

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2017

N°55

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire

Le 4 décembre 2017

Par

Mathilde KLINGER

Née le 5 janvier 1992 à Mulhouse.

**SOUDURE INTRAORALE DES ARMATURES PAR SYNCRISTALLISATION :  
DESCRIPTIF DE MISE EN ŒUVRE CLINIQUE ET APPORTS A LA MISE EN  
CHARGE IMMEDIATE EN IMPLANTOLOGIE.**

Président : Monsieur le Professeur CLAUSS François  
Assesseurs : Monsieur le Docteur BORNERT Fabien  
Monsieur le Docteur BOUKARI Adbessamad  
Monsieur le Docteur BRIDONNEAU Thomas  
Membre invité : Monsieur le Docteur COLLAVINI Marc

# Table des matières

INTRODUCTION .....	4
PARTIE 1. Mise en charge immédiate et soudure intraorale .....	5
1.1 Rappel d'ostéointégration et mise en charge immédiate .....	5
1.1.1 Principe d'ostéointégration .....	5
1.1.2 Mise en charge immédiate .....	7
1.2 Soudure intra-orale des armatures de prothèse mises en charge immédiatement. ....	10
1.2.1 Historique .....	10
1.3 Principes de syncristallisation.....	15
1.3.1 Syncristallisation : résultat d'une soudure électrique.....	15
1.3.2 Une soudure adaptée au milieu buccal .....	21
PARTIE 2. Guide de mise en œuvre clinique.....	25
2.1 Pose de l'indication de traitement.....	28
2.1.1 Age du patient .....	28
2.1.2 Etat de santé général .....	28
2.1.3 Motivation et compliance du patient .....	29
2.1.4 Etat dentaire et parodontal .....	29
2.1.5 Densité et volume osseux .....	29
2.2 Protocole clinique dans un cas de réhabilitation complète unimaxillaire. ...	29
2.2.1 Etapes préalables à la chirurgie .....	29
2.2.2 Temps chirurgical.....	33
2.2.3 Préparation de l'armature.....	36
2.2.4 Connexion de l'armature à la coque prothétique.....	41
2.2.5 Finition au laboratoire.....	43
2.2.6 Mise en place .....	44
2.2.1 Suivi .....	44
2.3 Iconographie d'un cas de réhabilitation partielle.....	46
PARTIE 3. Apports et limite de la technique de soudure par syncristallisation .....	50
3.1 Apports de la soudure intra-orale d'armature par syncristallisation à la mise en charge immédiate.....	50
3.1.1 Apports au niveau implantaire .....	50

3.1.2	Apports au niveau prothétique .....	55
3.1.3	Possibilité de mise en charge immédiate d'une prothèse dite définitive 62	
3.2	Limites et exigences de la technique de soudure intra-orale.....	63
3.2.1	Une technique opérateur-dépendant.....	63
3.2.2	Nécessité d'une collaboration étroite praticien-prothésiste .....	63
3.2.3	Respect de l'exclusivité des matériaux.....	64
CONCLUSIONS .....		65
BIBLIOGRAPHIE .....		67

# INTRODUCTION

Au jour où les exigences de nos patients en matière de rapidité et de fiabilité de traitement ne cessent d'augmenter, la mise en charge immédiate en implantologie est une solution de choix dans le panel thérapeutique du praticien.

Si l'efficacité de la mise en charge immédiate a été prouvée comme étant prédictible et reproductible pour les édentés complets, elle présente cependant un cahier des charges strict. Malgré ses nombreux avantages, à la fois pour le patient et pour le praticien, elle ne doit être mise en œuvre que dans une fenêtre d'indications restreinte. Déroger à ces règles peut conduire à l'échec tant prothétique qu'implantaire.

Devant une demande croissante de la part des patients, les auteurs se sont attelés à développer le protocole de mise en charge immédiate. Parmi ces améliorations, la soudure intra-orale des armatures en titane par syncristallisation est apparue au début des années 1980.

Adaptée aux exigences de la mise en charge immédiate contemporaine par Degidi dès 2006, l'utilisation de la soudure intra-orale a pour but d'élargir le champ de ses indications et ainsi permettre de proposer cette thérapeutique de choix à un panel de patients plus important.

Technique peu développée en France, la soudure intra-orale est plus largement documentée dans les pays voisins pour son potentiel d'optimisation du succès aussi bien implantaire que prothétique. Si on trouve aujourd'hui de nombreuses études confirmant les résultats de cette thérapeutique prometteuse, la littérature reste très succincte quant à sa mise en œuvre clinique.

Ce travail de thèse a pour but de décrire la mise en œuvre clinique de la soudure intra-orale par syncristallisation des armatures en titane, et d'en analyser les bénéfices quant aux techniques de mise en charge immédiate conventionnelle. Basé sur l'observation du travail clinique d'un praticien d'expérience, le descriptif de ce protocole, jusque-là peu développé, se veut exhaustif. Il tend à fournir aux cliniciens un guide d'apprentissage contenant les éléments clés permettant de mener à bien cette thérapeutique.

# **PARTIE 1. Mise en charge immédiate et soudure intraorale**

## **1.1 Rappels d'ostéointégration et de mise en charge immédiate**

### **1.1.1 Principe d'ostéointégration**

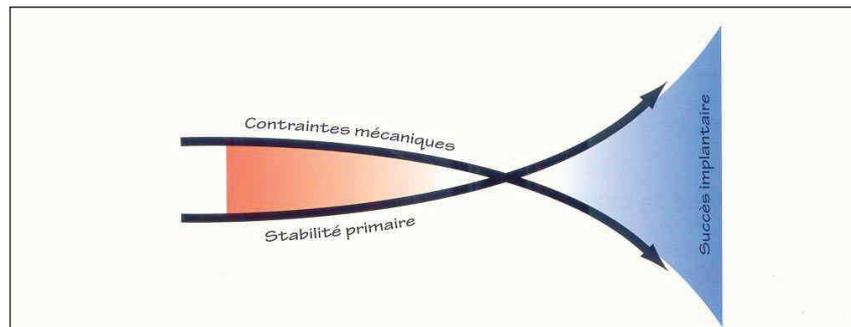
Les débuts de l'implantologie ont reposé sur le principe de mise en charge immédiate, qui permettrait grâce aux contraintes appliquées sur l'implant de recréer un tissu péri-implantaire faisant office de desmodonte. <sup>[1]</sup>

Il a été par la suite largement démontré <sup>[2]</sup> que toute présence de tissu fibreux à la surface de l'implant était cause de péri-implantite, donc synonyme d'échec implantaire.

En 1985, Branemark fait apparaître la notion d'ostéointégration, toujours vérifiée aujourd'hui comme condition de réussite implantaire. Cette ostéointégration, traduite par une apposition osseuse à la surface implantaire, se met en place au cours des semaines suivant l'implantation. Elle se décompose en deux phases : le remodelage osseux et la cicatrisation.

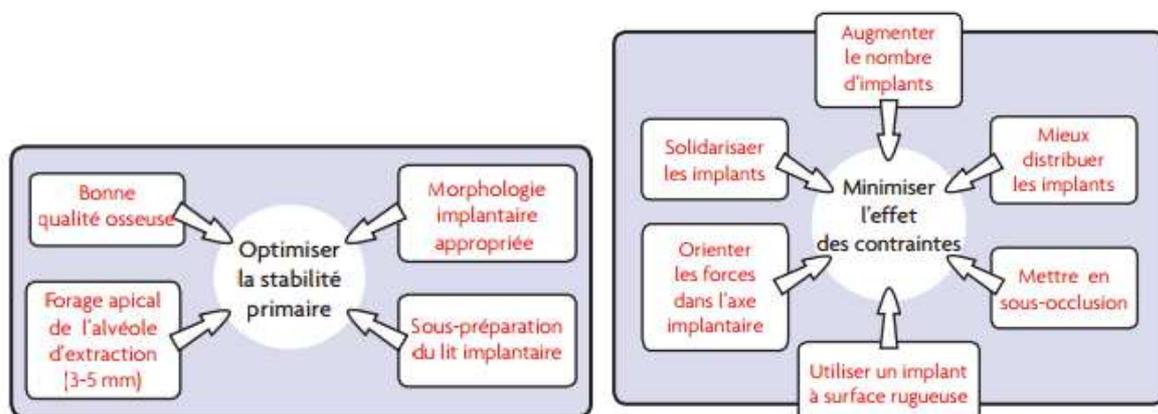
L'accomplissement du processus d'ostéointégration dépend directement de l'équilibre entre :

- la stabilité primaire de l'implant <sup>[3]</sup>; traduisant la force de l'ancrage apporté au moment de la mise en place de l'implant dans l'os. Elle dépend de la taille de l'implant, sa forme et son état de surface, de la technique chirurgicale et de la quantité et qualité de l'os <sup>[4]</sup> ;
- les contraintes mécaniques appliquées sur l'implant lors de ses premières semaines dans l'os. <sup>[5]</sup>



**La baisse des contraintes mécaniques et l'augmentation de la stabilité primaire favorisent le succès implantaire. [5]**

On peut mettre en évidence une notion de micromouvements appliqués à l'implant dans ses premières phases de cicatrisation. Szmukler-Moncler *et al.* définissent ainsi en 1998 [6] un seuil de micromouvements toléré par l'implant, au-dessus duquel la production de tissu fibreux prendra le pas sur l'apposition osseuse, empêchant l'ostéointégration. Un implant enfoui après sa mise en place sera moins soumis aux micromouvements qu'un implant mis en charge immédiatement. [7] Les auteurs définissent ainsi ce seuil de micromouvements acceptable entre 50 et 150 microns, en fonction de la morphologie et de l'état de surface de l'implant. [6] Les micromouvements sont proportionnels aux contraintes appliquées à l'implant et inversement proportionnels à la stabilité primaire. On peut admettre que, par le biais du contrôle de ces deux paramètres, la gestion des micromouvements est la clé de l'obtention de l'ostéointégration. [8]



**Stratégies permettant de favoriser l'ostéointégration. [5]**

## 1.1.2 Mise en charge immédiate

### 1.1.2.1 Définition

La mise en charge d'un implant correspond à sa mise en fonction occlusale, par la connexion d'une structure prothétique supra-implantaire.

On distingue :

- La mise en charge retardée : la prothèse est connectée pour la première fois au bout de 6 mois de cicatrisation, après obtention de l'ostéointégration ;
- La mise en charge classique entre 3 et 6 mois après l'implantation ;
- La mise en charge précoce entre 2 et 6 semaines postopératoire ;
- La mise en charge immédiate : une partie prothétique est connectée au plus tard dans les 72 heures suivant l'implantation. <sup>[9]</sup>

La mise en charge immédiate implique la présence de contraintes sur le ou les implants pendant la phase de cicatrisation. Elle peut être envisagée en cas d'édentement partiel ou total mais nécessite une étude préalable approfondie, une planification précise tant de la partie chirurgicale que de la partie prothétique et un respect strict des protocoles. <sup>[9,10,11]</sup>

Il est nécessaire de distinguer la mise en charge de la mise en esthétique, utilisée dans le cas de reconstructions antérieures unitaires. Une couronne peut être connectée précocement à l'implant pour des raisons esthétiques, mais ne sera pas fonctionnelle au niveau occlusal. <sup>[9]</sup>

Il est aujourd'hui prouvé que des implants mis en charge immédiatement, malgré l'augmentation des contraintes mécaniques que cela implique, présentent un taux d'ostéointégration significativement identique à une technique de mise en charge classique ou retardée. <sup>[9,10,11,12,13,14,15]</sup>

### **1.1.2.2 Intérêt de la mise en charge immédiate**

#### **1.1.2.2.1 Pour le patient :**

Au jour où les exigences des patients en matière d'efficacité, de rapidité de traitement et d'esthétique sont au plus haut, les longues phases de temporisation nécessaires à l'ostéointégration des implants peuvent être un frein à l'adhésion du patient à un plan de traitement long et onéreux.

La mise en charge immédiate est une solution de choix pour le patient. Elle évite le passage par une phase édentée ou de temporisation amovible, souvent inconfortable et peu esthétique.<sup>[16,19]</sup>

Elle permet de réduire à quelques heures un protocole qui s'étale sur plusieurs mois en mise en charge conventionnelle. <sup>[18,10,9]</sup>

#### **1.1.2.2.2 Pour le praticien :**

Pour le praticien, la mise en charge immédiate permet la réduction du nombre de séances, en condensant phases chirurgicale et prothétique provisoire.<sup>[9]</sup>

Le passage par une prothèse amovible de temporisation est ainsi évité, écartant le risque de sollicitation, voire d'exposition, des implants enfouis sous une prothèse à appui muqueux, particulièrement en cas de réhabilitation complète. Elle permet également une meilleure gestion des tissus péri-implantaires et donne au praticien un aperçu concret du résultat final.

### **1.1.2.3 Limites de la mise en charge immédiate classique**

#### **1.1.2.3.1 Echec implantaire**

La mise en charge immédiate dite classique trouve ses limites d'indications lorsque les principes d'ostéointégration sont mis en péril.

Comme vu précédemment, l'ostéointégration dépend de la stabilité primaire, et des contraintes appliquées à l'implant pendant la phase de cicatrisation.

En effet, certains paramètres locaux, tels qu'un volume osseux faible, un manque d'os cortical ou encore un os de type IV peuvent affecter la stabilité primaire de l'implant. <sup>[5,7]</sup> Une situation d'extraction-implantation immédiate peut également entraîner des situations dans lesquelles les implants sont insérés avec un torque réduit. <sup>[23]</sup>

La stabilité primaire est directement liée au torque d'insertion de l'implant (exprimé en Newton par centimètres, il traduit la force de l'ancrage). Si le torque minimum nécessaire à obtenir l'ostéointégration n'est pas défini, les auteurs s'accordent à dire qu'en dessous de 30 N/cm il est préférable de différer la mise en charge pour ne pas compromettre l'ostéointégration. [24]

#### **1.1.2.3.2 Echec prothétique**

La mise en charge immédiate classique implique la réalisation d'une prothèse provisoire connectée aux implants dans les 72 heures (au maximum) suivant la chirurgie, qui présentera potentiellement plusieurs défauts :

##### *1.1.2.3.2.1 Problèmes de passivité :*

La passivité d'une prothèse supra-implantaire est directement liée à l'exactitude de l'empreinte de situation des implants.

Le protocole de mise en charge immédiate classique implique la réalisation d'une empreinte de situation des implants une fois qu'ils sont mis en place. Cette étape de prothèse sera réalisée à la suite de la chirurgie, dans un contexte pouvant être stressant à la fois pour le patient qui vient de subir une chirurgie parfois longue et éprouvante, et pour le praticien qui doit réaliser son empreinte dans un environnement buccal fraîchement traumatisé par une chirurgie (incisions, sutures, saignement...) tout en gérant le timing du réveil de l'anesthésie. Cette étape d'empreinte peut être considérée comme une source d'erreur et d'imprécision dans le protocole clinique. [25] Un manque de passivité de la prothèse mise en place immédiatement peut conduire à des échecs implantaire en compromettant l'ostéointégration, par augmentation des micromouvements. [26, 27,28]

##### *1.1.2.3.2.2 Problèmes de fragilité :*

Cette prothèse sera réalisée entièrement en résine. Malgré l'ajout d'un renfort métallique éventuel, elle risque de présenter une certaine fragilité. [29,30]

La fragilité et la flexibilité d'une prothèse en résine mise en place immédiatement augmenteront le risque de fracture de la prothèse mais peuvent également mettre en péril l'ostéointégration, augmentant le taux de micromouvements transmis à l'interface os-implant. [31]

## **1.2 Soudure intra-orale des armatures de prothèse mises en charge immédiatement.**

Il a été largement démontré que la mise en charge immédiate était une technique fiable, efficace et satisfaisante pour le patient et le praticien pour réhabiliter prothétiquement un édentement de manière rapide, esthétique et fonctionnelle. <sup>[31]</sup>

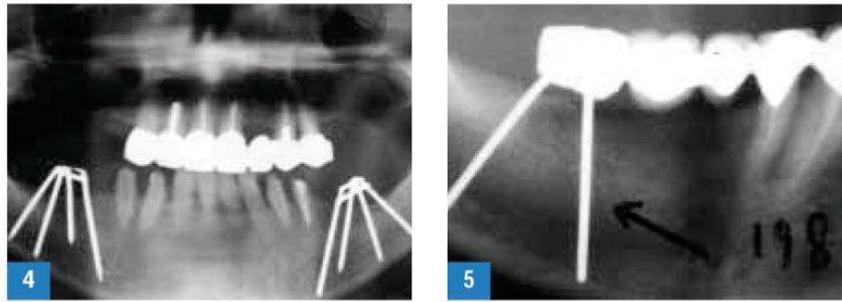
Pour repousser plus loin les limites d'indications de mise en charge immédiate et diminuer au maximum ses taux d'échec, les cliniciens ont cherché au cours des années à en modifier les protocoles cliniques. Pour favoriser encore l'ostéointégration et pouvoir ainsi mettre en charge des implants insérés à des torques plus réduits, ils ont imaginé des solutions permettant d'immobiliser les implants entre eux, grâce à une prothèse mise en charge immédiatement qui serait plus passive et plus rigide.

C'est dans ce but qu'est apparue dans la fin des années 1970, la notion de soudure intraorale par syncrystallisation des armatures, qui a évolué jusqu'à aboutir à la technique utilisée aujourd'hui.

### **1.2.1 Historique**

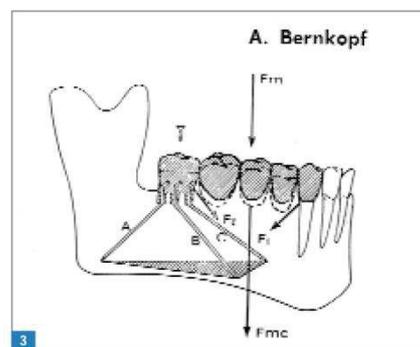
#### ***1.2.1.1 Pierluigi Mondani et l'apparition de la soudure intraorale***

En 1962, Jacques Scialom met au point l'implant aiguille, long (entre 25 et 40 mm) et très fin (1,2 à 1,5 mm de diamètre), qui n'est pas en titane mais en tantale. <sup>[33]</sup> Mis en place dans l'os cortical, l'implant aiguille ou pin-implant permet de préserver les structures anatomiques et de s'affranchir de phases pré-implantaires d'augmentation de volume osseux en exploitant au maximum les corticales résiduelles, particulièrement dans les cas de résorption sévère. L'implant aiguille est décrit comme la chirurgie implantaire la moins invasive et la moins douloureuse en postopératoire pour le patient.



**L'implant aiguille de Jacques Scialom <sup>[33]</sup>**

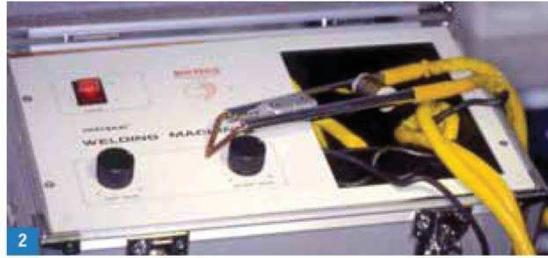
Cet implant placé seul permet très peu d'ancrage. La stabilité primaire est obtenue en solidarissant plusieurs aiguilles en bouche grâce à un bloc de résine autopolymérisable, placées dans des axes divergents. Cette disposition dite en tripode est décrite par Bernkopf en 1970. <sup>[33,34]</sup>



***Le tripode de Bernkopf***

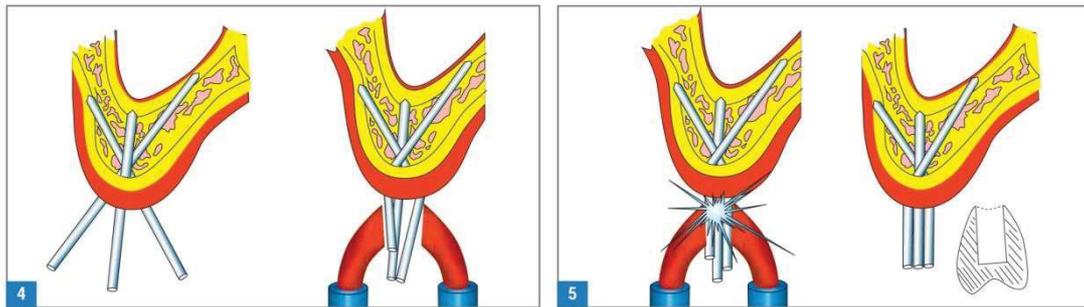
Pierluigi Mondani, remplace en 1970 les implants aiguilles de Scialom en tantale, par des implants de même forme en titane. Il modifie également la technique de solidarisation du tripode en utilisant une petite plaque métallique perforée (appelée « muretto » en italien) dans laquelle il fixe les implants aiguilles avec de la résine. <sup>[35]</sup>

En 1982, Mondani fait apparaître la notion de soudure intraorale par syncristallisation, grâce à la machine à souder qu'il présentait 4 ans plus tôt au Congress of Implantology and Maxillofacial Surgery d'Ortisei (Bolzona, Italie).



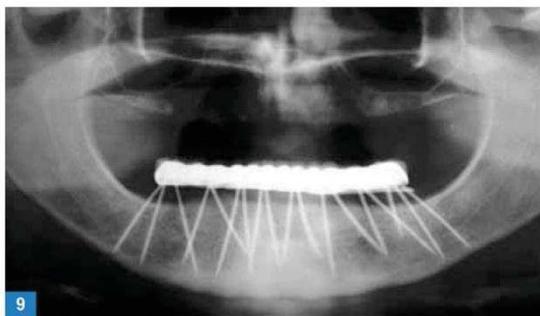
**Machine à souder de Mondani, 1982 <sup>[35]</sup>**

Mondani développe ainsi la première technique de soudure intra-orale, qu'il utilise pour souder entre elles (A), sans apport de matière, les extrémités des implants aiguilles et former un tripode sans utilisation de résine qui servira de pilier prothétique (B). Il utilisera également cette technique en reconstruction plurale par la soudure d'une barre en titane soudée à l'ensemble des extrémités des pin-implants (C), obtenant ainsi une armature fixe sur laquelle sera créée une prothèse immédiate (D).



A

B



C

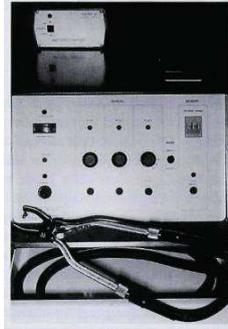


D

Par la suite, les implants aiguilles ont été abandonnés. Les prothèses mises en place étaient difficilement nettoyables ce qui entraînait des complications infectieuses au niveau des implants.

### 1.2.1.2 *The Hruska Titan Welder®*

A la même époque, Arturo Hruska développe lui aussi le concept de soudure intraorale du titane par syncristallisation, et dévoile en 1987 la machine qu'il nomme le « Hruska Titan Welder® » [36] :



*Hruska Titane Welder®*

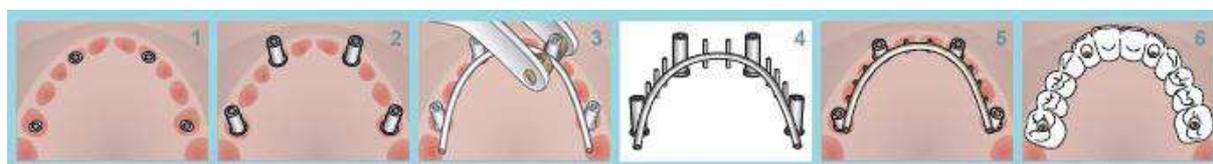
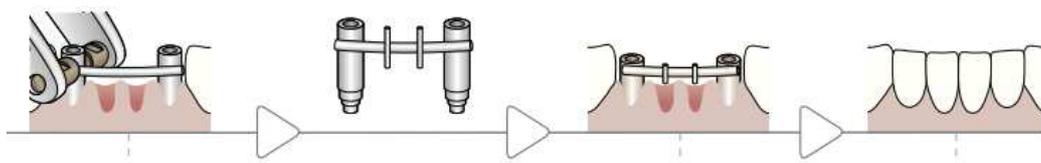
Hruska travaille avec des implants lames (blade implants) et coniques, il utilise sa machine à souder pour solidariser les implants entre eux en soudant un fil de titane de grade 1 ou 2 (1,2-1,5 mm de diamètre) à des piliers supra-implantaires. Dans cette procédure, Hruska n'utilise cette armature soudée en bouche que pour solidariser les implants entre eux pendant les premiers stades d'ostéointégration. [37]

En 2002, Arturo Hruska et son équipe publient une étude rétrospective menée sur 1301 implants mis en charge immédiatement, dans laquelle ils comparent les différentes méthodes de temporisation en mise en charge immédiate. Dans cette étude, 436 implants ont été mis en charge immédiatement grâce à la soudure avec le Hruska Titan Welder d'une armature qui renforce la prothèse immédiate. Hruska répertorie 3 implants perdus avec cette technique, soit 0,3% d'échec (contre 2,1% avec une couronne provisoire à ailettes et 1,7% avec un bridge provisoire en résine à renfort métallique). [38]

### **1.2.1.3 Marco Degidi et l'aboutissement du Syncrystallisation Unit®**

Près de 20 ans après les publications de Mondani et Hruska, Marco Degidi et son équipe italienne remettent la technique de soudure en bouche par syncrystallisation au goût du jour en présentant en 2006 les résultats d'une étude menée sur 192 implants placés chez 40 patients édentés complets ou partiellement édentés, dans un intervalle de 8 mois entre juin 2004 et janvier 2005. [40]

La technique décrite par Marco Degidi, permet la fabrication en bouche d'une armature métallique, obtenue grâce à la soudure par syncrystallisation d'une barre préformée en titane aux piliers supra-implantaires, qui viendra renforcer la prothèse provisoire en résine mise en place dans la journée de l'implantation.



**Protocole de soudure en bouche WeldOne Concept de Dentsply® [39]**

Au terme de son étude, l'équipe italienne obtient des résultats exceptionnels avec 100% d'ostéointégration des implants mis en charge à 6 mois postopératoire et aucune fracture de prothèse provisoire.

## 1.3 Principes de syncristallisation

### 1.3.1 Syncristallisation : résultat d'une soudure électrique.

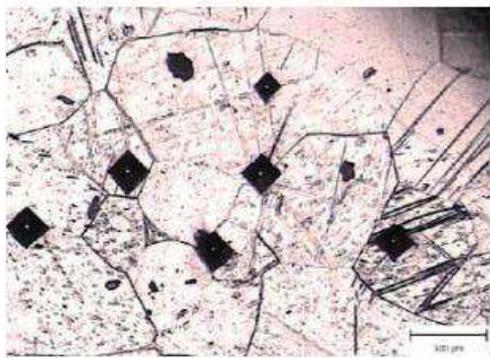
La syncristallisation est le processus par lequel deux entités physiques distinctes cristallisent pour ne former qu'une seule structure physique homogène cristalline. [49,50] Pour deux éléments métalliques, elle est ici obtenue par une soudure électrique, dite par points de résistance.

La réalisation d'une soudure électrique tient dans le principe de l'élévation de température au point de fusion par le passage d'un courant électrique entre deux électrodes au contact des matériaux à souder. Ainsi le courant passe par le circuit de soudage à un voltage proportionnel à l'énergie nécessaire à la soudure, selon la formule :

$$E = V^2 \times \frac{C}{2}$$

E : énergie  
V : voltage  
C : capacité  
électrique du  
condensateur

C'est l'échauffement créé par la résistivité des éléments parcourus par le courant électrique qui élève la température à la surface de soudure jusqu'à celle requise pour la fusion du métal. Cette soudure dite par point de résistance, surface-surface, sans apport nécessaire de matière, résulte d'un mouvement d'atomes au niveau de la surface de contact entre les deux matériaux lors du passage du courant. Cette migration atomique va entraîner une modification de l'organisation propre du métal et on va voir se former une nouvelle structure cristalline à la zone de jonction. La structure cristalline du titane, ordinairement polyhédrique, aura une organisation dendritique après avoir subi la soudure électrique.



**Structure polyhédrique du titane** <sup>[49]</sup>



**Structure dendritique après syncrystallisation** <sup>[49]</sup>

### **1.3.1.1 Applications**

L'indication de la soudure électrique ne se limite pas à l'implantologie. C'est une procédure couramment utilisée en aéronautique et dans l'industrie automobile.

Dans l'industrie, les unités de soudage utilisées nécessitent un environnement dépourvu d'oxygène, la soudure est alors réalisée sous atmosphère protectrice enrichie en gaz argon.

Les dispositifs de soudure utilisés en bouche tolèrent eux la présence d'oxygène, d'eau, de salive et le contact avec les différents tissus biologiques. <sup>[52]</sup>

Les unités de soudure intra-orale permettent également de diminuer le temps nécessaire à la soudure par rapport aux dispositifs industriels, permettant ainsi de limiter l'élévation de température associée en milieu buccal.

### **1.3.1.2 Une soudure adaptée au titane**

La résistivité d'un métal se traduit par sa capacité à contrer la circulation du courant. Moins un matériau sera conducteur d'électricité, plus sa résistivité sera élevée, plus l'élévation de chaleur lors du passage d'un courant électrique sera importante.

La mauvaise conductivité du titane (seulement  $2,4 \times 10^6$  Siemens/m contre  $62,1 \times 10^6$  S/m pour l'argent) et sa forte résistivité ( $41,7 \times 10^{-8}$  Ohms/m contre  $1,6 \times 10^{-8}$  Ohms/m pour l'argent) en font un matériau de choix pour la soudure électrique.

La soudure électrique du titane par syncrystallisation se produit lorsque la chaleur générée atteint  $1668^\circ\text{C}$ .

Le titane présente un faible quotient de diffusion thermique, ce qui permet une soudure avec une faible production de chaleur, adaptée à l'environnement buccal.

### **1.3.1.3 Matériel**

Le matériel de soudure par syncristallisation est constitué de différents éléments :

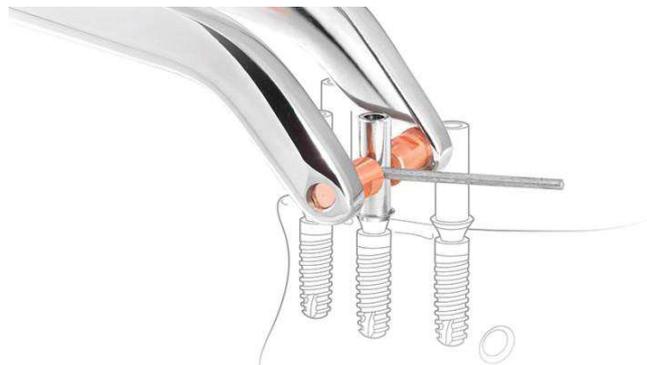
- Une unité de soudure, semblable à un condensateur d'énergie permettant de transmettre l'énergie suffisante à la production de chaleur nécessaire à la soudure ;

Le condensateur emmagasinera en moyenne une énergie de 312 J, soit 25 V. L'unité permet également d'adapter le voltage au diamètre du fil de titane utilisé. L'utilisation optimale du condensateur délivre entre 75 et 85% de la charge énergétique totale du condensateur ;



**Unité de soudure système WeldOne® de Dentsply®**

- Une pince à souder reliée à l'unité de soudure, composée à ses extrémités de deux électrodes de cuivre qui seront à mettre en contact avec les éléments à souder.



**Pince à souder**

### **1.3.1.4 Processus de soudure**

#### **1.3.1.4.1 Préparation**

Les deux électrodes de la pince à souder sont placées respectivement au contact des deux éléments à souder. Les deux surfaces doivent être propres et ne présenter aucune trace d'oxydation.

La pince permet de maintenir la pression adéquate de 20 Kg sur les éléments à souder, qui doivent impérativement rester en contact intime pendant tout le processus de soudure. Il est important qu'aucun tissu ou fil ne s'interpose entre les électrodes et les éléments à souder, pour ne pas créer d'étincelle lors du passage du courant.

La présence de salive ou d'eau dans le milieu ne compromet en rien la qualité du joint de soudure. Il est indispensable que le patient et l'équipe chirurgicale portent des lunettes de protection durant toute la durée du processus.

#### **1.3.1.4.2 Soudure**

Une décharge électrique produite par le condensateur précédemment déchargé est transmise aux électrodes de cuivre de la pince. Ce courant électrique à l'extrémité des électrodes augmente instantanément la température des éléments en titane jusqu'à la température de fusion (1668°C), en l'espace de 2 à 5 millisecondes.

On distingue 3 phases :

- Pré-gaz : permet la diminution de la teneur en oxygène au niveau de la future surface de soudure grâce à la création d'une atmosphère protectrice enrichie en argon ;
- Soudure ;
- Post-gaz : assure l'absence d'oxygène qui entrainerait une oxydation pendant le refroidissement.

#### **1.3.1.4.3 Refroidissement**

Pendant cette étape, le titane porté à fusion cristallise, formant ainsi la nouvelle structure cristalline du joint de soudure entre les deux éléments. Il est indispensable que les différents éléments soient maintenus sous la pression constante de la pince jusqu'à la fin de cette étape.

La chaleur générée est dissipée par les électrodes de cuivre.

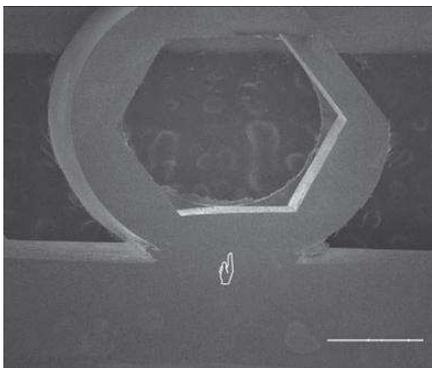
La soudure repose donc sur l'application d'une pression sur les deux éléments, associée au passage du courant électrique. On note que si le courant n'est appliqué que pendant la phase de soudure, la pression doit elle être maintenue pendant tout le processus (préparation – soudure – refroidissement), soit 3 secondes.

La pression constante assure la diffusion de la chaleur vers les électrodes plutôt que vers le corps de l'implant. Si le contact est relâché avant la phase de refroidissement, particulièrement lors de la soudure du premier connecteur, il y aura un risque d'échauffement autour de l'implant.

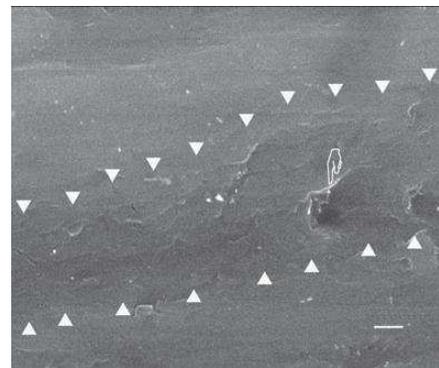
### **1.3.1.5 Qualité du joint de soudure**

#### **1.3.1.5.1 Etudes micro et macroscopique**

Une des préoccupations majeures du développement des protocoles de soudure intra-orale est la pérennité du joint de soudure. En 2006, Marco Degidi étudie cette interface au microscope et reporte une excellente qualité microstructurale et de faibles porosités visibles à fort grossissement. [40]



**Image en coupe d'une surface de soudure d'une barre en titane à un cylindre de soudure en titane, grossissement x20 [40]**



**Image du même joint de soudure à grossissement x 50,000 [40]**

#### **1.3.1.5.2 Comparaison à une soudure laser**

A ce jour, l'unité de syncristallisation et le laser Nd :YAG sont les deux seuls dispositifs utilisés pour réaliser des soudures intra-orales.

En effet, en 1967 Gordon décrit les avantages de la soudure laser, très largement utilisée depuis au sein des laboratoires, puis dans les cabinets dentaires. En 2009 Carlo Fornaini et son équipe proposent une technique de soudure intraorale par laser

Nd:Yag pour réparer différents éléments prothétiques ou orthodontiques en s'épargnant ainsi les procédures de laboratoire. [53] En 2012, Fornaini publie une étude de cas au cours de laquelle il utilise la soudure laser en intra-oral pour créer une armature de mise en charge immédiate. [78]

La soudure laser présente plusieurs avantages : elle permet de souder tous types de métaux et alliages, sans nécessité d'atmosphère gazeuse protectrice et présente un faisceau de diamètre très réduit (0.6mm) permettant une soudure très précise tout en limitant la dissipation de chaleur vers les tissus voisins.

En 2012, Fornaini publie une étude in vitro qui compare les soudures laser et électrique, dans le but de déterminer quelle technique est la plus adaptée à l'utilisation clinique. [52]

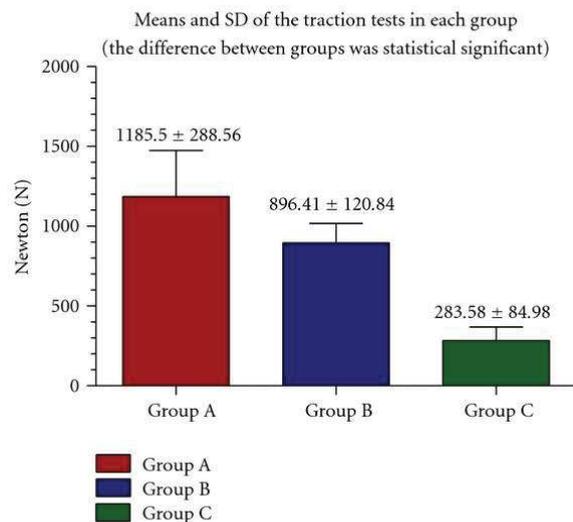
La comparaison de la qualité du joint de soudure entre les deux techniques est compliquée en raison des différences de protocole : la soudure laser peut être réalisée en « bout-à-bout » (GROUPE B) alors que la syncrystallisation impose un recouvrement des deux surfaces pour placer la pince à souder de part et d'autre (GROUPE C).



**GROUPE C : Plaques de titane pur soudées par syncrystallisation avec un recouvrement de 3mm ; electrowelder**



**GROUPE B : Plaques de titane pur soudées en bout à bout avec un laser Nd :Yag chair-side**



**Moyenne et écart-type de la résistance à la traction des différents joints de soudure<sup>[57]</sup>. (Groupe A : laser de laboratoire ; groupe B : laser Nd :Yag chair side ; groupe C : electrowelder)**

Les résultats répertoriés dans ce tableau démontrent que la soudure par laser présente une meilleure résistance à la traction que la syncristallisation.

Les études révèlent également que l'interface de soudure laser présente moins de porosités que la surface de syncristallisation, et est donc moins sujette aux microinfiltrations dans le temps. <sup>[51]</sup>

Malgré les meilleures propriétés mécaniques de la soudure laser, la syncristallisation est un dispositif de choix pour la soudure intraorale de par sa simplicité de réalisation et sa reproductibilité. En 2009, Marco Degidi analyse 116 joints de soudure réalisés pour la confection d'armatures renforçant des prothèses complètes supra-implantaires mises en charge immédiatement. Après un an de mise en fonction occlusale, il ne répertorie aucune altération de joint de soudure visible cliniquement ou radiographiquement. <sup>[43]</sup>

La soudure par syncristallisation fournit donc un joint de soudure dont les propriétés mécaniques sont suffisantes pour satisfaire les contraintes liées à la mise en charge occlusale.

### **1.3.2 Une soudure adaptée au milieu buccal**

L'intérêt majeur de cette technique est la possibilité de procéder à la soudure directement à l'intérieur de la cavité buccale. Il est donc indispensable qu'elle puisse être réalisée dans le respect des structures environnantes (os, muqueuse, tissu pulpaire des dents adjacentes) et sans danger pour le patient ou l'opérateur.

#### **1.3.2.1 *Températures critiques***

##### **1.3.2.1.1 Tissu pulpaire**

Le tissu pulpaire subit une inflammation à partir d'une augmentation de 5,5°C à l'intérieur de la chambre pulpaire, et la nécrose est inéluctable lorsque la température environnante dépasse 70°C.

### 1.3.2.1.2 Tissu osseux

La température critique pour le tissu osseux correspond à la température de dénaturation de la phosphatase alcaline (enzyme présente dans tout l'organisme et particulièrement concentrée dans l'os, les reins, les voies biliaires, le foie et le placenta) soit 56°C. On observe des dommages irréversibles à partir de 47°C pendant plus d'une minute.

Une augmentation de température inférieure à 44°C pendant une minute n'engendre aucune conséquence sur la régénération osseuse. [54,55]

### 1.3.2.2 Test in vitro

La soudure par syncrystallisation du titane se produit à 1668°C, cependant ce processus ne prend que 2 à 5 millisecondes. Des études in vitro ont été réalisées pour déterminer l'augmentation de température engendrée dans les structures avoisinantes.

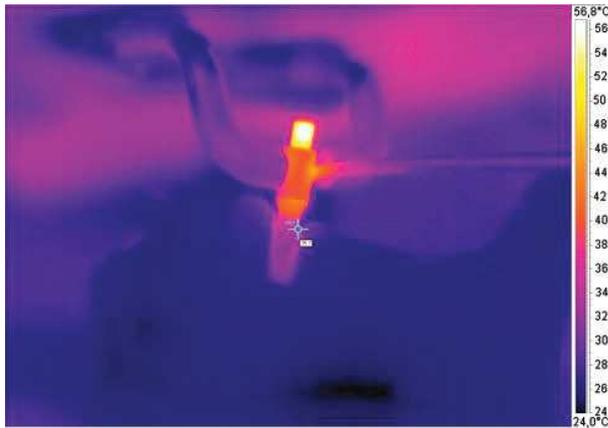
En 2012, grâce à une analyse thermographique infrarouge Marco Degidi et son équipe testent in vitro l'élévation de la température pendant la soudure d'un fil de titane de diamètre 2 et 1,5 mm à un pilier de soudure en titane sur des implants XIVE S<sup>®</sup>, ANKYLOS<sup>®</sup> et XIVE TG<sup>®</sup> avec la Syncrystallisation Unit<sup>®</sup>. [56]



Analyse thermographique de la phase préparatoire, les deux électrodes sont maintenues en pression sans passage de courant.



Analyse thermographique de la phase de soudure, les deux électrodes sont maintenues en pression pendant l'impulsion électrique de 2 à 5 ms.



Analyse thermographique de la phase de refroidissement, seule la pression est maintenue par les électrodes.

L'étude a été réalisée dans une atmosphère contrôlée, maintenue entre 23 et 24°C et 50% d'humidité (+/- 5%). Les mesures thermographiques sont enregistrées à la surface directe de l'implant, pour évaluer la transmission de chaleur à l'os sous-jacent.

Dans un souci de sécurité, l'équipe évalue également l'élévation de température en cas d'erreur de la part des opérateurs : absence d'irrigation à la solution saline, relâchement de la pression avant la fin de la phase de refroidissement, utilisation de l'unité de soudure à 100% de sa puissance électrique au lieu des 75-85% recommandés.

La température maximale est enregistrée pendant la phase de refroidissement, entre 15 et 80 ms après l'impact électrique, elle est maintenue pendant environ 10 ms.

Paramétrage de l'unité de soudure	Pression des électrodes	Irrigation à la solution saline	Température maximale enregistrée
75 – 85%	Maintenue	Oui	31,6°C
75 – 85%	Maintenue	Non	39°C
100%	Maintenue	Non	41,7°C
75-85%	Relachée	Non	42,3°C
100%	Relachée	Non	42,8°C

**Evaluation de l'élévation de température en fonction des conditions d'exécution d'une soudure par syncristallisation.**

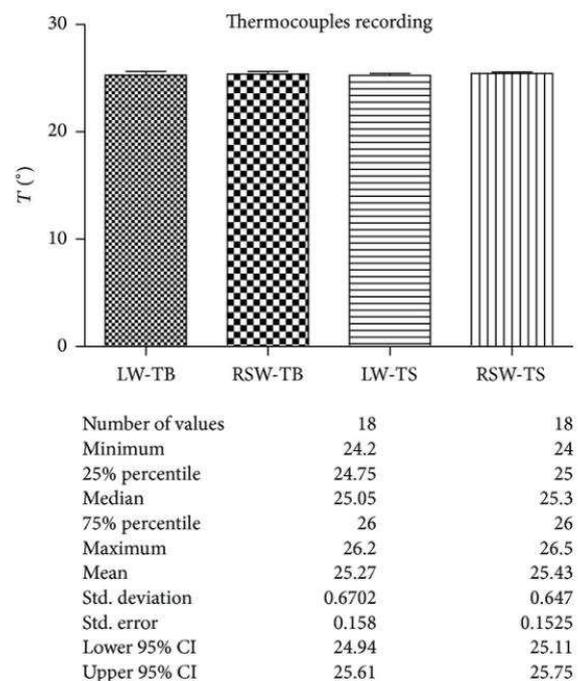
(document personnel réalisé à partir des résultats de Degidi<sup>[56]</sup>)

D'après ces résultats, même si l'opérateur commet toutes les erreurs possibles pouvant affecter la diffusion thermique, le pic de température engendré n'excédera pas 42,8°C, ceci étant bien en dessous du seuil de nocivité pour les tissus environnants.

On peut affirmer que la soudure intra-orale par syncristallisation ne produit pas de chaleur compromettant l'ostéointégration. C'est une technique sans danger pour le patient et l'opérateur qui doivent toutefois prendre soin de porter des lunettes de protection durant tout le processus.

### 1.3.2.3 Comparaison à la soudure laser

En 2014, Fornaini réalise une étude ex-vivo sur des mâchoires de porc pour analyser l'élévation de température au niveau de l'os (TB) et au niveau de la surface de l'implant (TS) pendant la soudure laser (LW pour Laser Welding) et par syncristallisation (RSW pour Resistance Spot Welding). Dans un environnement compris entre 22° et 24°, la température moyenne enregistrée est de 25,43°C pour la soudure par syncristallisation contre 25,27° pour une soudure laser Nd :YAG ; valeurs toutes deux bien inférieures à tout seuil d'élévation thermique nocif pour les structures de la cavité buccale.



La diffusion de chaleur dans l'environnement péri-implantaire est sensiblement équivalente entre une soudure laser et une soudure par syncristallisation. [58,59]

## **PARTIE 2. Guide de mise en œuvre clinique**

### **Introduction**

La technique mise au point par Degidi en 2006, aboutit à la réalisation d'une prothèse plurale renforcée par une armature soudée directement en bouche par les principes de syncrystallisation décrits ci-dessus. La réussite de ce plan de traitement se traduit par une ostéointégration des implants mis en charge et une intégration fonctionnelle et esthétique de la prothèse réalisée dans l'appareil manducateur. La prothèse ainsi réalisée sera transvissée dans la journée ou fixée par friction à l'aide de coiffes télescopes.

Si la littérature est bien documentée depuis les dix dernières années en termes de résultats, elle est cependant très succincte quant au protocole clinique associé.

En effet, l'efficacité et la reproductibilité de la soudure intra-orale ont été démontrées à de nombreuses reprises. Cependant la littérature ne permet pas à ce jour à ses lecteurs de disposer d'un guide de mise en œuvre clinique complet fournissant les clefs de la réussite d'un tel traitement.

En 2015, Marc Collavini publie une étude rétrospective menée sur 50 cas, tous édentements confondus : 50% d'édentements complets (11 mandibulaires pour 14 maxillaires) et 50% d'édentements partiels (16 maxillaires pour 9 mandibulaires). La technique utilisée pour traiter ces 50 cas est celle enseignée par Marco Degidi à Bologne. Tous les patients ont été réhabilités dans la journée de la pose des implants avec une prothèse fixe transvissée, renforcée par une armature en titane soudée en bouche avec le système WeldOne® (Dentsply).

Cette étude a pour but d'analyser le taux de réussite implantaire et prothétique en cas d'édentement partiel ou total, sur des implants présentant un couple d'insertion variable. L'analyse de ces cas a fait l'objet d'un suivi entre 3 et 18 mois, selon leur ancienneté.

200 implants sont inclus dans cette étude. Pour chaque classe d'édentement, des implants sont insérés avec un couple réduit descendant jusqu'à 5 et 7 N/cm pour les reconstructions maxillaires. On remarque notamment que la moyenne des couples d'insertion des implants mis en charge pour les reconstructions partielles maxillaires est de 19,5 N/cm, valeur inférieure aux 20 N/cm recommandés pour une mise en charge immédiate conventionnelle.

Au terme de cette étude, 2 implants n'ont pas été ostéointégrés. Tous deux étaient situés en position terminale au niveau de la 2<sup>ème</sup> molaire maxillaire et supportaient une extension distale d'une molaire. L'un présentait un couple d'insertion de 26 N/cm et sa perte pourrait s'expliquer par un déséquilibre occlusal, l'autre présentait un couple de 7 N/cm et était en position oblique pour respecter le sinus.

Deux cas ont présenté une perte osseuse de 2 mm sur un implant la première année, et deux autres une perte de 1,5 mm sur 3 implants. Tous avaient été insérés en situation d'extraction-implantation immédiate.

On répertorie donc un taux de survie implantaire de 99 % et un taux de succès implantaire de 96,5 %, toutes édentations et tous couples d'insertion confondus.

Au niveau prothétique, 4 fractures d'armatures ont été notées, toutes au niveau d'extensions postérieures non doublées, aucune n'impliquant le joint de soudure. Un cas a également présenté une fracture cuspidienne au niveau d'un passage de vis. Le taux de réussite prothétique pour cette étude est de 90 %, on notera que toutes les complications prothétiques ont pu être gérées en collaboration avec le laboratoire.

	Complet maxillaire	Complet mandibulaire	Partiel maxillaire	Partiel mandibulaire	Nombre total	Résultat
<b>Nombre de cas</b>	14	11	16	9	50	
<b>Nombre d'implants</b>	79	52	43	26	200	
<b>Couple maximum</b>	50	50	50	50		
<b>Couple minimum</b>	7	16	5	10		
<b>Couple moyen</b>	28	41	19,5	33		
<b>Echec implantaire</b>	2				2	1%
<b>Perte d'os &gt;2mm</b>				2	2	1%
<b>Perte d'os &gt; 1,5mm</b>	2			1	3	1,5%
<b>Complications implantaires</b>					7	3,5%
<b>Fracture d'armature</b>	3	1			4	8%
<b>Fracture dentaire</b>			1		1	2%
<b>Complications prothétiques</b>					5	10%

***Récapitulatif des résultats de l'étude rétrospective de M.Collavini (2015)***

Ce descriptif a pour but de délivrer un protocole exhaustif de la soudure intraorale des armatures en titane en mise en charge immédiate, permettant au praticien de mener à bien cette technique prometteuse.

Au vu de l'absence d'informations détaillées dans la littérature, la mise en œuvre clinique décrite ci-après repose sur l'observation de nombreux cas traités dans le cadre de l'étude de Marc Collavini décrite ci-dessus, selon la technique de Marco Degidi.

Les cas utilisés pour élaborer ce descriptif de protocole clinique ont tous été réalisés, par le Dr Marc Collavini à la clinique du Diaconat de Mulhouse, en collaboration avec Christian Santoro du laboratoire Dentec de Didenheim (68).

## **2.1 Pose de l'indication de traitement**

Cette technique de mise en charge immédiate est indiquée dans les cas de réhabilitations partielles ou complètes.

La mise en charge immédiate d'une prothèse supra-implantaire obtenue par soudure des armatures en bouche est un processus exigeant et strict. La pose de l'indication de cette technique nécessite d'évaluer plusieurs paramètres :

### **2.1.1 Age du patient**

Comme à la pose d'implants en général, un âge avancé n'est pas une contre-indication, cependant une altération de l'état de santé général lié à l'âge peut être un frein. Pour les patients âgés il sera nécessaire d'évaluer les capacités de maintenance et d'hygiène et la possibilité de réaliser une chirurgie longue.

A l'autre extrême, chez le jeune patient ces solutions implantaire sont à éviter avant la fin de la croissance des maxillaires.

### **2.1.2 Etat de santé général**

Les contre-indications d'ordre médical, strictes et relatives, sont sensiblement identiques à celles appliquées à la pratique de l'implantologie conventionnelle. On va donc écarter les patients atteints de maladies systémiques, d'immunodéficience, ou ayant subi une radiothérapie de la sphère orofaciale, mais également les femmes enceintes, les alcooliques et les toxicomanes.

La seule exception étant pour les porteurs de pacemaker, chez qui la génération du courant électrique nécessaire à la soudure peut provoquer un dérèglement du dispositif cardiaque et présenter un risque vital pour le patient.

### **2.1.3 Motivation et compliance du patient**

Comme pour la mise en charge immédiate classique, la motivation et la compliance du patient sont des paramètres clés à évaluer pour poser l'indication du traitement.

Un implant mis en charge immédiatement sera plus exposé à la contamination bactérienne qu'un implant enfoui. Il est indispensable que le patient soit en mesure d'entretenir la prothèse pour la pérennité des implants.

### **2.1.4 Etat dentaire et parodontal**

La prise en charge implantaire doit faire partie d'une prise en charge globale, et ne doit être entreprise qu'après un assainissement complet de la cavité buccale, avec une santé parodontale stable, une absence de lésions carieuses actives et de signes infectieux ou inflammatoires.

### **2.1.5 Densité et volume osseux**

Pour pouvoir obtenir une stabilité primaire satisfaisante, il est nécessaire d'avoir un volume osseux permettant que l'implant soit inséré en contact intime avec des parois osseuses suffisamment solides.

La densité de l'os devra être préférentiellement de type II ou III.

## **2.2 Protocole clinique dans un cas de réhabilitation complète unimaxillaire.**

### **2.2.1 Etapes préalables à la chirurgie**

#### **2.2.1.1 Examens cliniques et radiographiques initiaux**

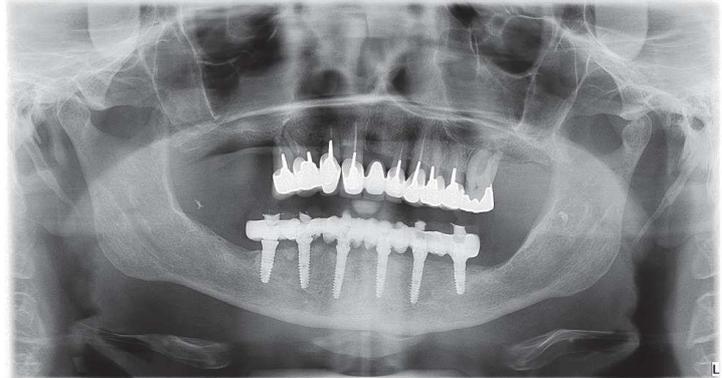
Après anamnèse complète et approfondie, un examen complet exo et endobuccal est réalisé, il permet au praticien d'évaluer la situation initiale et de planifier des séances d'assainissement préalable si nécessaire.

Le biotype parodontal est analysé, ainsi que la hauteur et largeur des crêtes à la palpation.

Ce premier examen est complété par un orthopantomogramme, pour avoir une vue d'ensemble de la situation clinique.



**Figure 1 : vue endobuccale**



**Figure 2 : OTP préopératoire**

### **2.2.1.2 Etablissement d'un projet prothétique :**

Les premières étapes du traitement seront semblables à celle de la conception d'une prothèse traditionnelle. Dès le début du traitement la bonne collaboration entre le praticien et son prothésiste est indispensable.

1ère séance clinique : prise de photos exo et intra-buccales, empreintes primaires à l'alginate avec porte-empreinte du commerce.

La première séance clinique permet l'évaluation de la situation de départ, le praticien mesure les dimensions des différents étages de la face, étudie le profil du patient, le soutien de lèvres, la ligne du sourire, et la perte de dimension verticale.

Si le patient est porteur de prothèse conventionnelle, ces analyses seront réalisées avec et sans prothèse en place.

1ère séance de laboratoire : coulée des modèles primaires, réalisation d'un porte-empreinte individuel avec bourrelet d'occlusion en cire dure.

2ème séance clinique : empreintes secondaires si nécessaire, enregistrement de la relation intermaxillaire, du soutien de lèvres et de la distance intercanine.

Choix de la forme et de la teinte des dents.

2ème séance de laboratoire : coulée des modèles secondaires et montage en articulateur.

Montage des dents sur cire molle : Si le patient était porteur d'une prothèse fonctionnelle et bien intégrée au niveau du profil du patient, une sur-empreinte de la prothèse est également à transmettre au prothésiste et servira de guide pour le montage.

La prothèse réalisée sera une prothèse immédiate provisoire à long terme, qui comme développé plus tard pourra parfois être considérée comme prothèse définitive. Il est donc indispensable que les dents prothétiques utilisées soient de grande qualité pour un bon rendu esthétique.

3ème séance clinique : essayage du montage sur cire et validation avec le patient.

Il peut être utile que le prothésiste soit présent à cette étape au fauteuil, pour faire des modifications éventuelles dans le montage.

On obtient à la fin de ces étapes de prothèse, un projet prothétique abouti, à la fois sur le plan fonctionnel et esthétique, validé par le patient, le prothésiste et le praticien.

3ème séance de laboratoire : la prothèse est alors polymérisée en résine et finie.

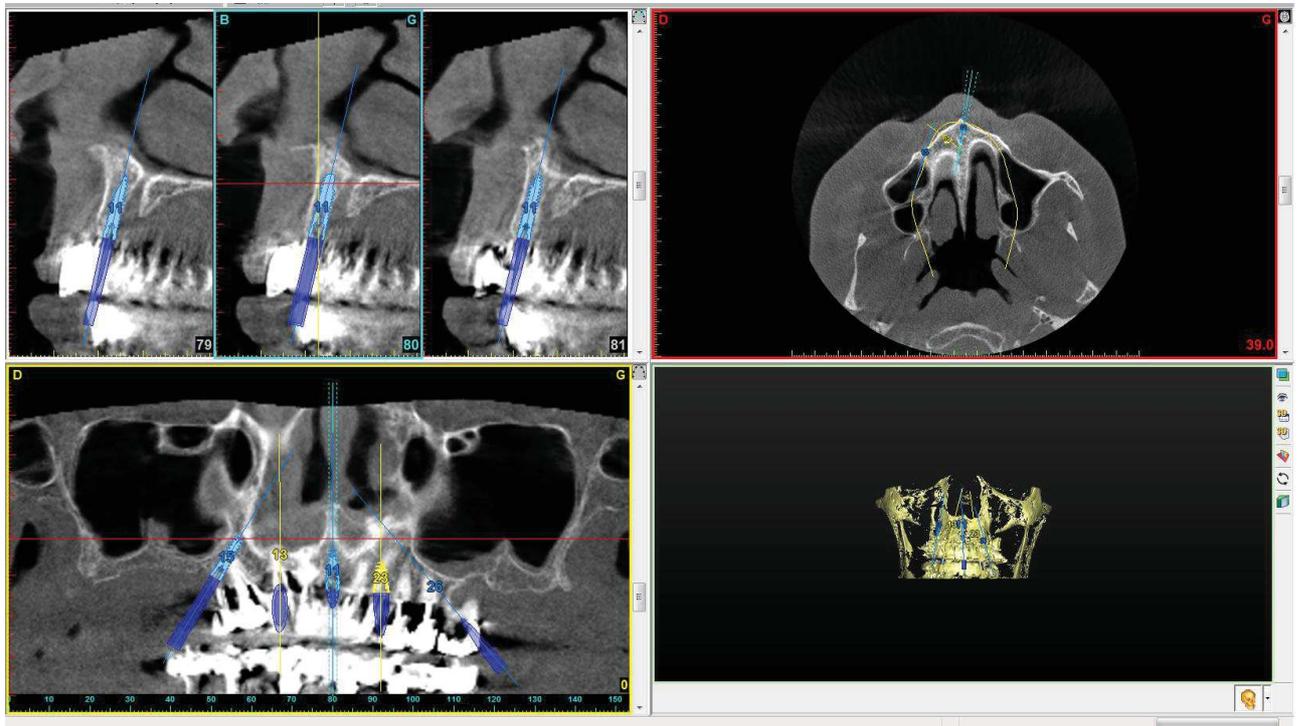
Après grattage, la prothèse est évidée largement dans son intrados au niveau de la crête. Un duplicata en résine radio-opaque est réalisé, complètement évidé au niveau du rail prothétique, il servira de guide chirurgical. Guide et coque prothétique seront munis d'extensions permettant de faciliter le repositionnement en bouche (appuis dentaires pour les reconstitutions partielles, palais pour les complets maxillaires et extensions au niveau des trigones rétro-molaires pour les complets mandibulaires).

### **2.2.1.3 Planification chirurgicale :**

Pour planifier une reconstruction plurale supra-implantaire de grande étendue, un examen radiographique en volume est indispensable.

Le patient va donc passer un examen CBCT, avec le duplicata de la coque prothétique définitive en résine radio-opaque, en place et en occlusion.

La planification chirurgicale par ordinateur, grâce à un logiciel type SIMPLANT<sup>®</sup>, permettra de déterminer le nombre d'implants qui seront placés, leur position et leurs dimensions.



**Figure 3 : capture d'écran de planification chirurgicale par ordinateur**

L'emplacement des implants est choisi, dans la mesure du volume osseux disponible et dans le respect des structures anatomiques environnantes, en fonction de l'emplacement des dents prothétiques visible grâce au duplicata radio-opaque. Plus les émergences des implants seront placées en regard des faces occlusales des dents prothétiques, plus les connexions seront discrètes et la prothèse fine et esthétique.

L'utilisation du logiciel peut également servir à la confection d'un guide chirurgical stéréolithographique. <sup>[48]</sup>

#### **2.2.1.4 Prescription préopératoire**

Une antibioprophylaxie (1g d'amoxicilline par jour en deux prises) est mise en place pendant 6 jours, débutée une heure avant la chirurgie.

Une prescription d'analgiques de palier I et d'antiseptiques locaux est également prévue pour les suites chirurgicales.

Le temps opératoire pouvant être relativement long, une prescription sédatrice peut être nécessaire.

## **2.2.2 Temps chirurgical**

### **2.2.2.1 Préparation**

#### **2.2.2.1.1 Infrastructure et matériel**

Cette chirurgie devra être réalisée dans des conditions adaptées à l'implantologie : une salle dédiée à la chirurgie ou un bloc opératoire.

Si le praticien intervient en bloc opératoire hospitalier, il faudra cependant prendre garde à ce que l'atmosphère ne soit pas enrichie en oxygène et à éloigner suffisamment toutes les sources d'oxygène concentré présentes (ex : bonbonnes de chariot d'urgence).

Comme vu précédemment la soudure électrique tolère peu l'oxygène, ainsi l'utilisation d'un tel dispositif dans un environnement enrichi en oxygène risquerait de provoquer une détonation.

La partie prothétique qui fait suite à la mise en place des implants nécessitera du matériel non stérile, la salle opératoire devra donc être nettement séparée en deux espaces : un espace stérile dédié à la partie chirurgicale, et un espace non stérile où les étapes de prothèse pourront être réalisées à distance après mise en place des implants.

#### **2.2.2.1.2 Equipe opératoire**

Ce protocole est un travail d'équipe qui nécessite du personnel compétent et formé. Le praticien doit s'entourer d'assistantes dentaires qualifiées et formées aux bonnes pratiques de bloc opératoire.

L'équipe sera constituée, au minimum :

- Du praticien, équipé stérile ;
- D'une assistante équipée stérile ;
- D'une assistante qui aura le rôle d'aide opératoire non stérile ;
- Du prothésiste, équipé non stérile.

La présence du prothésiste lors de l'opération est un atout. Il sera là pour seconder le praticien durant toutes les étapes de prothèse hors-bouche qui feront suite à la pose des implants. Sa présence permettra de réduire considérablement le temps opératoire, donc de gérer au mieux le temps de réveil de l'anesthésie et ainsi améliorer le confort du patient.

#### **2.2.2.1.3 Installation**

Les opérateurs pratiquent un lavage chirurgical des mains et s'équipent de calots, lunettes de protection, masques, blouses et gants stériles.

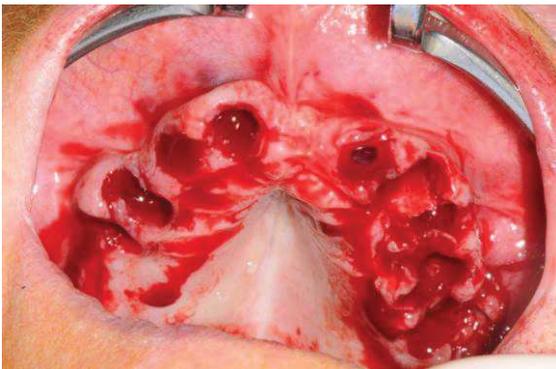
Dans le respect des bonnes pratiques de bloc opératoire, le patient est installé sur le fauteuil et tout l'environnement opératoire est champé et gainé. La cavité buccale est isolée par le champ opératoire et une désinfection intra et péri-buccale est réalisée à la chlorhexidine ou à la bétadine.

#### **2.2.2.1.4 Anesthésie**

L'anesthésie locale doit être large et suffisante.

#### **2.2.2.2 Temps dentaire**

Si nécessaire, les extractions des dents non conservables sont réalisées de manière atraumatique et suivies d'un curetage soigné des alvéoles d'extraction. (Figure 4a et 4b)



**Figure 4a**

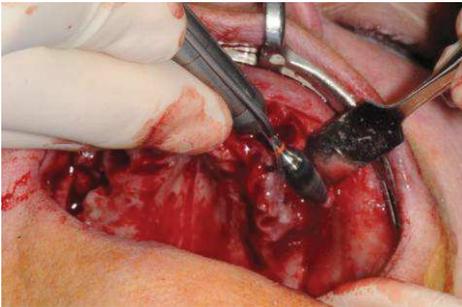


**Figure 4**

#### **2.2.2.3 Temps muqueux**

La pose d'implants multiples nécessite un accès libre, physique et visuel à l'ensemble de la crête osseuse.

Pour ce faire, une incision crestale complétée de décharges éventuelles est réalisée, permettant la levée d'un lambeau de pleine épaisseur.



**Figure 5**

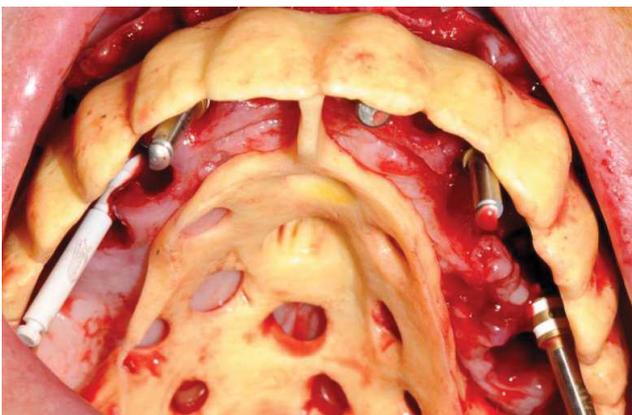
En cas de grosses irrégularités, une ostéoplastie de régularisation de crête peut être nécessaire. (Figure 5)

#### **2.2.2.4 Temps implantaire**

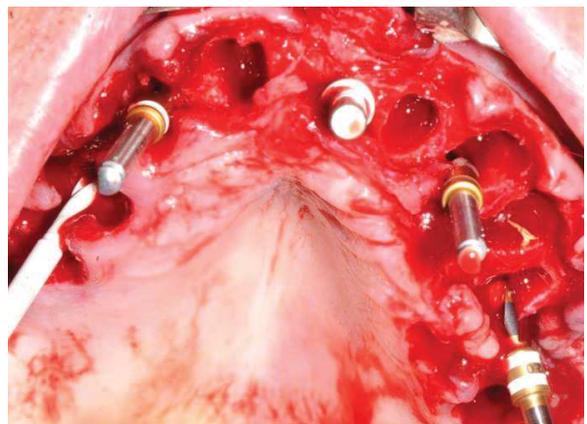
Fait suite la pose des implants, dont les différents forages vont être guidés par un guide chirurgical, ou le cas échéant, par la coque prothétique évidée.

Le guide chirurgical va permettre de placer au mieux les émergences des implants dans le couloir prothétique, et dans la mesure du possible dans l'axe des futures dents prothétiques. (Figure 6a)

Grâce à des jauges, axe et position des implants sont contrôlés tout au long des séquences de forage. ( Figure 6b)



**Figure 6a**



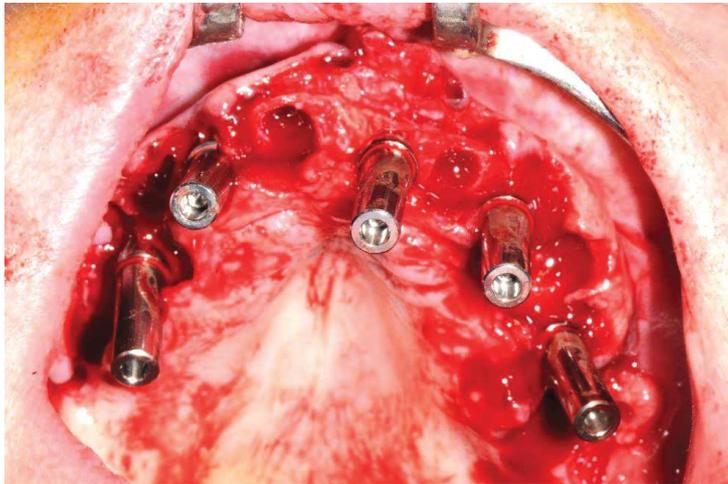
**Figure 6b**

La technique chirurgicale et la préparation du lit implantaire sont des éléments décisifs dans l'obtention de la stabilité primaire de l'implant.

## 2.2.3 Préparation de l'armature

### 2.2.3.1 *Cylindres de soudure*

Mise en place de cylindres de soudure sur les implants par vissage. (Figure 7)  
Ces cylindres sont en titane, et compatibles avec l'unité de soudure WeldOne Unit®.  
L'émergence des cylindres doit passer dans le couloir prothétique de la coque pour éviter au maximum une émergence inesthétique en vestibulaire.  
Pour faciliter l'insertion de la future armature, les cylindres doivent être le plus parallèles possible. En cas de divergence d'axes, des piliers angulés à 15 ou 30° peuvent être utilisés pour rattraper les axes.



**Figure 7**

### 2.2.3.2 *Façonnage de la barre à souder*

Le praticien devra ensuite façonner une barre en titane pour qu'elle soit en contact intime et passif avec tous les cylindres de soudure (Figure 8).

Le diamètre de la barre est fonction de la distance implantaire :

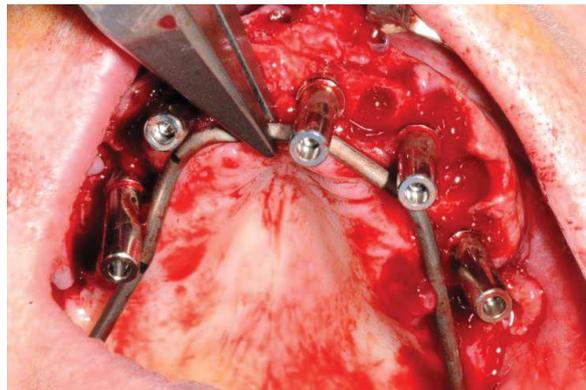
- 2 mm de diamètre si la distance entre les implants est comprise entre 15 et 20 mm ;
- 1,5 mm de diamètre si la distance inter-implantaire est inférieure à 15 mm entre chaque implant.

Il utilise une pince plate et une pince à anguler pour préformer cette barre, et se sert de la coque radio-opaque pour déterminer l'emplacement de la barre de titane.

En effet, le trajet de la barre de titane est déterminé par la position de l'émergence des implants dans le rail prothétique :

- Si l'émergence de l'implant est proche de la face vestibulaire de la future dent prothétique, la barre devra passer en palatin pour préserver l'esthétique de la face vestibulaire ;
- Si l'émergence de l'implant est en position palatine ou linguale dans le couