12 domaines, avec entre autres la douleur, l'apparence, la mastication et la phonation.

¹⁴ Landric, « La reconstruction par lambeau libre de fibula ».

- Le questionnaire Oral Health Impact Profile (OHIP) qui évalue via un score de 0 à 100 (100 étant le pire score) 7 aspects de la vie quotidienne, avec par exemple la limitation fonctionnelle, la douleur, l'incapacité physique et le handicap ressenti.
- Le questionnaire Head and Neck Performance Status Scale (PSS), développé pour évaluer de 0 à 100 (100 étant la meilleure note) 3 domaines que sont l'alimentation (et donc la performance masticatoire), la diction et un aspect atypique mais significatif, le fait de manger en public.

Dans leur étude comparative, Pappalardo et al ¹⁵ ont confronté les scores UWQoL, OHIP et PSS de deux groupes de patients reconstruits par lambeaux fibulaires : 22 patients ayant bénéficié d'une réhabilitation implantaire, et 12 patients qui n'en ont pas bénéficié. Dans le score UWQoL, le score de chacun des 12 domaines est supérieur dans le premier groupe, avec 88,6 contre 77,1 pour l'activité ; 89,8 contre 81,3 pour les loisirs ; 86,4 contre 62,5 pour la mastication et 87,7 contre 72,5 pour l'anxiété. Les différences les moins significatives concernent les domaines comme la gustation et la salivation. Pour le questionnaire OHIP, les scores sont systématiquement meilleurs chez le groupe réhabilité : 22,6 contre 31,3 pour la douleur ; 26,1 contre 37,5 pour l'inconfort psychologique ; 22,2 contre 38,5 pour l'incapacité physique et 15,3 contre 21,9 pour le ressenti d'un handicap. Les scores du questionnaire PSS sont comparables aux scores des autres questionnaires : 92,3 contre 75 pour l'alimentation et la performance masticatoire, 95,5 contre 89,6 pour l'élocution, et 89,8 contre 72,9 pour le fait de manger en public. On observe que les patients qui bénéficient d'un traitement implantaire témoignent d'une qualité de vie plus importante que les autres, de manière prévisible dans les aspects fonctionnels de la vie quotidienne : la mastication pour l'UWQoL, et l'incapacité physique pour l'OHIP. L'impact de ces dysfonctions sur le ressenti psychologique des patients est majeur puisque les deuxièmes plus grandes différences concernent l'anxiété pour l'UWQoL et l'inconfort psychologique pour l'OHIP. Cette étude explique et démontre que la réhabilitation dentaire, à travers la planification implantaire, doit être considérée comme une part importante de la thérapeutique reconstructrice.

¹⁵ Pappalardo et al., « Long-term outcome of patients with or without osseointegrated implants after resection of mandibular ameloblastoma and reconstruction with vascularized bone graft : functional assessment and quality of life ».

3.3. Séquences de la prise en charge

3.3.1. Analyse et traitement des données

La procédure de reconstruction mandibulaire après une mandibulectomie interruptrice repose sur un processus de 4 séquences ordonnées : le bilan thérapeutique, la planification, la fabrication et l'intervention chirurgicale.

D'abord est établi le bilan thérapeutique, qui constitue la phase clinique et radiographique. Les objectifs de cette étape sont d'appréhender au mieux l'anatomie, la topologie et la complexité de la perte de substance, notamment grâce à l'imagerie. L'examen radiologique tridimensionnel de la sphère orofaciale est réalisé, via un scanner ou un CBCT. Cet examen permet la visualisation et l'analyse de la lésion tissulaire. Ces informations sont ensuite compilées dans un fichier informatique au format DICOM ou STL, exportable et utilisable par les logiciels de traitement d'images. Il permet la manipulation dans les trois dimensions de l'espace des données obtenues, afin d'en permettre l'analyse la plus précise possible. Une des fonctions majeures de l'utilitaire est la simulation virtuelle de la reconstruction de la perte de substance. Encore une fois, l'équipe thérapeutique peut alors prévoir l'architecture du futur greffon, et anticiper de ce fait les éventuelles difficultés de repositionnement de la pièce. Les ostéotomies réalisées en per-opératoire pour optimiser le placement du greffon sont alors accélérées, puisque parfaitement anticipées, et le temps d'ischémie du greffon en est raccourci. ¹⁶ Enfin, le logiciel de planification est doté d'une fonction de planification implantaire, permettant classiquement de mettre au point un pré-projet implantaire (nombre, position et dimensions des implants). Une fois la planification réalisée, le projet est exporté et confié aux ingénieurs de la société, qui coordonnent les aspects techniques de sa fabrication.

3.3.2. Prévisualisation

3.2.2.1 Planification de la greffe

La deuxième étape du processus de reconstruction correspond à la phase numérique de planification et de conception. Maintenant que l'acquisition des données radiographiques, ainsi que leur intégration au sein du logiciel ont été réalisées, il reste leur traitement numérique, pour aboutir à la conception de la pièce (ici, un guide chirurgical) par l'utilitaire. Les données radiologiques importées regroupent un ensemble de coupes (tomographie) que le logiciel va assembler progressivement pour reconstruire en volume et en surface la sphère orofaciale du patient. Une fois le massif facial

¹⁶ Wang et al., « Mandibular reconstruction with the vascularized fibula flap : comparison of virtual planning surgery and conventional surgery ».

réassemblé, l'objectif est de mettre en évidence, puis de séparer les zones anatomiques d'intérêts : la portion mandibulaire à réséquer, et le segment fibulaire donneur. Cette étape, qu'on appelle la segmentation, est ensuite finalisée par « le nettoyage » et la suppression des artefacts radiologiques.

La résection interruptrice est planifiée à l'aide du logiciel. Dans un premier temps, il est possible d'isoler l'os mandibulaire du massif maxillo-facial, pour mettre en évidence la lésion : c'est le contourage. A ce stade, aucune intervention chirurgicale n'a été réalisée, et la lésion persiste. Les modalités d'exérèse de la lésion s'appuient sur les conclusions du bilan thérapeutique : dimension de la résection, position des plans de coupe et structures saines à conserver. Les plans de coupe ainsi déterminés sont tracés virtuellement par l'opérateur pour simuler la résection mandibulaire. Ceux-ci tiennent compte des marges tissulaires de sécurité, de l'ordre du centimètre en périphérie de la lésion¹⁷, afin de réduire les risques de récurrence. D'autre part, il faut rappeler que la vascularisation du segment fibulaire provient du pédicule vasculaire fibulaire, mais aussi du périoste. Ainsi, chaque fragment fibulaire osseux ne doit pas mesurer moins de deux centimètres sur sa plus petite dimension, sous peine d'une insuffisance de vascularisation périostée et d'un risque de nécrose. Enfin, les plans de coupe doivent permettre une congruence optimale des fragments osseux.

Nous avons eu la chance de rencontrer les ingénieurs d'une firme, Materialise, qui nous ont présenté leurs travaux. La planification peut s'effectuer en 2 jours pour les cas simples, mais le délai total qui s'écoule entre l'envoi des examens radiographiques par le chirurgien, et la réception des pièces s'étend sur 3 semaines. Ce délai est dépendant de la coopération de tous les acteurs : ingénieurs, prothésistes, chirurgiens, dentistes. Les pièces obtenues sont soumises à de nombreux contrôles. Avant même leur fabrication, des ingénieurs (différents de ceux qui ont modélisé la pièce) contrôlent le respect des modalités de conception.

La communication entre le chirurgien et les ingénieurs responsables du projet pose le problème du secret médical. La production des pièces y est soumise puisque celles-ci sont des dispositifs médicaux uniques à chaque patient, et témoignant d'une pathologie devant rester confidentielle. Un système de numéro d'anonymat est mis en place afin de ne pas avoir besoin des données du patient pour identifier les pièces, mais les industriels sont contraints de vérifier l'exactitude des projets et leur corrélation avec la situation clinique du patient. Se pose également la question de la sécurité des données qui transitent entre l'équipe soignante et l'équipe technique. Les industriels ont pour ce faire mis au point un serveur sécurisé d'envoi de données, qui permet à tout soignant qui souhaite soumettre un projet de transmettre ses données sans risque. Là encore, les données sont parfois transmises par simple voie postale, dans des conditions de sécurité non optimales.

¹⁷ Martel et Dosquet, « Prise en charge diagnostique et thérapeutique du carcinome basocellulaire de l'adulte ».

3.3.2.2. Planification implantaire

Chez les patients classiques présentant un édentement, la thérapeutique implantaire figure dans l'arsenal thérapeutique, au même titre que les solutions amovibles. Chez les patients souffrant de pertes de substance mandibulaires volumineuses, les prothèses amovibles seules sont instables, pour plusieurs raisons ¹⁷ :

- La morphologie de l'édentement souvent atypique déstabilise la prothèse
- L'absence de sillon pelvi-lingual, couplé au défaut de volume osseux offre une surface insuffisante pour la stabilisation et la sustentation de la prothèse
- La xérostomie liée à la radiothérapie empêche le maintien normal de la prothèse

L'apport de l'implantologie permet alors un meilleur confort fonctionnel, mais aussi psychologique chez ces patients. L'os fibulaire étant dense et volumineux, la pose d'implants et leur ostéointégration y est parfaitement possible, et largement documentée. Gurleek et coll ¹⁸ démontrent un taux de succès à 7 ans supérieur pour l'os fibulaire par rapport à l'os mandibulaire (91,5 % contre 81,8 %), tandis que Barrowman et coll ¹⁹ rapportent un taux de succès pour les implants fibulaires de 71,4% à 15 ans, contre 100 % pour les implants mandibulaires.

Aucun consensus n'existe quant aux délais d'implantation. Certains auteurs ne relèvent pas de différence significative selon les délais, et d'autres préconisent une implantation différée pour une position optimale, non sujette aux modifications cicatricielles. Chez les patients porteurs de lésions cancéreuses, il est d'usage d'attendre au minimum 18 mois, puisque c'est durant ce délai que surviennent la majorité des récives tumorales. Lorsqu'on souhaite une implantation pré-radiothérapie, il est cette fois nécessaire d'implanter 5 à 6 semaines au minimum avant le début de l'irradiation, pour conserver une cicatrisation primaire satisfaisante. L'implantation immédiate, c'est-à-dire dans le même temps que la chirurgie reconstructrice, permet de diminuer le nombre d'interventions chirurgicales, et apporte un gain de temps significatif. La fonction masticatoire du patient est plus rapidement retrouvée, favorisant l'acceptation globale du traitement par le patient et sa réadaptation. Il est toutefois nécessaire, au même titre que pour la greffe chirurgicale, de planifier de manière exhaustive la pose de ces implants pour aboutir à une réhabilitation dentaire finale pleinement fonctionnelle.

¹⁸ Gürlek et al., « Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction ».

¹⁹ Barrowman, Wilson, et Wiesenfeld, « Oral rehabilitation with dental implants after cancer treatment ».

3.3.3. Fabrication

Une fois fabriquée, la pièce est gravée d'un numéro de série, et on vérifie par un contrôle qualité les propriétés physiques du matériau. Elle est scannée par un laser afin de vérifier sa concordance avec le projet initial. Enfin, la pièce est reprise manuellement par un technicien pour en assurer les finitions.

3.4. Intérêts de la planification

Globalement, l'apport du logiciel concerne :

- La modélisation anatomique et la simulation de résections/mouvements à partir de l'imagerie
- La fabrication de modèles anatomiques pour visualiser des structures, l'aide au diagnostic et à la préparation de dispositifs médicaux
- La fabrication de guides chirurgicaux et de prothèses sur-mesure

*Wenhao et al*²⁰ proposent plusieurs critères pour caractériser l'apport de la planification lors des thérapeutiques mandibulaires reconstructrices : le temps total d'intervention, la différence entre les distances inter-condyliennes pré- et post-opératoires, la différence entre les distances séparant les angles mandibulaires pré- et post-opératoires, la différence entre les distances antéropostérieures pré- et post-opératoires, et la différence entre les valeurs des angles goniaux en pré- et post-opératoire. Ils relèvent un temps d'intervention moyen de 6,54 heures pour le groupe témoin, contre 5,54 heures pour les patients bénéficiant d'une planification pré-opératoire, une différence entre les distances inter-condyliennes de 4,48 mm contre 2,92 mm, une différence entre les distances séparant les angles mandibulaires de 4,79 mm contre 2,93 mm, une différence entre les distances antéropostérieures de 5,61 mm contre 4,31 mm, et une différence entre les angles goniaux de 5,88 mm contre 3,85 mm. D'après cette étude, un gain de temps per-opératoire d'une heure est objectivable, ainsi que de moindres différences anatomiques après l'intervention par rapport à la situation pré-opératoire, signifiant une meilleure intégration esthétique et fonctionnelle du greffon.

*Matthias Mottini et al*²¹ proposent d'autres critères, plus techniques. Ils rapportent, grâce à la planification tridimensionnelle, une congruence osseuse optimale, une meilleure adaptation entre l'os fibulaire et les tissus mous, une stabilité des fragments osseux améliorée et une vascularisation des tissus mous de recouvrement supérieure. Selon eux, la possibilité pour l'équipe chirurgicale de pré-

²⁰ Ren et al., « Virtual planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap ».

²¹ Mottini et al., « New approach for virtual surgical planning and mandibular reconstruction using a fibula free flap ».

visualiser l'intervention est un facteur critique dans l'obtention des éléments cités précédemment, en plus de l'aide fournie par les guides de coupe et des outils issus de la planification virtuelle.

Y. Y. Wang *et al* ²² utilisent des critères chirurgicaux, et des critères anatomo-fonctionnels post-opératoires. Comparant un groupe pour lequel une planification virtuelle est utilisée, à un groupe témoin, ils rapportent un temps d'ischémie du lambeau de 45 minutes contre 63 minutes et un temps total d'intervention de 4,5 heures contre 5,8 heures, respectivement. En s'appuyant sur des clichés radiographiques tridimensionnels post-opératoires, ils rapportent une placement correct du condyle chez 100 % des patients, contre 54 % des patients, un contact osseux précis chez 95 % des patients, contre 71 %, une congruence précise entre les plaques de stabilisation, la mandibule et le segment fibulaire chez 95 % des patients, contre 63% des patients. Un rendu esthétique satisfaisant est obtenu chez 95 % des patients, contre 77 % pour le groupe témoin. Enfin, l'intégralité des patients dont la chirurgie a été planifiée a pu s'alimenter normalement (après un délai non précisé), contre 86 % des patients du groupe témoin. De même, tous les patients ont retrouvé une diction normale (après un délai inconnu) chez les patients test, contre 97 % dans le groupe témoin. Cette étude expose un gain de temps d'ischémie du lambeau de 18 minutes, et d'1,3 heure pour l'intervention totale. Elle démontre également un résultat fonctionnel et esthétique amélioré, objectivé cliniquement et radiographiquement.

Les apports de la planification tridimensionnelle lors des reconstructions mandibulaires semblent permettre une économie de temps, notamment en peropératoire, mais aussi une meilleure conformation du greffon, aboutissant à terme à une meilleure intégration esthétique et fonctionnelle, par rapport à la technique conventionnelle. Cette approche permet à l'équipe de soigneurs d'être guidée tout au long du traitement. C'est une méthode accessible à tout professionnel de santé, qui autorise les cas complexes (asymétries notamment) et fournit une prédictibilité incontestable. Un des inconvénients de cette méthode est qu'elle apporte une solution finale non modifiable, définitive : il est impossible de changer d'avis ou de modifier le projet une fois celui-ci terminé, ce qui oblige l'équipe chirurgicale à s'adapter en cas d'imprévu (adaptation inégale des guides ou évolution de la lésion).

²² Wang et al., « Mandibular reconstruction with the vascularized fibula flap : comparison of virtual planning surgery and conventional surgery ».

3.5. Exemple d'un cas

Après la réalisation du projet par les ingénieurs bio-médicaux, ceux-ci fournissent un compte-rendu du travail réalisé.

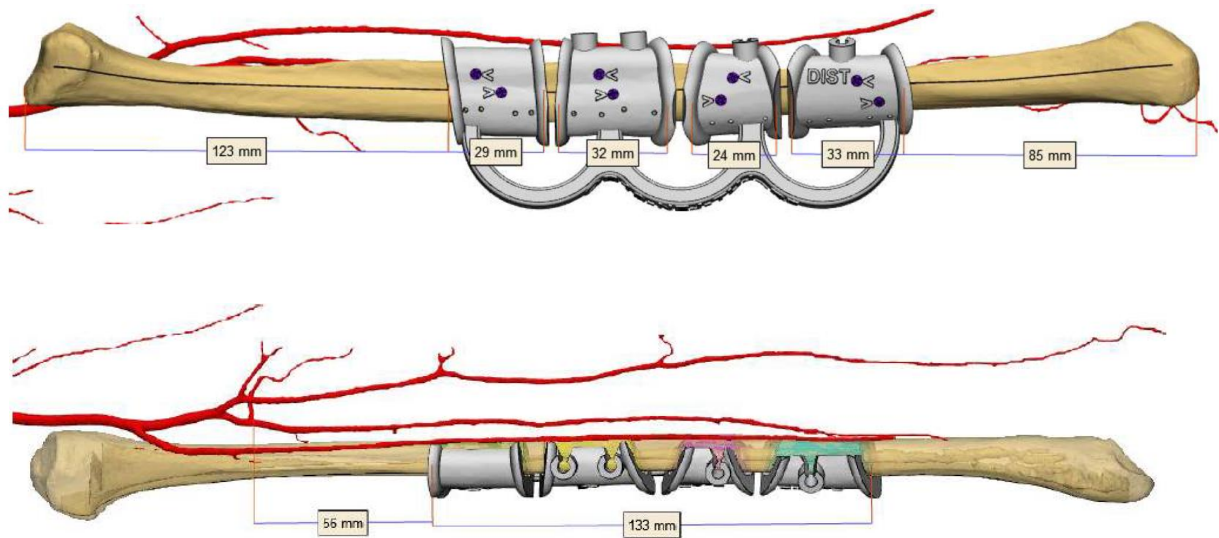
On retrouve d'abord l'ensemble des pièces ayant été fabriquées sur-mesure après planification : les différentes plaques de reconstruction, nécessaires à la fixation du greffon osseux sur la mandibule résiduelle, et les guides d'ostéotomies. Ceux-ci sont uniques et ne peuvent se positionner sur les structures osseuses que d'une seule manière, garantissant le respect du plan de coupe. Ici, trois guides en polyamide sont fournis : deux guides mandibulaires, et un guide fibulaire.

Figure 7 : Liste des dispositifs fabriqués à l'issue du projet.

	Plaque de reconstruction en titane	
	Plaque de reconstruction en titane	
	Plaque de reconstruction en titane	
	Plaque de reconstruction en titane	
	Guide d'ostéotomie et de pré-forage mandibulaire en polyamide	
	Guide d'ostéotomie et de pré-forage mandibulaire en polyamide	
	Guide d'ostéotomie et de pré-forage de fibula en polyamide	

Source : Materialise, Rapport de conception d'une reconstruction mandibulaire par fibula.

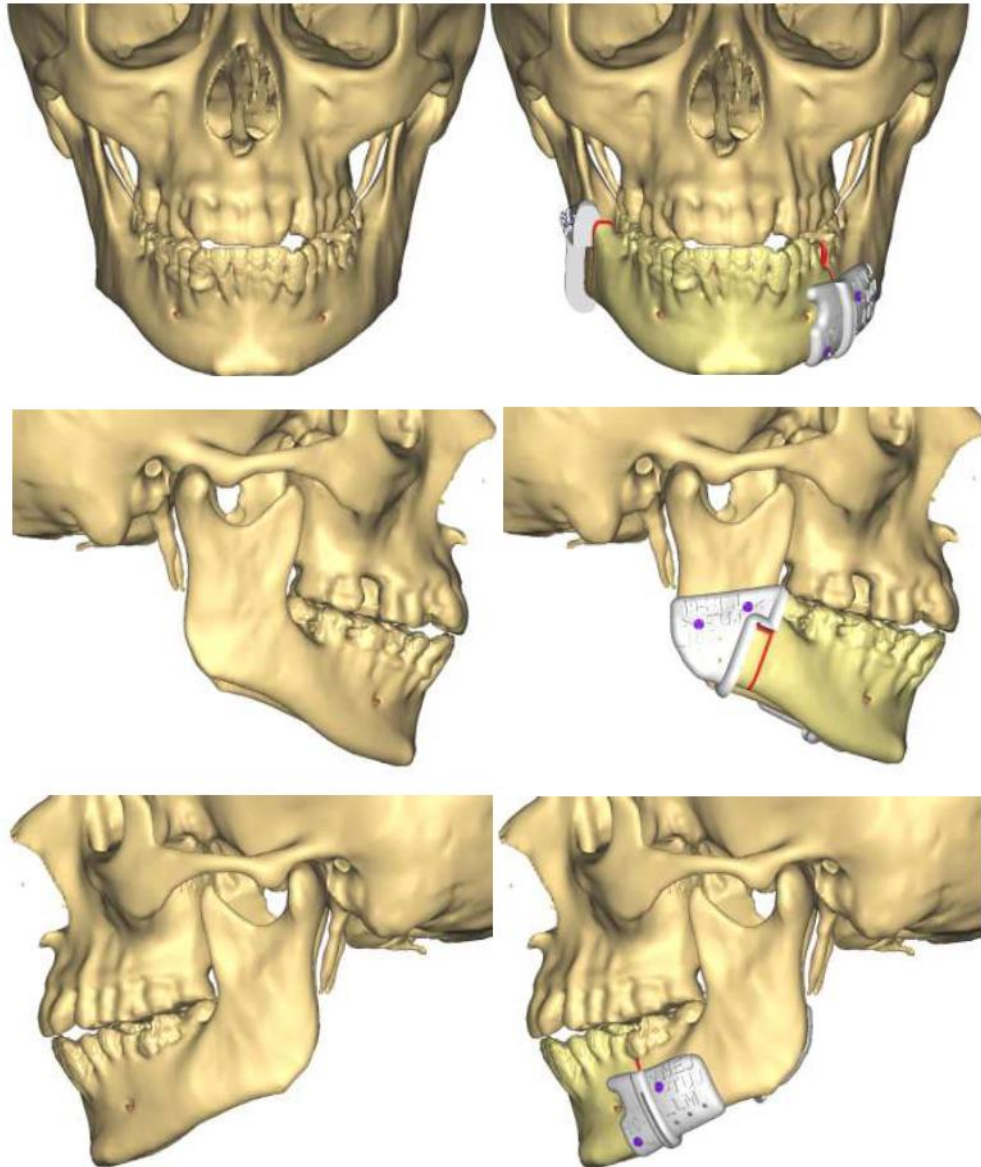
Figure 8 : Guide d'ostéotomie fibulaire



Source : Materialise, Rapport de conception d'une reconstruction mandibulaire par fibula.

Ici, le guide fibulaire polymérique est représenté en position sur la fibula. Les examens d'imagerie préalables ont permis son positionnement par rapport aux différents troncs vasculaires. Avant les sections osseuses, le guide de coupe est fixé aux segments osseux par des vis de pré-forage, empêchant d'éventuels mouvements. Le guide est constitué de 4 parties, pour permettre la section de la fibula en quatre fragments, pour reformer la courbure mandibulaire. Un code couleur permet de les individualiser, il est respecté tout au long de la planification. Les guides de coupe sont polyvalents, puisqu'ils servent également de guides chirurgicaux pour la pose d'implants. Ils sont donc perforés pour accueillir les vis de stabilisation, mais aussi les forets implantaires. Sur cette vue, on observe que les fragments bleu et violet contiendront chacun un implant, que le fragment jaune en contiendra deux, et que le fragment vert n'en contiendra aucun.

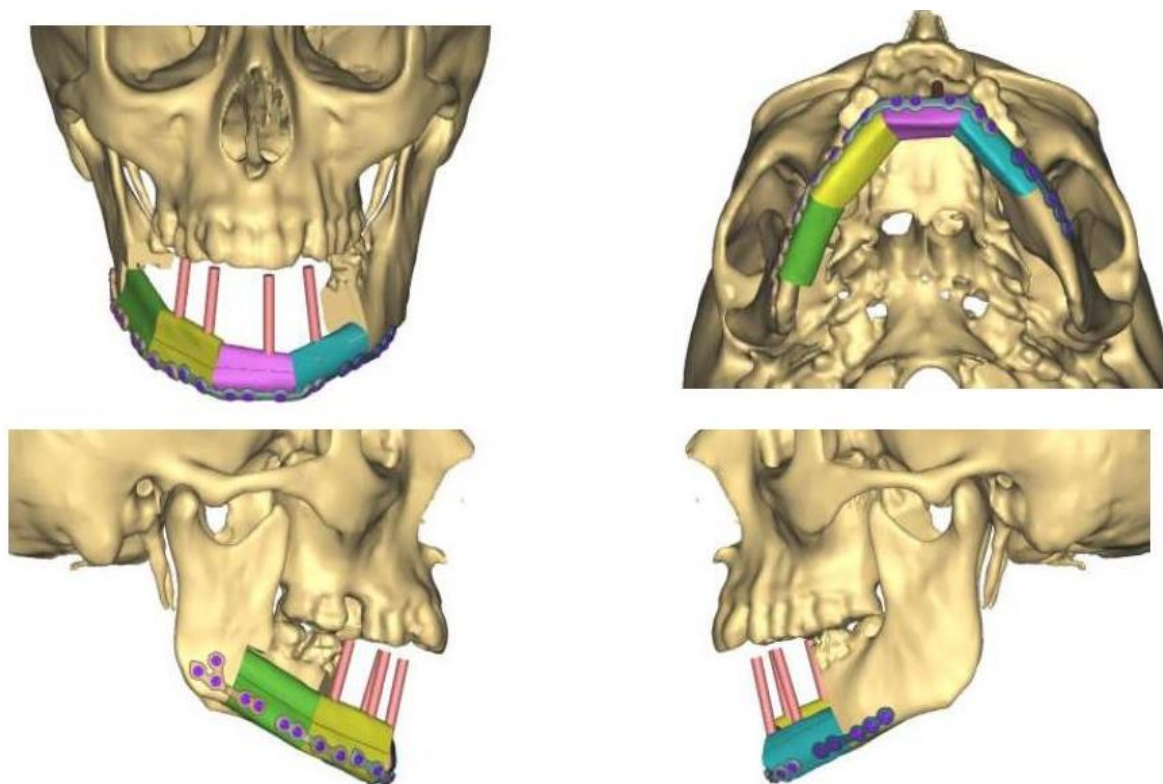
Figure 9 : Modélisations tridimensionnelles faciales et latérales, avec et sans guides mandibulaires



Source : Materialise, Rapport de conception d'une reconstruction mandibulaire par fibula.

Ici, la résection à effectuer est antérieure, bilatérale et interromptrice. A droite, le plan de coupe se situe derrière la dernière molaire, tandis qu'il est en regard de la deuxième molaire à gauche. Les condyles et les branches montantes sont conservés.

Figure 10 : Modélisation de la position finale du greffon et des implants



Source : Materialise, Rapport de conception d'une reconstruction mandibulaire par fibula.

Chez cette patiente, c'est la thérapeutique implantaire qui a été retenue. Les ingénieurs modélisent alors les différents fragments fibulaires en place, fixés grâce aux plaques de reconstruction, et réalisent la planification implantaire. Le nombre d'implants ayant été fixé par le chirurgien-dentiste, les spécialistes de Materialise vont alors les positionner virtuellement dans le greffon, en fonction de l'arcade antagoniste. Ils choisissent leur axe et leur longueur, pour satisfaire aux principes biomécaniques régissant la stabilité implantaire.

4. CFAO et impression 3D

4.1. Conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO)

4.1.1. Description

La CFAO, en dentisterie, désigne l'ensemble des équipements et outils de la chaîne numérique, de la modélisation à la fabrication des pièces. Elle correspond donc aux équipements permettant l'acquisition de données tridimensionnelles (imagerie), aux utilitaires et logiciels de conception, et outils de fabrication. Développée dans l'industrie dans les années 60, elle permet la simplification et la standardisation des techniques de fabrication.

Dès 1973, alors que les professionnels restent septiques quant à l'intérêt d'une technique de standardisation dans un domaine de personnalisation comme la dentisterie, François Duret étend la CFAO à la réalisation d'éléments prothétiques dentaires. Aujourd'hui, la CFAO permet de fabriquer des prothèses fixées unitaires ou plurales, des prothèses amovibles et trouve un grand intérêt en chirurgie (maxillo-faciale, orthognatique) avec la fabrication de guides chirurgicaux. Les matériaux disponibles sont de plus en plus nombreux : métaux (précieux et non précieux), résines (composites, et hybrides associées à des céramiques) et céramiques.

4.1.2. Fonctionnement

La CFAO doit être considérée comme un cheminement, une chaîne numérique regroupant l'ensemble des étapes unitaires permettant d'aboutir à la fabrication du produit, sans rupture de continuité.

La première étape des systèmes de CFAO en odontologie correspond à l'acquisition des données numériques, à la fois sur l'arcade censée accueillir l'élément prothétique, mais également sur l'arcade antagoniste, pour des raisons logiques d'équilibre occlusal. L'acquisition des données se fait généralement au cabinet dentaire via une empreinte optique, à l'aide d'une caméra intra-orale, ou par le prothésiste après réception d'une empreinte conventionnelle qui sera numérisée au laboratoire. Le fichier est alors obtenu au format STL.

La deuxième étape du système désigne la conception assistée par ordinateur (CAO) : elle renvoie à la modélisation des restaurations. Celle-ci est réalisée grâce à des logiciels performants, disposant d'une interface qui octroient au chirurgien-dentiste (et au prothésiste) la possibilité de concevoir, de modifier et d'ajuster les dimensions des pièces prothétiques. Ces utilitaires prennent

également en compte les rapports inter-maxillaires, ou les déterminent numériquement. Les données analogiques issues de l’empreinte optique sont converties en données numériques, et chaque point de l’acquisition se voit attribuer des coordonnées dans l’espace (x ; y ; z). La majorité des logiciels de CAO disposent d’un noyau graphique de modélisation à géométrie polygonale, générant un maillage de points. A partir d’une bibliothèque d’images, le logiciel dessine grossièrement la pièce voulue : c’est alors au dentiste et au prothésiste de redéfinir plus précisément les contours de la future prothèse.

La troisième et dernière étape est la fabrication assistée par ordinateur (FAO). La FAO correspond à la préparation de la fabrication de la pièce, selon le procédé et le matériau disponibles, à travers la création d’une séquence de production. La FAO peut donc être considérée comme l’intermédiaire entre la CAO, et la machine-outil qui met en forme le matériau. La fabrication de la pièce peut se faire par techniques soustractives (usinage), ou par techniques additives. Ici, c’est sur les techniques additives que nous nous concentrerons.

4.1.3. Convergences

L’idée de ce travail est de souligner le parallèle entre les techniques de planification couramment utilisées dans la dentisterie quotidienne, et les techniques de planification mises en œuvre lors des reconstructions. La modélisation d’une restauration unitaire par un dentiste, la planification d’un traitement implantaire (choix de l’implant, fabrication des guides) et la planification tridimensionnelle d’une reconstruction mandibulaire sont semblables dans leur nature, comme dans leur finalité. L’acquisition des données, la conception numérique et la fabrication des pièces permettent à chaque fois une meilleure précision, une meilleure adaptabilité, un gain de temps et de matériau, et tout cela de manière reproductible. Les techniques numériques gagnent à être démystifiées, et l’apport du dentiste dans des cas de reconstructions mandibulaires planifiées est non négligeable.

4.2. Impression tridimensionnelle

4.2.1 Généralités

Il est communément admis que l’inventeur de l’impression 3D, mais plus précisément de la stéréolithographie, est l’américain Chuck Hull, qui dépose un brevet en 1984 au nom de sa société 3D Systems.²³ Il faut toutefois rappeler que le 16 juillet 1984, c’est-à-dire 2 semaines avant le dépôt de brevet de Hull, trois français déposent un brevet pour les procédés d’impression tridimensionnelle.

²³ Ceyte, « L’impression 3D, fonctionnement et perspectives en chirurgie dentaire. »

Dans le cinéma d'animation, le concept est abordé 12 ans auparavant, dans Tintin et le lac aux requins.

24

L'impression tridimensionnelle, ou fabrication additive, est en fait une sous-discipline du prototypage rapide, technique de fabrication commandée par ordinateur, qui permet d'aboutir à la fabrication de pièces prototypes, de maquettes. La fabrication additive, comme son nom l'indique, s'oppose aux techniques soustractives comme l'usinage, par exemple. Les pièces peuvent être obtenues par dépôt de matière fondue, par polymérisation de résine ou même par agglomération de poudre. Par rapport aux techniques soustractives, la fabrication additive a l'avantage d'offrir plus de liberté, notamment pour la fabrication de pièces de forme complexes, ou personnalisées. Il est d'ailleurs possible d'imprimer des pièces composées de plusieurs matériaux différents (technique « polyjet »). Cependant, elle ne permet pas la fabrication en série, et ne permet pas de travailler avec tous les matériaux. La fin des brevets de l'impression tridimensionnelle a provoqué son développement massif et son extension jusqu'aux particuliers. C'est en 1999 que la première prothèse issue de l'impression 3D est greffée sur un humain : il s'agit d'une vessie artificielle, au sein d'un institut américain. En 2012, une patiente a bénéficié pour la première fois d'une greffe de mandibule intégrale en titane. L'impression 3D est un système ouvert et de ce fait dynamique, particulièrement adapté à la fabrication de pièces uniques et personnalisées, utiles en ingénierie biomédicale.

4.2.2 Applications

4.2.2.1. En chirurgie dentaire

L'apport de l'informatique et de la numérisation en chirurgie dentaire est déjà bien établi. En effet, on peut par exemple citer l'utilisation de plus en plus régulière de la CFAO dans le domaine de la prothèse fixée au sein des laboratoires dentaires, et même dans certains cabinets. Il s'agit souvent d'une fabrication (après conception) par usinage, et donc d'une technique soustractive, ce qui n'est pas le cas de l'impression tridimensionnelle (« fabrication additive »). Cependant, de nombreuses sociétés proposent des chaînes complètes de fabrication additive de pièces prothétiques dentaires. Certaines prothésistes utilisent la fabrication additive pour réaliser des prototypes (prototypage rapide), afin de visualiser l'aspect d'une pièce complexe, avant sa réalisation définitive. En prothèse amovible, l'intérêt du processus concerne la réalisation de châssis métalliques, et plus précisément de leurs maitres-modèles. Les porte-empreintes individuels peuvent aussi être fabriqués de cette manière. En orthodontie, les aligneurs sont facilement modélisables puis réalisables par impression

²⁴ Hergé et Régnier, Les aventures de Tintin : Tintin et le lac aux requins.

tridimensionnelle. L'apport de la planification numérique en chirurgie orthognatique est particulièrement vaste : il est notamment possible de planifier le mouvement à appliquer aux structures osseuses, de dessiner l'architecture des plaques d'ostéosynthèse, de produire des guides de forage personnalisés. Enfin, de nombreux laboratoires proposent, dans le cadre de la chirurgie implantaire, des guides chirurgicaux modélisés virtuellement, puis produits par fabrication additive. Un laboratoire français développe même des implants dentaires obtenus avec des imprimantes 3D. Les pièces produites sont généralement faites en polyamide (polymère plastique) ou en résines. Le polyamide a l'avantage d'être plus facile à manier et à travailler, tandis que la résine permet quant à elle de mettre en évidence certaines structures par coloration.

L'intérêt majeur de la fabrication additive en prothèse dentaire réside dans l'économie de temps réalisée,²⁵ mais également dans la diminution du coût de fabrication de ces pièces, puisque la fabrication additive permet un moindre gaspillage des matériaux, par rapport à la fabrication soustractive.

4.2.2.2. En chirurgie maxillo-faciale

La modélisation virtuelle est fréquemment utilisée en chirurgie maxillo-faciale pour transformer des informations issues de l'imagerie en données physiques, concrètes. L'intérêt est de modéliser des structures faciales, souvent peu accessibles et à l'anatomie complexe, pour obtenir leur copie claire et précise à travers un logiciel. La précision et l'exactitude des images obtenues, permises grâce aux performances des appareils d'imagerie et à la fiabilité des nouveaux logiciels, constitue une aide importante aux chirurgiens : ils sont aidés dans leur prise de décision thérapeutique, mais aussi dans leur geste chirurgical grâce aux nombreux outils issus de la modélisation (choix de la voie d'abord, position des ostéotomies).

La modélisation a aussi un intérêt didactique, puisque couplée à l'impression 3D, elle permet la fabrication de prototypes, et plus précisément de fantômes, copies conformes d'organes ou même de patients complets, sur lesquels les différents médecins peuvent s'exercer. Ils anticipent alors les éventuelles difficultés opératoires, et perfectionnent leur geste puisque les matériaux imprimés sont biomimétiques sur le plan mécanique, comme sur le plan biologique. Egalement, l'impression de modèles améliore le niveau de communication entre les professionnels de santé puisque ceux-ci peuvent plus facilement se comprendre et se concerter, autour d'un modèle précis et fiable. Enfin, c'est aussi une manière efficace pour les médecins de communiquer avec leurs patients, en leur expliquant visuellement les caractéristiques de leur pathologie, et les modalités de leur traitement.

²⁵ Ren et al., « Virtual planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap ».

5 : Mise en œuvre chirurgicale

5.1. Exérèse

L'exérèse chirurgicale constitue le premier temps du traitement chirurgical : l'objectif est la résection totale des tissus atteints. Elle est systématiquement pratiquée sous anesthésie générale. Puisque la cavité orale doit être dégagée, le patient est intubé par les voies nasales, et une trachéotomie est réalisée. La lésion primitive (cancéreuse ou ostéonécrotique) est éliminée, mais en raison du risque important de récurrence, le chirurgien élimine une partie des tissus périphériques afin d'éviter la persistance de cellules atteintes, ce sont les marges de sécurité. Elles sont de l'ordre d'un centimètre dans toutes les directions. Généralement, le chirurgien résèque la tumeur en un seul morceau, qui sera envoyée au laboratoire pour des analyses histo-pathologiques. Le chirurgien doit réaliser une résection large, afin d'éviter de laisser des cellules atteintes résiduelles sur le site. L'abord choisi est quasi systématiquement l'abord cervical, puisque c'est une manière fiable de protéger les rameaux mandibulaires du nerf facial.

Le protocole opératoire s'organise selon la séquence suivante :

- Le chirurgien réalise des incisions bilatérales, pratiquées de la région mastoïdienne à la zone sous-mentale : elles s'y rejoignent entre le menton et le relief hyoïdien.
- La dissection est pratiquée, de la face profonde du muscle peaucier, jusqu'au rebord basilaire mandibulaire. Le lambeau levé est un lambeau contenant de la peau et du tissu musculaire. Il est fixé par des pinces.
- Le chirurgien peut alors entamer le curage ganglionnaire si celui-ci est prévu, pendant lequel l'isolement et la préparation des structures vasculaires du site receveur sont également réalisés : il s'agit de l'artère thyroïdienne supérieure, branche collatérale de l'artère carotide externe, et des branches du tronc veineux thyrolingual de Farabeuf, qui rejoint la veine jugulaire interne à hauteur de l'os hyoïde (veine faciale, veines linguales, veine thyroïdienne supérieure et veines pharyngiennes).
- Les incisions endobuccales sont pratiquées, afin de fournir un accès à la région d'exérèse : une incision muqueuse est réalisée sous la ligne muco-gingivale, dans le but de préserver le plus de muqueuse possible pour la fermeture du site. Lors de l'exérèse de la tumeur, la muqueuse

est sectionnée au niveau de la zone de résection osseuse, et la pointe linguale est amenée vers le haut.

- Le chirurgien réalise les sections osseuses verticalement grâce à une scie oscillante, et le fragment, duquel la tumeur est restée solidaire, est tracté progressivement par section des parties molles.
- Tous les vaisseaux sectionnés sont obligatoirement ligaturés. Les hémorragies peropératoires sont gérées par électrocoagulation.

5.2. Lambeaux libres

Comme expliqué précédemment, les différentes fonctions assurées par l'appareil manducateur, et notamment par la mandibule, rendent préférable une reconstruction. Cependant, la morphologie de l'os mandibulaire, son volume, et la diversité des tissus concernés imposent une technique et un procédé spécifiques.

5.2.1. Lambeaux fibulaires

Les lambeaux fibulaires libres micro-anastomosés constituent la technique de référence pour la réhabilitation des pertes de substance mandibulaires volumineuses. La difficulté du procédé vient du fait qu'il faille conformer l'os fibulaire, longiligne, en un arc angulé dans les 3 plans de l'espace. De plus, la technique nécessite des micro-anastomoses, uniquement réalisables par des chirurgiens expérimentés. L'objectif, en plus de redonner un galbe et une morphologie faciale normale, est de restituer la fonction et de préparer la réhabilitation dentaire.

Les tissus résiduels et leur qualité sont une difficulté supplémentaire, puisque dans le cas de résections tumorales, le patient peut subir un traitement de radiothérapie qui perturbera la cicatrisation du site et la vascularisation du greffon.

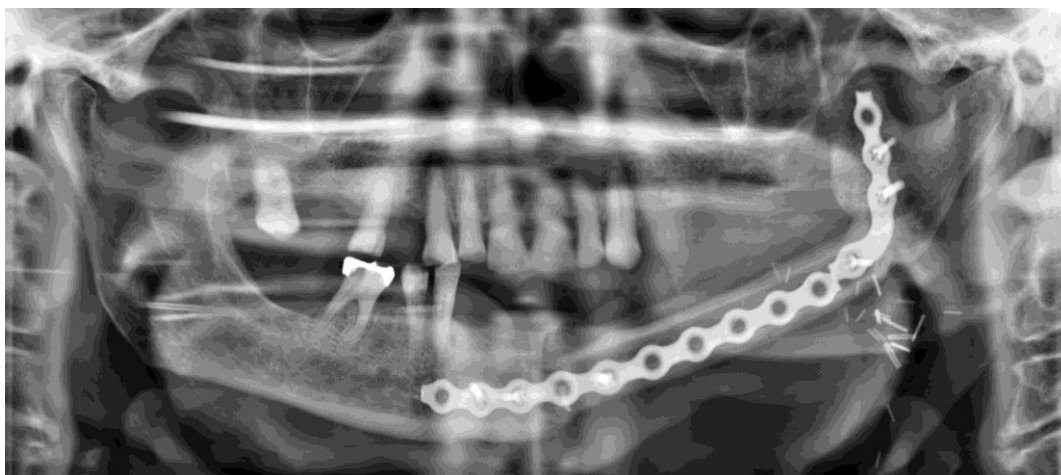
Les lambeaux fibulaires libres sont des lambeaux dits composites, puisque comprenant de l'os et des tissus mous. Décrits pour la première fois par *Taylor et Miller* en 1975 ²⁶, ils comprennent une composante osseuse (l'os fibulaire), une composante musculaire (long fléchisseur ou muscle péroniers), une palette cutanée et un pédicule vasculaire (artère fibulaire et deux veines). La greffe fibulaire apporte un segment osseux bicortical pouvant atteindre 25 cm. L'os est dense et permet, lorsqu'une thérapeutique implantaire est envisagée, une stabilité primaire satisfaisante. Les avantages de cette technique sont multiples. L'os apporté est de bonnes qualités, volumineuses, et viables grâce

²⁶ Taylor, Miller, et Ham, « The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques ».

aux anastomoses. La cicatrisation en est optimisée, également parce que l'adaptation du greffon au site receveur est possible. Aucune atteinte de la marche n'est objectivée après la période de récupération communément fixée à 3 mois. Enfin, la distance entre les deux sites opératoires permet une intervention simultanée des deux équipes et un gain de temps significatif. L'intervention est toutefois longue, lourde, et demande une maîtrise technique importante. La chirurgie peut durer jusqu'à onze heures, et le temps d'ischémie du lambeau (2 heures) influence significativement la viabilité de la greffe. Le coût de l'intervention est également à prendre en compte, même si une prise en charge et un remboursement existent. Du point de vue du patient, cette prise en charge permet de faciliter les choses dans un contexte déjà délicat. Du point de vue de la santé publique, ce type d'intervention à un coût non négligeable : soins de longue durée, hospitalisation, personnel spécifique. C'est donc également à cette échelle que la planification trouve son intérêt, puisqu'en réduisant les temps d'intervention, elle participe à la diminution globale des coûts.

L'intervention est réalisée en double équipe : la première équipe s'attèle à la résection de la lésion mandibulaire, prépare un abord cervical pour faciliter l'accès aux vaisseaux receveurs et pour réaliser si besoin un évidement ganglionnaire. L'autre équipe, de son côté, prélève la fibula accompagnée de son pédicule vasculaire et d'une palette cutanée. Un moyen simple de contrôler la perfusion vasculaire du lambeau fibulaire et de vérifier sa coloration. Les chirurgiens réalisent des ostéotomies grossières en lieu et place des futurs angles gonioniques et parasymphysaires, pour simuler la courbure de l'os mandibulaire, uniquement à partir d'examens cliniques et radiologiques.

Figure 11 : Radiographie panoramique d'une reconstruction mandibulaire par lambeau libre de fibula et plaques d'ostéosynthèses.



Source: Dr Bosc, hôpital Henri Mondor, 2018.

5.2.2. Lambeau de crête iliaque

Décrit pour la première fois en 1972 par Mc Gregor (qui parle alors de « lambeau inguinal »), le lambeau de crête iliaque est d'abord cutanéograsseux. Il est ensuite étendu à l'os, et devient un lambeau ostéo-cutané vascularisé par l'artère iliaque circonflexe profonde, composé d'un fragment de crête iliaque, d'une palette cutanée pouvant mesurer jusqu'à 30 centimètres, et d'une partie du muscle oblique interne. L'anatomie fusiforme du greffon doit permettre une fermeture primaire du site donneur après prélèvement, et être assez large pour contenir les artères perforantes musculo-cutanées. Ce lambeau présente l'avantage d'être fiable et d'apporter un tissu osseux de bonne qualité, en bonne quantité, avec une anatomie proche d'une hémimandibule. Sa double vascularisation osseuse, médullaire et périostée, permet un remodelage osseux efficace, alors que l'épaisseur considérable de l'os (bi-, parfois tricortical) offre une stabilité implantaire satisfaisante. Son point faible majeur réside dans les faibles dimensions de son pédicule, mais aussi dans sa palette cutanée, qui est fine, très peu mobile, et peu fiable. Le faible nombre de vaisseaux perforants contenus dans le lambeau ne permet d'ailleurs pas la réalisation d'ostéotomies conformatrices multiples, aboutissant à un résultat esthétique peu optimal. Enfin, les conséquences observées au niveau du site donneur sont multiples : déformation esthétique, reprise lente de la marche, séquelles fonctionnelles parfois irréversibles (boiterie, douleur et hernies inguinales) et perte de volume du greffon avec le temps.

5.2.3. Lambeau scapulo-dorsal

Les premiers lambeaux scapulaires composites ostéo-cutanées sont décrits par Schwartz dans les années 1980. Utilisé dans de nombreuses reconstructions carcinologiques qui n'intéressent pas forcément la face, le lambeau scapulaire trouve son intérêt dans la qualité de son pédicule formé par l'artère et la veine scapulaires circonflexes. Celui-ci peut vasculariser une importante quantité de tissus muqueux et osseux, grâce à des branches indépendantes. Les pertes de substances transfixiantes impliquant la peau, l'os et la muqueuse sont les plus aptes à être reconstruites par lambeau scapulaire libre. Les tissus mous sont malléables, flexibles par rapport à l'os et les deux palettes cutanées disponibles permettent une fermeture acceptable du site. Le principal inconvénient de ce type de lambeau est sa localisation, qui ne permet pas de travail simultané en double équipe, l'épaule étant trop proche anatomiquement de la mandibule. De plus, la quantité osseuse disponible rend impossible les sections multiples. Les reconstructions réalisées par lambeau scapulaire concernent les pertes de substance mandibulaires de petite taille, ou de taille moyenne.

Les ostéotomies conformatrices réalisées en per-opératoire pour assurer l'adaptation parfaite du greffon au niveau du site receveur sont indispensables, mais chronophages, et elles allongent le temps

pendant lequel le lambeau n'est pas vascularisé. Cependant, il est admis que le taux de succès de la greffe est directement lié au temps d'ischémie du lambeau.²⁷ Les chirurgiens se sont alors penchés sur des techniques virtuelles pouvant simplifier le geste chirurgical et accélérer l'intervention.

5.3. Autres techniques

Le lambeau fibulaire libre micro-anastomosé constitue le gold-standard des reconstructions mandibulaires volumineuses. C'est une méthode considérablement documentée, mais il existe d'autres méthodes de reconstruction que la greffe autogène, notamment la greffe de prothèses mandibulaires sur-mesure en titane, appelée greffe alloplastique. Cette méthode, qui relève de la seconde intention, est moins pratiquée que la première et nous allons essayer de comprendre pourquoi. Elle est généralement mise en place lorsqu'il existe une contre-indication au lambeau fibulaire micro-anastomosé. La pièce utilisée peut-être une mandibule reconstruite en titane, ou plus fréquemment, des plaques de reconstruction également faites de titane, vissées sur les tissus osseux restants via des vis d'osthéosynthèse, que nous étudierons ensuite.

Le premier critère de réussite d'une greffe est son acceptation et son intégration biologique. Or, bien que la biocompatibilité du titane ait été démontrée, elle reste moindre que celle de l'os de l'individu lui-même (greffe autogène). Les micro-anastomoses réalisées lors des lambeaux libres fibulaires permettent une viabilité totale du greffon, et une intégration in-vivo optimale, alors que le manque de recul clinique sur l'intégration de prothèses en titane volumineuses peut dissuader l'équipe thérapeutique de s'orienter vers cette technique. La greffe d'un segment mandibulaire en titane est indissociable du risque d'exposition de celui-ci, par perforation de la peau ou de la muqueuse. L'aspect poreux de la prothèse contribue à diminuer ce risque, mais le facteur essentiel est la qualité des tissus résiduels. Or, les pertes de substance étant principalement cancéreuses et infectieuses, les tissus qui persistent sont moins fiables et les capacités cicatricielles en sont diminuées. C'est une des raisons pour lesquelles l'opérateur doit évaluer les tissus de proximité avant de s'orienter vers cette thérapeutique. Pour les pertes de substance symphysaires, le risque d'exposition est considérablement majoré. Les complications référencées sont l'exposition de l'endoprothèse par déhiscence des tissus environnants, l'infection secondaire, la pseudo-arthrose et la fracture de la pièce.

Il faut rappeler que le but final de la reconstruction mandibulaire, avant l'aspect esthétique, est le recouvrement de la fonction masticatoire. Elle est assurée, pour les lambeaux libres micro-

²⁷ Hernu, « Intérêts de la chirurgie assistée par ordinateur appliquée à la reconstruction mandibulaire par lambeau libre de fibula micro-anastomosé ».

anastomosés, par une thérapeutique implantaire. Lorsqu'il s'agit de prothèses en titane, il n'est pas possible de forer dans le titane (bien que creux) : c'est lors de la conception et du design de la pièce que l'équipe thérapeutique devra anticiper le nombre, la position et les dimensions des implants, via des « loges » creusées dans la prothèse et destinées à recevoir les implants. Tous ces paramètres ne sont dès lors plus modifiables. Toutefois, il est d'usage après la pose chirurgicale de la prothèse, d'attendre parfois jusqu'à 18 mois avant de mettre en place les implants, afin d'obtenir une intégration biologique stable, et après une telle période, les remaniements tissulaires cicatriciels provoquent des micro-déplacements qui rendent obsolètes le projet implantaire initial. La réhabilitation dentaire à long terme est donc souvent difficile pour le patient. Il s'agit d'un des points faibles de cette technique.

Enfin, les lambeaux libres micro-anastomosés étant reconnus comme la technique de référence lors des reconstructions de ce type, ils bénéficient d'une prise en charge complète par la sécurité sociale. Bien que récente, l'entrée de ces actes dans la nomenclature permet donc un remboursement et facilite l'acceptation du traitement par le patient. Le coût de fabrication d'une endoprothèse mandibulaire en titane est quant à lui élevé, et apporte donc un surcoût financier pour lequel aucune prise en charge n'est référencée.

Il peut être intéressant de souligner les avantages des prothèses en titane. Elles ne nécessitent d'abord pas de site donneur, ce qui signifie que l'intervention est significativement plus courte (environ 2 heures contre 6 à 11 heures). Cet élément est un avantage relatif puisque l'endoprothèse est souvent associée à un lambeau prélevé au niveau de la cuisse, pour l'apport de tissus mous. Les suites opératoires sont atténuées, et la durée d'hospitalisation en est réduite (6 à 9 jours), ce qui contribue à réduire le coût global du traitement. Aussi, la conception entièrement personnalisée et l'impression tridimensionnelle de la pièce permettent le respect parfait de l'anatomie mandibulaire, et donc un rendu esthétique optimal, alors que l'anatomie de l'os fibulaire restreindra l'intégration esthétique.²⁸ Les plaques de reconstruction mandibulaire correspondent, dans le cadre des greffes alloplastiques, à la technique la plus fréquemment utilisée. Elles sont initialement constituées d'acier inoxydable, rapidement remplacé par du titane pour sa biocompatibilité, mais également pour son inertie face aux rayonnements ionisants. Les plaques offrent plusieurs avantages. D'abord, comme pour toutes les greffes alloplastiques, il n'existe pas de site donneur, réduisant de manière importante les suites post-opératoires et les durées d'hospitalisation. Ensuite, c'est un procédé très référencé, techniquement accessible et qui ne nécessite donc ni planification poussée, ni équipe chirurgicale expérimentée. Enfin, les plaques sont plus facilement malléables qu'un greffon allogénique et offrent donc une plus grande liberté au chirurgien. Cependant, de la même manière que pour les prothèses en titane sur-mesure, la

²⁸ Qasemyar et al., « Use of a three-dimensional custom-made porous titanium prosthesis for mandibular body reconstruction ».

mise en place de plaque peut conduire à leur exposition intra- ou extra-buccale, par effondrement et rétraction des tissus mous. Elles sont d'ailleurs très généralement associées à un lambeau cutané, muqueux et musculaire pour apporter un recouvrement suffisant, permettre une fermeture du site et diminuer les risques d'exposition. Ce procédé reste donc une solution de seconde intention, notamment lorsque le défaut mandibulaire est volumineux et que l'état général du patient permet une greffe allogénique.

6. Réhabilitation prothétique

6.1. Prothèse conjointe

Chez le patient greffé, les indications et la mise en œuvre des prothèses conjointes sont les mêmes que chez un patient conventionnel. Associée à une prothèse amovible, elle permet un gain de rétention important sous la forme d'ancrage supra-radulaire, mais nécessite la conservation des racines résiduelles. La préservation radulaire sauvegarde le capital osseux et maintient la proprioception, mais elle dépend du contexte et de l'acte chirurgical. Toutefois, en cas d'hyposialie post-radique, le risque carieux élevé oblige le praticien à être particulièrement vigilant à l'accessibilité au brossage, notamment pour les restaurations collées.

6.2. Prothèse amovible

En prothèse maxillo-faciale, et notamment chez les patients ayant subi des mandibulectomies interruptrices, la réalisation de prothèses amovibles relève du cas par cas, et ne peut respecter tous les principes régissant l'équilibre prothétique. Ceux-ci correspondent classiquement à la triade de Housset, décrits en 1925 ²⁹ :

- La rétention désigne l'ensemble des forces axiales qui s'opposent à la désinsertion prothétique ; elle est assurée par l'adaptation optimale de la prothèse sur sa surface d'appui.
- La stabilisation est l'ensemble des forces qui s'opposent aux mouvements prothétiques (translation et rotation).
- La sustentation correspond à l'ensemble des forces axiales qui s'opposent à l'enfoncement de la prothèse dans sa surface d'appui à cause des forces occlusales ; elle est assurée par l'importance et l'étendue de cette surface d'appui.

Ces principes basiques sont nécessaires à la réalisation d'une prothèse fonctionnelle de qualité, mais de nombreuses caractéristiques post-opératoires empêchent leur application systématique. Les patients peuvent présenter des rapports occlusaux perturbés (latérodéviation par exemple), une hyposialie (voire parfois une asialie) ne permettant pas une rétention prothétique idéale, une muqueuse fragile sur laquelle un appui prothétique n'est pas souhaitable. D'autres particularités

²⁹ Smolka et al., « Fibula free flap reconstruction of the mandible in cancer patients : evaluation of a combined surgical and prosthodontic treatment concept ».

peuvent être observées : un trismus, une diminution des surfaces d'appui, une diminution de l'espace inter-commissural, une absence de continuité entre les fragments osseux, une altération des surfaces muqueuses (irritations chroniques, finesse, exposition du greffon), une absence de muqueuse kératinisée et de vestibule, une fragilité et une mobilité excessives des lambeaux, des dysfonctionnements neuromusculaires. La conception de la prothèse réalisée dépend donc de la situation clinique, en plus des critères habituels de toutes ces particularités qui peuvent compliquer la situation clinique. Plus généralement, plus la reconstruction est importante, et plus les séquelles orientent l'odontologiste vers une thérapeutique implantaire (lorsque c'est possible).

6.2.1. Etapes cliniques

Toutes les étapes de réalisation de la prothèse amovible sont impactées chez un patient reconstruit. Elles conservent globalement la même nature et les mêmes objectifs qu'en prothèse conventionnelle, mais elles vont toutes dans le sens d'une personnalisation et d'une adaptation à la situation buccale du patient.

Avant les premières empreintes, et pour rendre la réalisation d'une prothèse possible, un deuxième temps chirurgical est parfois nécessaire. Il s'agit généralement d'un approfondissement vestibulaire, ou du dégraissage du lambeau. Il est aussi possible de mettre en place un appareil destiné à guider la cicatrisation, un conformateur. Celui-ci prend la forme d'une plaque en résine portée avant la pose de la prothèse d'usage, afin de guider la cicatrisation, limiter les bourgeonnements des tissus greffés, et protéger la muqueuse des frottements.

La première étape clinique de la réalisation d'une prothèse amovible est l'empreinte primaire. Au cours de celle-ci, les porte-empreintes utilisés sont des porte-empreintes jetables qui vont être modifiés, rallongés ou coupés, pour épouser au mieux les surfaces anatomiques disponibles. L'empreinte est réalisée à l'alginate, de la manière la moins compressive possible (porte-empreinte perforé, alginate volontairement plus fluide). L'empreinte au plâtre est contre-indiquée chez les patients ayant subi de la radiothérapie : la fragilité des muqueuses, associée à l'exothermie du plâtre et à l'absence de salive peuvent blesser le patient. Avant l'empreinte secondaire, le praticien doit s'assurer, comme en prothèse conventionnelle, de l'adaptation du porte-empreinte individuel et de l'exactitude des limites. L'empreinte secondaire est réalisée classiquement, à deux détails près. D'abord, les muqueuses peuvent être humidifiées pour éviter l'adhérence excessive des matériaux de surfaçage. Autrement, la désinsertion du porte-empreinte entraîne une déformation de l'enregistrement et de fortes douleurs pour le patient. Ensuite, les pressions exercées sur le côté opéré sont logiquement réduites, afin d'éviter un traumatisme quelconque sur les tissus greffés.

L'enregistrement des relations maxillo-mandibulaires (RMM) est une étape cruciale du cheminement prothétique, notamment pour la stabilisation de la prothèse. Lorsque le patient est denté et présente encore des contacts dento-dentaires satisfaisants, la RMM est enregistrée en position d'intercuspidie maximale. Si le patient est édenté, la priorité est à la reproductibilité de la RMM : le praticien place donc le patient en relation centrée pour l'enregistrement. Par rapport à la prothèse classique, la dimension verticale est fréquemment sous-évaluée : la rééducation musculaire est plus facile, l'encombrement buccal est réduit et la prothèse est mieux acceptée. Un enregistrement correct de la RMM est indispensable pour l'intégration psychologique et fonctionnelle de la prothèse : le praticien veillera donc à l'absence de glissements ou de micro-mouvements lors de son enregistrement.

Le montage des dents sur cire est réalisé en position *d'occlusion serrée*. La composante essentielle de la stabilisation de la prothèse amovible est l'obtention d'un schéma occlusal de convenance : l'engrènement des dents est la priorité. Ainsi, le montage s'adapte aux bases osseuses, et peut être asymétrique. Il faut considérer que la prothèse va s'intégrer dans une situation clinique particulière, et qu'elle va guider la réhabilitation fonctionnelle du patient en influençant et ses mécanismes neuromusculaires perturbés. L'étape d'essayage est répétée jusqu'à l'obtention de la position la plus reproductible, la plus confortable, et la plus stable pour le patient.

Le jour de la pose, le praticien vérifie méticuleusement qu'aucune partie de la prothèse ne transmette une pression trop forte, et ce surtout dans les zones reconstruites. La prothèse est portée graduellement, pour éviter les blessures des muqueuses ou des dysfonctions articulaires. La mastication, la déglutition et l'élocution contribuent à la rééducation fonctionnelle du patient. L'alimentation est mixée, semi-liquide d'abord. Ensuite, le patient fait évoluer son régime alimentaire à son rythme, vers des aliments de plus en plus consistants.

6.2.2. Choix et stratégies thérapeutiques

Lorsque le patient reconstruit est édenté total, il est d'usage de limiter l'appui de la prothèse sur les zones reconstruites. Il est préférable, que la prothèse réalisée soit retenue par des implants posés dans la région symphysaire, notamment en raison de la différence de dépressibilité muqueuse.

Lorsque le patient reconstruit est denté à la mandibule, les dents restantes, à condition qu'elles soient saines, peuvent recevoir des crochets ou des attachements.

Lorsque le patient reconstruit est denté au maxillaire, on retrouve fréquemment des morsures du greffon si le patient n'est pas appareillé. Dans cette situation, la prothèse, en plus de ses

fonctions habituelles, a aussi pour rôle de protéger la mandibule. Si c'est impossible, des coronoplasties des dents causales sont envisageables, voire leur extraction.

6.3. Solution implantaire

6.3.1. Indications

La réhabilitation implantaire peut constituer une alternative, ou un complément à la solution amovible. Très peu d'études comparent la prothèse amovible à la prothèse fixée, dans le cadre des reconstructions mandibulaires, et le choix du type de réhabilitation prothétique relève encore une fois du cas par cas. Il faut également préciser que la thérapeutique implantaire reste difficile à mettre en place, qu'elle dépend de plusieurs conditions, et que son succès correspond à l'aboutissement de la phase chirurgicale et prothétique. En d'autres termes, les implants posés qui ne peuvent servir de support à une prothèse (implants dormants) sont considérés comme des échecs. Une étude de 56 patients démontre que le taux de succès implantaire, qui avoisine les 92%, est à différencier du taux de succès prothétique, qui lui n'atteint que 42,9%. Les raisons avancées par les auteurs concernent le manque de coopération du patient, les récidives tumorales et les facteurs chirurgicaux (échec implantaire et troubles occlusaux).³⁰

6.3.2. Prothèse amovible sur implants

La prothèse amovible supra-implantaire (ou implanto-retenue) représente la solution intermédiaire entre les stratégies implantaires et amovibles pures. Déjà proposée chez les patients n'ayant pas subi de reconstruction, elle permet de bénéficier des avantages de la prothèse amovible, sans tous ses inconvénients. En effet, c'est une solution facile à mettre en œuvre, fonctionnelle, et plus confortable que la prothèse amovible conventionnelle. La prothèse amovible est classiquement retenue par deux implants symphysaires, par le biais de connexions. Ces connexions peuvent soit prendre la forme d'attachements axiaux, soit la forme de barres de jonction.

Les attachements axiaux sont indépendants les uns des autres, et fonctionnent via un système d'engrènement entre une partie mâle et une partie femelle. Il s'agit la plupart du temps d'attachements par boutons pression, dits « attachements boules ». La partie mâle est solidaire de l'implant. La partie femelle est un boîtier inclus dans l'intrado prothétique, destinée à recevoir la

³⁰ Van Gemert et al., « Early and late complications in the reconstructed mandible with free fibula flaps ».

partie mâle. La liaison est fixe, ou articulée. Lorsqu'elle est articulée, elle autorise des micromouvements : elle compense donc la dépressibilité muqueuse et encaisse les contraintes, qui pourraient provoquer une usure prématurée du système. Il existe un grand nombre de systèmes d'attachements différents, présentant chacun des caractéristiques propres (dimensions, résilience).

Les barres servent de support à la prothèse amovible, retenue sur ces barres via des cavaliers, ou via une gouttière de rétention fixée dans l'intrado prothétique. Les systèmes de barres sont particulièrement pratiques lorsqu'il est nécessaire de corriger des différences d'axe ou de hauteur implantaires, et sont réalisées spécifiquement par le prothésiste à partir d'une empreinte. Vissée sur les implants, la barre permet la rétention de la prothèse via des cavaliers. L'inconvénient principal de ce système est l'encombrement créé, et les difficultés de nettoyage qui en découlent. Lorsque les implants sont trop éloignés, ou lorsque le patient présente une arcade trop courbe, les barres peuvent être contre-indiquées car elles empêchent toute rotation de la prothèse.

6.3.3. Prothèse fixe sur implants

Les bridges sur implants sont similaires à ceux réalisés classiquement. Ils sont très utiles lorsque la perte de substance est limitée, et peuvent devenir indispensables lorsque la résection est importante. Le patient doit exprimer l'envie et la motivation de s'orienter vers cette thérapeutique, plus couteuse et plus contraignante qu'une prothèse amovible.

La réalisation d'un bridge complet transvissé est délicate, et ce même chez un patient non greffé. D'abord, il est difficile chez un patient greffé de poser des implants dans des axes idéaux. Aussi, un décalage vertical peut exister entre le côté opéré et le côté non opéré, d'où le recours à des piliers coniques usinés droits ou angulés pour rattraper les axes implantaires et les différences de hauteur. Lorsqu'il est nécessaire de réaliser des couronnes plus longues pour des raisons occlusales, le dentiste peut aussi demander au prothésiste la réalisation d'une fausse gencive. Celle-ci, faite en résine ou en céramique, permet un alignement relatif des collets en mimant la position de la gencive attachée, et apporte donc une esthétique plus satisfaisante. Enfin, la faible quantité de gencive attachée disponible et les difficultés d'accès au brossage peuvent compromettre la survie des implants. Dans ce contexte, la réalisation d'un bridge complet scellé est plutôt à éviter, en raison des excès de ciments à l'origine de péri-implantites, et parce qu'il est nécessaire de pouvoir démonter le bridge plusieurs fois par an pour la maintenance.

La solution implantaire a l'avantage d'être esthétique et confortable. Elle permet d'éviter les irritations muqueuses de la prothèse amovible, qui peuvent parfois conduire à un affaissement des tissus mous et à une exposition du lambeau, et ne dépend pas des capacités salivaires du patient, généralement réduites par la radiothérapie. C'est une solution qui nécessite la pose d'un grand

nombre d'implants (bridge implanto-porté). Elle favorise donc l'apparition d'ostéonécrose, et compliquant par ailleurs la surveillance d'une éventuelle récurrence tumorale. Elle nécessite aussi une hygiène irréprochable afin d'éviter une inflammation de la muqueuse recouvrant le lambeau, menant à terme à une hyperplasie gingivale. Elle est difficile à mettre œuvre chez les patients qui présentent une limitation d'ouverture buccale, du fait notamment de la rétraction tissulaire cicatricielle. Enfin, la position de l'os fibulaire restreint parfois le chirurgien à poser les implants dans un axe qui n'est pas celui de la prothèse. Ceci crée un effet « bras-de-levier » qui la déstabilise, en plus du ratio couronne-implant souvent défavorable. Il est donc préférable de planifier la réhabilitation, d'une part pour que le placement et l'anatomie du greffon permettent et favorisent la pérennité d'une réhabilitation implantaire, et d'autre part pour que celle-ci ne mette pas en péril le devenir du lambeau.

7. Gestion des complications

7.1. Complications précoces

Les complications précoces sont directement imputables à l'intervention chirurgicale. Elles sont fréquentes, mais peuvent engager la survie du greffon lorsqu'elles ne sont pas correctement gérées. Dans ce contexte, la planification globale de la reconstruction n'influe pas sur l'incidence des complications.

On retrouve d'abord les hémorragies per-opératoires. Celles-ci sont dues à la lésion accidentelle d'un tronc vasculaire durant l'intervention. Elles nécessitent d'être résolues rapidement puisque si l'apport vasculaire destiné à la tête et au cou du patient diminue, le risque d'ischémie cérébrale est majoré. Par ailleurs, l'hémorragie et sa prise en charge allongent le temps d'intervention et peuvent alors allonger le temps d'ischémie et la viabilité du greffon. Les hémorragies peuvent aussi survenir quelques jours après l'intervention, et nécessitent alors une réintervention chirurgicale. Les phénomènes hémorragiques post-opératoires sont souvent accompagnés de congestions veineuses, nécessitant également une reprise chirurgicale afin d'éviter la rupture des vaisseaux concernés. Les troubles vasculaires cités précédemment peuvent, lorsqu'ils ne sont pas réglés, conduire à la nécrose partielle ou totale du greffon.

La palette cutanée du lambeau destinée à remplacer les tissus mous intra-buccaux est soumise à un risque plus élevé de nécrose que le reste du lambeau, du fait des différences histologiques entre la muqueuse buccale et le tissu cutané. Sa nécrose est une complication qui survient tôt après la chirurgie et qui nécessite l'élimination chirurgicale de la zone nécrosée, généralement remplacée par une greffe épithélio-conjonctive provenant du palais.

Enfin, il existe un risque d'infection secondaire à l'intervention. C'est une complication complexe puisque sa survenue peut-être précoce ou tardive, et que son traitement relève du cas par cas, même si une ré-intervention chirurgicale est souhaitable. L'infection du site receveur peut conduire à une perte totale ou partielle du greffon. Elle se manifeste généralement par une suppuration, une fistulisation, voire par l'exposition osseuse.

7.2. Complications tardives

7.2.1 Latérodéviation

7.2.1.1. Description

La reconstruction secondaire à une résection mandibulaire interruptrice permet au patient, lorsqu'elle est réussie, de retrouver des fonctions orales satisfaisantes. Le patient peut mastiquer, déglutir et s'exprimer de manière intelligible. Cependant, l'importance d'une telle perte de substance crée inéluctablement des séquelles, qui peuvent être anticipées et atténuées. Un des troubles fonctionnels majeurs apparaissant après la réhabilitation concerne la perturbation des rapports occlusaux. D'abord, la résection provoque de nombreuses désinsertions musculaires, et notamment au niveau des muscles masticateurs de la sangle mylo-hyoïdienne. Ces insertions musculaires perdues ne sont pas récupérées, et sont en fait remplacées par du tissu fibreux cicatriciel. Il se crée alors un déséquilibre mécanique, puisque l'hémi-mandibule non opérée conserve des muscles fonctionnels, qui continuent d'appliquer des forces sur la mandibule. Ce déséquilibre de la statique mandibulaire entraîne alors une déviation de la mandibule du côté opéré, accompagnée de troubles occlusaux secondaires, c'est une latérodéviation. Le plan d'occlusion du patient est oblique, et son visage apparaît asymétrique, avec un menton proéminent et dévié du côté opéré. La latérodéviation est rare chez les patients reconstruits, mais très fréquente chez les patients non reconstruits.

7.2.1.2. Traitement

Les appareils guides permettent, comme leur nom l'indique, de guider la mandibule lorsque le patient effectue un mouvement de fermeture. Semblables à une prothèse amovible, ils comprennent une base prothétique en résine et des crochets dentaires qui apportent à l'appareil sa rétention. Sur la base prothétique, on retrouve un volet, qui s'appuie en occlusion sur les faces vestibulaires ou palatines des dents antagonistes. Ce volet vient s'opposer aux mouvements de latérodéviation, c'est-à-dire aux déplacements transversaux et antéropostérieurs. Lorsque le patient ferme, l'appareil guide force le patient à conserver des rapports occlusaux normaux. L'appareil étant un appareil de rééducation, le patient ne doit pas manger avec. L'appareil peut être réalisé au maxillaire, à la mandibule, comporter un volet vestibulaire, un volet palatin ou même deux volets.

La rééducation maxillo-faciale est une option pertinente dans la prise en charge des désordres musculo-ligamentaires de l'appareil manducateur. Elle vise à maintenir, et plus souvent à rétablir un fonctionnement normalisé et sain de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), en améliorant la trophicité tissulaire, en assouplissant les éléments musculo-ligamentaires et en levant lorsqu'elle

existe, une éventuelle sidération musculaire. La rééducation a aussi pour objectif la récupération des amplitudes articulaires normales et des mouvements musculaires, et la coordination des différents muscles. Ici, la rééducation maxillo-faciale est composée de kinésithérapie et de mécanothérapie. La kinésithérapie désigne l'ensemble des actes qui, réalisés manuellement ou à l'aide d'instruments, ont pour but de prévenir l'altération des capacités fonctionnelles, d'assurer leur maintien ou de les rétablir lorsqu'elles sont altérées. La mécanothérapie correspond à la discipline rééducative qui utilise des appareils pour mobiliser les muscles et les articulations. Les appareils, appelés mobilisateurs, permettent la correction de mouvements pathologiques comme la latéro-déviation. Le principe est la mobilisation répétée des muscles de substitution, aboutissant à la récupération progressive de la cinématique mandibulaire.³¹

L'ankylose fibreuse de l'ATM est une des complications fonctionnelles survenant après la reconstruction mandibulaire. Elle aboutit à une limitation d'ouverture buccale, qui elle-même provoque une diminution de l'efficacité des mesures d'hygiène et une perturbation de l'alimentation, dans un contexte de santé générale altérée. Par ailleurs, les effets iatrogènes de la radiothérapie viennent amplifier ce trismus : les rayonnements ionisants provoquent en effet une fibrose des muscles masticateurs, fibrose pouvant être accentuée par la compression du nerf trijumeau suite à la compression des tissus mous. La kinésithérapie joue alors un rôle préventif dans l'apparition d'une constriction permanente des maxillaires grâce à des exercices dits de facilitation, et des postures.

La kinésithérapie et la mécanothérapie maxillo-faciales, pour être les plus efficaces possible, doivent débuter le plus tôt possible après l'intervention, et doivent être poursuivies plusieurs mois après. Les mouvements répétitifs exercés dans le cadre de la rééducation entraînent normalement une hypertonie, contraction pathologique et simultanée des muscles agonistes et antagonistes d'une même structure, provoquant une immobilisation et une impotence. Il est donc d'usage de débuter la rééducation par une phase de préparation musculaire dans un but sédatif et décontracturant. Après cette étape, des massages sont effectués régulièrement par le kinésithérapeute, puis par le patient, avec si possible l'application de chaleur. L'objectif est d'assouplir les tissus et d'atténuer les douleurs éventuelles. Pour redonner aux ligaments et aux muscles leur laxité ainsi que leur longueur initiale, des mouvements sont effectués : ils sont passifs lorsque le kinésithérapeute intervient, auto-passifs lorsque le patient effectue lui-même les mouvements en mimant l'intervention du kinésithérapeute, ou actifs si le patient les réalise en mobilisant les muscles concernés spontanément, sans aide. Les mouvements actifs constituent l'essentiel de la rééducation musculaire.

³¹ Rouget, « Mandibulectomies d'origine tumorale : apport de l'odontologiste. »

Par ailleurs, et une fois la phase de préparation terminée, le patient débute la mécanothérapie : les articulations sont sollicitées et mobilisées à l'aide de mobilisateurs. Ceux-ci, en appliquant des forces dans les plans vertical, sagittal et horizontal. L'intensité des forces devant être fournies est variable et à adapter en fonction du patient ; la musculature est sollicitée sans jamais entraîner de douleurs. Pour ce faire, des périodes de repos sont ménagés entre les séries d'exercices, qui sont elles-mêmes de courte durée. Le patient réalise quelques séries d'une dizaine d'exercices successifs, trois à six fois par jour. Plusieurs types d'appareils mobilisateurs existent. On distingue les appareils de mobilisation passive, dits écarteurs, des appareils de mobilisation active. Les écarteurs sont actionnés par leur propre poids ou actionnés manuellement. Les appareils de mobilisation active sont activés par un dispositif de force, positionné en intra-buccal ou en extra-buccal. Dans la pratique, c'est généralement le Therabite®, appareil de mobilisation passive qui est le plus utilisé. Il fait d'ailleurs partie des produits bénéficiant d'une prise en charge par la Sécurité Sociale, notamment dans le cas d'un trismus secondaire à une irradiation de la sphère orofaciale.

7.2.2. Perte d'implants

L'os fibulaire est un os favorable à la mise en place d'implants et à leur ostéo-intégration, de par ses nombreuses ressemblances avec l'os mandibulaire. C'est un os dense, bicorticalisé et dont la cinématique de résorption est semblable à celle de la mandibule. A la mandibule, les critères d'ostéo-intégration implantaire ont été fixés par Albrektsson en 1986 ³²:

- Absence de mobilité cliniquement décelable (implant unitaire non relié)
- Absence de radio-clarté péri-implantaire visible radiographiquement
- Une perte osseuse verticale inférieure à 1,5 mm la première année, puis inférieure à 0,2 mm chaque année
- Absence de signes permanents et de symptômes (douleur, infection, neuropathies, paresthésies).

Pour les implants fibulaires, Van Steenberghe propose en 1997 les critères suivants ³³ :

- Absence de douleur, de suppuration ou de tuméfaction
- Absence de mobilité ou d'inconfort
- Absence de signes persistants tels que des neuropathies ou des paresthésies
- Absence de péri-implantite

Les taux de succès des implants placés dans la fibula dans le cadre d'une reconstruction mandibulaire sont variables selon les auteurs, et sont rapportés entre autres, dans le tableau suivant :

³² Albrektsson, « The long-term efficacy of currently used dental implants : a review and proposed criteria of success ».

³³ Van Steenberghe, « Outcomes and their measurement in clinical trials of endosseous oral implants ».

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différents taux de succès des implants fibulaires

Auteurs	Patients	Implants	Taux de succès	Recul clinique
Wu et al, 2008 ³⁴	29	107	87%	5 ans
Chiapasco et al, 2006 ³⁵	16	71	98,6%	4,1 ans
Kramer et al, 2005 ³⁶	16	51	96,1%	3,8 ans
Jacobsen et al, 2014 ³⁷	33	140	83%	5 ans
Gurleck et al, 1998 ³⁸	20	71	91,5%	7 ans
Bodard et al, 2008 ³⁹	23	68	80%	2,25 ans

Source : Auteur, 2019.

Les taux de succès élevés des implants fibulaires encouragent les thérapeutiques implantaire après reconstruction. Cependant, la perte d'implants reste une complication importante de ces traitements. Les implants sont perdus par défaut précoce d'ostéo-intégration, par résorption osseuse péri-implantaire ou par fracture de l'implant. Concernant la pose d'implants, deux cas de figure existent : la pose d'implants le jour de la reconstruction et la pose d'implants après reconstruction. Si la pose est réalisée le jour de la reconstruction, la radiothérapie commence après, dans un délai minimal de 5 à 6 semaines pour ne pas perturber l'ostéointégration. Si la pose est réalisée en différé, il faut attendre 18 mois après la fin de la radiothérapie. La mise en place d'implants dans un délai trop court après la radiothérapie influence négativement le taux de succès et conduit souvent à la perte des implants de manière prématurée. La diminution du potentiel de cicatrisation osseuse, effet iatrogène des rayonnements ionisants, en est la principale cause. ⁴⁰ La perte tardive d'implants est généralement provoquée par l'apparition de processus inflammatoires péri-implantaires, les mucosites et les péri-implantites. La finesse et la mobilité du lambeau, associées à l'absence de tissu kératinisé, compliquent l'hygiène et favorisent les péri-implantites. ⁴¹ Par ailleurs, lorsque l'environnement tissulaire péri-

³⁴ Wu et al., « Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps for orofacial reconstruction ».

³⁵ Chiapasco et al., « Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis ».

³⁶ Kramer, Dempf, et Bremer, « Efficacy of dental implants placed into fibula-free flaps for orofacial reconstruction : efficacy of dental implants in fibula-free flaps ».

³⁷ Jacobsen et al., « Is mandibular reconstruction using vascularized fibula flaps and dental implants a reasonable treatment ? Clinical observation of a current practice ».

³⁸ Gürlek et al., « Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction ».

³⁹ Bodard et al., « Implants dentaires et lambeau de fibula microanastomosé : 23 patients ».

⁴⁰ Pellegrino et al., « Long-term results of osseointegrated implant-based dental rehabilitation in oncology patients reconstructed with a fibula free flap ».

⁴¹ Anne-Gaëlle et al., « Dental implant placement after mandibular reconstruction by microvascular free fibula flap : current knowledge and remaining questions ».

implantaire n'est pas favorable (absence de vestibule, lambeau fragile ou trop fin), on observe une prolifération du tissu gingival autour de l'implant. Cette hyperplasie gingivale d'origine inflammatoire, qui complique de surcroît l'hygiène, est directement corrélée à la perte osseuse péri-implantaire. Le lambeau fibulaire libre est un lambeau composite qui contient de la peau. Celle-ci, greffée dans la cavité buccale, recouvre partiellement le greffon ostéo-muqueux et n'offre pas un environnement péri-implantaire optimal. Certains auteurs proposent alors d'y ajouter une greffe de fibromuqueuse palatine pour y remédier.⁴² La gestion des tissus mous autour des implants semble constituer une difficulté pour tous les auteurs.

Les fractures implantaire, comme dans les cas plus classiques, sont liées à un déséquilibre des forces appliquées sur l'implant. Chez les patients reconstruits, la principale problématique concerne la différence de hauteur entre les plans occlusaux du côté reconstruit et du côté non reconstruit. Autrement dit, la hauteur d'os apportée par le greffon est souvent insuffisante, et un décalage vertical entre les deux héli-mandibules apparaît. Pour compenser ce déficit de hauteur, les couronnes sur implants doivent être plus hautes, mais l'effet « bras-de-levier » plus important. Cela augmente considérablement le risque de fracture implantaire. Les solutions proposées à ce décalage sont principalement l'ostéo-distraction verticale du greffon osseux, l'alignement du greffon avec la crête alvéolaire non opérée lors de l'intervention, un apport osseux supplémentaire ou la technique du greffon double-barre.

L'ostéo-distraction est une technique chirurgicale permettant de stimuler la croissance osseuse, de manière guidée. Initialement utilisée chez les patients édentés afin d'augmenter le volume osseux et permettre la mise en place d'implants, cette technique s'est étendue aux lambeaux fibulaires. Sous anesthésie générale, le chirurgien crée un accès par une incision intra-orale, puis réalise des ostéotomies dans le greffon osseux, dans sa longueur. Un distracteur alvéolaire, appareil spécifique intra-oral, est ensuite placé sur l'os et stabilisé par des vis. Activé régulièrement, il exerce une pression sur l'os et permet son expansion en guidant sa cicatrisation. Des études histologiques montrent que l'ostéo-distraction permet effectivement la formation d'os, en quantité et en qualité satisfaisantes, entraînant une augmentation de la stabilité primaire implantaire. Cette technique comporte néanmoins des désavantages, puisqu'il est difficile d'anticiper précisément la position et l'anatomie du tissu osseux néoformé. De plus, c'est une technique traumatique provoquant saignements et douleurs.

La technique du lambeau fibulaire double barre permet également un gain de hauteur osseuse. Son principe consiste à placer deux fragments osseux fibulaires en lieu et place de la perte de

⁴² Chang et al., « Dental implant outcome after primary implantation into double-barreled fibula osteoseptocutaneous free flap-reconstructed mandible ».

substance, superposés horizontalement, parallèles, avec la subsistance d'un espace entre les deux pour assurer une vascularisation correcte. Les deux fragments sont stabilisés à la mandibule native par des plaques et des vis. Ce procédé, généralement préféré à l'ostéo-distraction, permet un gain de hauteur maximal de 3 centimètres. Cependant, le risque de diminution de l'apport vasculaire au lambeau est majoré, augmentant de fait le risque de nécrose et d'échec du lambeau.⁴³

En résumé, la perte d'implants est une complication possible des réhabilitations implantaires par lambeau libre de fibula. Plusieurs étiologies existent et peuvent se croiser, mais il faut distinguer les causes chirurgicales des causes prothétiques, qui elles sont plus facilement évitables grâce à la planification.

7.2.3. Récidive tumorale

Nous n'avons trouvé aucune publication dentaire traitant directement de la conduite à tenir en cas de récurrence tumorale dans les cas de reconstruction, et notamment des gestes à réaliser vis-à-vis du greffon. Pourtant, les cancers de la cavité buccale nécessitent un suivi particulier en raison de leur fort taux de récurrence à 5 ans. Celui-ci, uniquement pour les récurrences locales, est compris entre 20 et 30%. Le taux de récurrence ganglionnaire est évalué à environ 20%, tandis que le risque de métastase à distance est de 5 à 10%.⁴⁴ C'est pour ces raisons que des marges de sécurité importantes sont respectées lors de l'exérèse chirurgicale : une récurrence tumorale peut compromettre l'intégralité de la reconstruction. Un calendrier de suivi est logiquement mis en place, avec des visites trimestrielles pendant au moins 2 ans, auxquelles s'ajoutent des bilans biologiques et radiologiques. Certains auteurs semblent expliquer que la prise en charge oncologique des cas de récurrence est complexe, puisqu'il n'est pas raisonnable d'irradier une seconde fois le lambeau, en raison du risque d'ostéonécrose.⁴⁵ Pour éviter une réintervention chirurgicale, la mise en place d'une chimiothérapie peut être envisagée.

Chez les patients initialement atteints d'améloblastomes, le taux de récurrence en cas de traitement chirurgical est compris entre 7 et 15%, mais le respect des marges de sécurité lors de la chirurgie d'exérèse et la reconstruction de la perte de substance semblent diminuer ce risque.⁴⁶

⁴³ Fang et al., « Long-term results of mandibular reconstruction of continuity defects with fibula free flap and implant-borne dental rehabilitation ».

⁴⁴ Paré et Joly, « Cancers de la cavité buccale : facteurs de risque et prise en charge ».

⁴⁵ Han et al., « Total glossectomy with free flap reconstruction : twenty-year experience at a tertiary medical center, UCLA total glossectomy review ».

⁴⁶ Laborde et al., « Ameloblastoma of the jaws : management and recurrence rate ».

7.2.4. Séquelles du site donneur

L'existence d'un certain nombre de séquelles du site donneur, fonctionnelles notamment, est documentée dans la littérature. Même s'il est communément admis que la morbidité du site donneur après prélèvement du lambeau est limitée, il est important de citer les différentes conséquences de la reconstruction, aussi pour mieux les anticiper. Dans leur étude systématique, *Ling et Peng*⁴⁷ relèvent 14 complications, divisées en complications précoces et tardives. Elles sont citées dans le tableau suivant, avec leur prévalence.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des séquelles du site donneur et de leurs prévalences

	Complication	Prévalence
Complications précoces	Infection locale	1,07%
	Déhiscence	7,0%
	Nécrose	7,3%
	Retard de cicatrisation	17,4%
	Perte partielle de la greffe cutanée compensatrice	8,1%
	Perte totale de la greffe cutanée compensatrice	4,7%
Complications tardives	Douleur chronique	6,5%
	Anomalie de la marche	3,9%
	Instabilité de la cheville	5,8%
	Limitation de mouvement de la cheville	11,5%
	Diminution de la force musculaire	4,0%
	Anomalies de l'hallux	9,7%
	Déficit sensitif	6,95%

Source : Auteur, 2019.

⁴⁷ Ling et Peng, « What is the price to pay for a free fibula flap ? A systematic review of donor-site morbidity following free fibula flap surgery ».

Les complications précoces au site donneur sont liées au geste chirurgical, et ne seront pas détaillées. Il faut simplement rappeler qu'il est d'usage de compenser la perte de substance fibulaire (donc après prélèvement du greffon) par une greffe cutanée compensatrice, et que ce greffon cutané peut nécroser partiellement ou totalement.

Les complications tardives sont des séquelles fonctionnelles, qui handicapent de manière variable le patient. La période communément admise de cicatrisation étant de 3 mois, toutes les complications subsistant au-delà de ce délai sont considérées comme tardives. La douleur chronique désigne une douleur sans cause biologique apparente ; elle concerne généralement la cheville. Les anomalies de la marche concernent tous les troubles fonctionnels du membre inférieur qui conduisent à l'utilisation par le patient d'accessoires aidant à la marche. L'instabilité de la cheville renvoie plus directement à l'augmentation de la fréquence des luxations ou des dislocations de la cheville. Elle est généralement liée à la limitation de mouvement de la cheville, plus fréquente, qui désigne une diminution de l'amplitude de mouvement entre la position de flexion et la position d'extension. La diminution de la force musculaire est objectivée cliniquement, ou possiblement avec des outils capables de mesurer la force kinésique. Les auteurs montrent qu'elle est peu fréquente, et qu'elle correspond à une diminution de 44 à 88 %, par rapport à la force de la jambe controlatérale. Une autre complication tardive est la flexion pathologique de l'hallux, liée à la perte du muscle long fléchisseur de l'hallux. Enfin, en raison du risque de lésion du nerf fibulaire commun, l'apparition de déficits sensitifs concernant le pied est possible. Ceux-ci regroupent les paresthésies, les hypoesthésies, les dysesthésies et les anesthésies.

Finalement, la diminution de la fréquence et de la gravité des complications du site donneur sont un autre argument en faveur de la planification. Celle-ci, qui encourage l'économie tissulaire en permettant le prélèvement d'un greffon fibulaire à minima, participe à la diminution des séquelles fonctionnelles.

CONCLUSION

Le développement et l'essor des techniques chirurgicales permettent désormais de remplacer une mandibule par une greffe de fibula, de manière fiable et standardisée. Tant que possible, l'esthétique et la fonction sont rendues au patient, dont la vie est bouleversée par une telle traversée. La pluridisciplinarité d'une reconstruction par lambeau de fibula est admise : chirurgiens plasticiens, oncologues, ORL et dentistes, entre autres, doivent travailler ensemble pour aboutir à un résultat optimal. Dans ce travail réalisé du point de vue des odontologistes, nous avons voulu montrer qu'une réhabilitation prothétique est largement préférable chez le patient reconstruit, même si souvent beaucoup plus délicate. Celle-ci, et surtout lorsqu'elle implique des implants, gagne donc à être planifiée. La planification d'une telle réhabilitation passe par l'utilisation de la 3D, aussi bien en imagerie qu'en modélisation. Avec un bilan radiographique et un projet thérapeutique, des ingénieurs (et de plus en plus de praticiens) sont désormais capables de concevoir et de fabriquer des outils qui optimiseront la thérapeutique globale, et son résultat. Les guides réalisés permettent de gagner plusieurs heures lors de l'intervention, de placer des implants dans des situations idéales, et de conformer au mieux le greffon osseux pour favoriser son intégration esthétique. Dans un contexte oncologique, la planification tridimensionnelle s'intègre donc parfaitement au plan de traitement du patient. Simple et efficace, elle constitue une avancée indéniable en prothèse maxillo-faciale. En odontologie, la planification, implantaire notamment, s'est déjà rendue indispensable. Le dialogue entre les différents spécialistes doit donc se développer autour du patient greffé, pour que chacun d'entre eux puisse contribuer au mieux à la thérapeutique. Egalement pour que le dentiste puisse redonner au patient reconstruit ce qu'il donne déjà à tous ses autres patients : le sourire.

Bibliographie

- Albrektsson, T., G. Zarb, P. Worthington, et A. R. Eriksson. « The long-term efficacy of currently used dental implants : a review and proposed criteria of success ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 1, n° 1 (1986): 11-25.
- Bodard, A-G., S. Salino, J. Bemer, et L. Renaud. « Dental implant placement after mandibular reconstruction by microvascular free fibula flap : current knowledge and remaining questions ». *Oral oncology* 47, n° 12 (2011): 1099-1104. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2011.07.016>.
- Barrowman, R. A., P. R. Wilson, et D. Wiesenfeld. « Oral rehabilitation with dental implants after cancer treatment ». *Australian dental journal* 56, n° 2 (2011): 160-65. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01318.x>.
- Barthélémy, I., J. -P. Sannajust, P. Revol, et J. -M. Mondié. « Cancers de la cavité buccale. Préambule, épidémiologie, étude clinique ». In *EMC.Médecine buccale*. 28-950-C-10. Issy-Les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2005.
- Bibliothèque Clermont Université. « Les gueules cassées : victimes sans visage d'une guerre mécanisée ». Billet. BCU 1914-1918, 2014. <https://buclermont.hypotheses.org/1311>.
- Bodard, A.-G., J. Bémer, R. Gourmet, R. Lucas, J. Coroller, S. Salino, et P. Breton. « Implants dentaires et lambeau de fibula microanastomosé : 23 patients ». *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale* 109, n° 6 (2008): 363-66. <https://doi.org/10.1016/j.stomax.2008.06.008>.
- Boffano, P., F. Roccia, E. Zavattero, E. Dediol, V. Uglešić, Z. Kovačić, A. Vesnaver, et al. « European maxillofacial trauma (EURMAT) project : a multicentre and prospective study ». *Journal of cranio-maxillofacial surgery* 43, n° 1 (2015): 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.10.011>.
- Ceyte, S. « L'impression 3D : fonctionnement et perspectives en chirurgie dentaire ». Thèse d'exercice, Lyon I, 2016. <http://n2t.net/ark:/47881/m67s7m9z>.
- Chang, Y-M., C. Wallace, C-Y. Tsai, Y-F. Shen, Y-M. Hsu, et F-C. Wei. « Dental implant outcome after primary implantation into double-barreled fibula osteoseptocutaneous free flap–reconstructed mandible ». *Plastic and reconstructive surgery* 128, n° 6 (2011): 1220-28. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e318230c6a9>.
- Chiapasco, M., F. Biglioli, L. Autelitano, E. Romeo, et R. Brusati. « Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis ». *Clinical oral implants research* 17, n° 2 (2006): 220-28. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01212.x>.

- Chronopoulos, A., T. Zarra, M. Ehrenfeld, et S. Otto. « Osteoradionecrosis of the jaws : definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings. A concise review ». *International dental journal* 68, n° 1 (2018): 22-30. <https://doi.org/10.1111/idj.12318>.
- Fang, W., Y-P. Liu, Q. Ma, B-L. Liu, et Y. Zhao. « Long-term results of mandibular reconstruction of continuity defects with fibula free flap and implant-borne dental rehabilitation ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 30, n° 1 (2015): 169-78. <https://doi.org/10.11607/jomi.3606>.
- Galliani, E., et M-P. Vasquez. « Orphanet : Fente labio palatine », 2011.
- Graff, P., D. Caprio, S. Cortese, et G. Dolivet. « Carcinome épidermoïde de la cavité buccale ». Oncolor, 2014.
- Gürlek, A., M. J. Miller, R. F. Jacob, J. A. Lively, et M. A. Schusterman. « Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction ». *Plastic and reconstructive surgery* 101, n° 3 (1998): 650-55; discussion 656-659. <https://doi.org/10.1097/00006534>.
- Han, A., E. Kuan, J. Mallen-St. Clair, K. W. Badran, M. Palma Diaz, K. Blackwell, et M. St. John. « Total glossectomy with free flap reconstruction : twenty-year experience at a tertiary medical center, UCLA total glossectomy review ». *The laryngoscope*, 2019. <https://doi.org/10.1002/lary.27579>.
- Hergé. *Les aventures de Tintin : Tintin et le lac aux requins*. Casterman. Paris, 1993.
- Hernu, S. « Intérêts de la chirurgie assistée par ordinateur appliquée à la reconstruction mandibulaire par lambeau libre de fibula micro-anastomosé ». Thèse d'exercice, Lille, 2017. <https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/06b4c1c8-6d01-4c73-bacf-c0824ce7d00c>.
- Jacobsen, C., A. Kruse, H-T. Lübbers, R. Zwahlen, S. Studer, W. Zemmann, B. Seifert, et K-W. Grätz. « Is mandibular reconstruction using vascularized fibula flaps and dental implants a reasonable treatment ? Clinical observation of a current practice ». *Clinical implant dentistry and related research* 16, n° 3 (2014): 419-28. <https://doi.org/10.1111/cid.12004>.
- Kramer, F-J., R. Dempf, et B. Bremer. « Efficacy of dental implants placed into fibula-free flaps for orofacial reconstruction : efficacy of dental implants in fibula-free flaps ». *Clinical oral implants research* 16, n° 1 (2004): 80-88. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01040.x>.
- Krishnan, S., G. Babu, et T.P. Rajeev. « Bisphosphonate therapy and jaw osteonecrosis : an overview ». *Journal of evidence based medicine and healthcare* 5, n° 8 (2018): 726-30. <https://doi.org/10.18410/jebmh/2018/147>.
- Laborde, A., R. Nicot, T. Wojcik, J. Ferri, et G. Raoul. « Ameloblastoma of the jaws : management and recurrence rate ». *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases* 134, n° 1 (2017): 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2016.09.004>.

- Landric, C. « La reconstruction par lambeau libre de fibula : réhabilitation implanto-prothétique revue de la littérature et étude clinique ». Thèse d'exercice, Bordeaux, 2016.
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01694328>.
- Ling, X-F., et X. Peng. « What is the price to pay for a free fibula flap ? A systematic review of donor-site morbidity following free fibula flap surgery ». *Plastic and reconstructive surgery* 129, n° 3 (2012): 657-74. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182402d9a>.
- Long, F-X. « Les blessés de la face durant la Grande Guerre : les origines de la chirurgie maxillo-faciale ». *Histoires des sciences médicales* 36, n° 2 (2002): 175-84.
- Martel, P., et P. Dosquet. « Prise en charge diagnostique et thérapeutique du carcinome basocellulaire de l'adulte ». *Annales de pathologie* 24, n° 5 (2004): 460-72.
[https://doi.org/10.1016/S0242-6498\(04\)94008-4](https://doi.org/10.1016/S0242-6498(04)94008-4).
- Marx, R. E. « Osteoradionecrosis : a new concept of its pathophysiology ». *Journal of oral and maxillofacial surgery* 41, n° 5 (1983): 283-88.
- Mottini, M., S. M. Seyed Jafari, M. Shafighi, et B. Schaller. « New approach for virtual surgical planning and mandibular reconstruction using a fibula free flap ». *Oral oncology* 59 (2016): e6-9.
<https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2016.06.001>.
- Pappalardo, M., C-K. Tsao, M.L. Tsang, J. Zheng, Y-M. Chang, et C-Y. Tsai. « Long-term outcome of patients with or without osseointegrated implants after resection of mandibular ameloblastoma and reconstruction with vascularized bone graft : functional assessment and quality of life ». *Journal of plastic, reconstructive et aesthetic surgery* 71, n° 7 (2018): 1076-85.
<https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.03.008>.
- Paré, A., et A. Joly. « Cancers de la cavité buccale : facteurs de risque et prise en charge ». *La presse médicale* 46, n° 3 (2017): 320-30. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2017.01.004>.
- Pellegrino, G., A. Tarsitano, A. Ferri, G. Corinaldesi, A. Bianchi, et C. Marchetti. « Long-term results of osseointegrated implant-based dental rehabilitation in oncology patients reconstructed with a fibula free flap ». *Clinical implant dentistry and related research* 20, n° 5 (2018): 852-59.
<https://doi.org/10.1111/cid.12658>.
- Qassemyar, Q., N. Assouly, S. Temam, et F. Kolb. « Use of a three-dimensional custom-made porous titanium prosthesis for mandibular body reconstruction ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 46, n° 10 (2017): 1248-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.06.001>.
- Ren, W. H., L. Gao, S. M. Li, F. Li, Y. Zhi, J. Z. Song, Q. B. Wang, et al. « Virtual planning and tridimensionnal printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap ». *Zhonghua yi xue za zhi* 98, n° 33 (2018): 2666-70.
<https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.33.011>.

- Réseau régional de cancérologie du Limousin. « Recommandations nationales : cancers de la cavité buccale. », 2005.
http://rohl.fr/sites/default/files/files/Recommandations/Referentiels_regionaux/cancer%20de%20la%20cavite%20buccale.pdf.
- Rouget, M. « Mandibulectomies d'origine tumorale : apport de l'odontologiste. » Thèse d'exercice, Université de Lorraine, 2014. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733810>
- Saito, N., A. Funayama, Y. Arai, D. Suda, Y. Takata, et T. Kobayashi. « Vertical distraction osteogenesis of a reconstructed mandible with a free vascularized fibula flap : a report of two cases ». *Maxillofacial plastic and reconstructive surgery* 40, n° 1 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40902-018-0172-2>.
- Smolka, K., M. Kraehenbuehl, N. Eggensperger, W. Hallermann, H. Thoren, T. Iizuka, et W. Smolka. « Fibula free flap reconstruction of the mandible in cancer patients : evaluation of a combined surgical and prosthodontic treatment concept ». *Oral oncology* 44, n° 6 (2008): 571-81.
<https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2007.07.005>.
- Stenay, Marcel. « La Greffe générale. Organe des blessés de la face. » *La greffe générale*. 1917.
- Taylor, G. I., G. D. Miller, et F. J. Ham. « The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques ». *Plastic and reconstructive surgery* 55, n° 5 (1975): 533-44.
- Van Gemert, J., J.H. Abbink, R. Van Es, A. Rosenberg, R. Koole, et E. Van Cann. « Early and late complications in the reconstructed mandible with free fibula flaps ». *Journal of surgical oncology* 117, n° 4 (2018): 773-80. <https://doi.org/10.1002/jso.24976>.
- Van Steenberghe, D. « Outcomes and their measurement in clinical trials of endosseous oral implants ». *Annals of periodontology* 2, n° 1 (1997): 291-98.
<https://doi.org/10.1902/annals.1997.2.1.291>.
- Wang, Y. Y., H. Q. Zhang, S. Fan, D. M. Zhang, Z. Q. Huang, W. L. Chen, J. T. Ye, et J. S. Li. « Mandibular reconstruction with the vascularized fibula flap : comparison of virtual planning surgery and conventional surgery ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 45, n° 11 (2016): 1400-1405. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.06.015>.
- Wu, Y., W. Huang, Z. Zhang, et J. Sun. « Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps for orofacial reconstruction ». *Chinese medical journal* 121, n° 19 (2008): 1861-65.
<https://doi.org/10.1097/00029330-200810010-00002>.
- Yete, S., W. D'Souza, et D. Saranath. « High-risk human papillomavirus in oral cancer : clinical implications ». *Oncology* 94, n° 3 (2018): 133-41. <https://doi.org/10.1159/000485322>.
- Zachariades, N. « Neoplasms metastatic to the mouth, jaws and surrounding tissues ». *Journal of cranio-maxillofacial surgery* 17, n° 6 (1989): 283-90. [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(89\)80098-8](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(89)80098-8).

Table des figures

Figure 1 : Vues latérale (A) et médiale (B) de la mandibule.....	6
Figure 2 : Radiographie panoramique d'une lésion maligne endobuccale avant exérèse	9
Figure 3 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers du plancher buccal.	18
Figure 4 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la langue mobile.	19
Figure 5 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la face interne de la joue.....	19
Figure 6 : Stratégies thérapeutiques face aux cancers de la commissure intermaxillaire.	20
Figure 7 : Liste des dispositifs fabriqués à l'issue du projet.	29
Figure 8 : Guide d'ostéotomie fibulaire	30
Figure 9 : Modélisations tridimensionnelles faciales et latérales, avec et sans guides mandibulaires	31
Figure 10 : Modélisation de la position finale du greffon et des implants	32
Figure 11 : Radiographie panoramique d'une reconstruction mandibulaire par lambeau libre de fibula et plaques d'ostéosynthèses.....	39

Table des tableaux

Tableau 1 : Classification TNM des cancers de la cavité buccale	14
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des différents taux de succès des implants fibulaires.....	54
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des séquelles du site donneur et de leurs prévalences.	57

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Docteur Nicolas LEMONIER

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes
Professeur Frédéric DARDEL
Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Intérêt de la planification tridimensionnelle dans les reconstructions mandibulaires

Résumé :

Le travail réalisé concerne l'apport des techniques de planification tridimensionnelle lors de reconstructions maxillaires ou mandibulaires. En effet, il est d'usage, chez les patients présentant d'importantes pertes de substance (traumatismes, cancers ou malformations congénitales) intéressant l'étage inférieur de la face, de procéder à des greffes reconstructrices : il est possible d'utiliser une pièce prothétique en titane, ou de prélever chez ce même patient un greffon osseux (auto-greffe) ultérieurement remplacé à l'endroit de la perte de substance. Dans les deux cas, l'intégration biologique, esthétique et surtout fonctionnelle du greffon, à moyen et long termes, est essentielle. Celle-ci est toutefois régie par de nombreux facteurs, comme l'origine et la morphologie de la perte de substance, l'état biologique des tissus subsistants, la qualité du greffon (auto-greffe) ou la conception de l'endoprothèse. Nous aborderons les techniques numériques permettant d'appréhender spatialement la perte de substance, de prévoir l'architecture du greffon, et donc d'anticiper les éventuelles complications ou difficultés d'un tel traitement. Nous insisterons également sur la réhabilitation dentaire finale, simplifiée par des techniques de planification et de prévisualisation.

Discipline :

Prothèses dentaires

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

Fibula -- Dissertation universitaire ; Lambeaux tissulaires libres -- Dissertation universitaire ; Face -- Chirurgie -- Thèses et écrits académiques ; Impression 3D -- Thèses et écrits académiques

English keywords (MeSH) :

Fibula -- Academic Dissertation ; Free Tissue flaps -- Academic Dissertation

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge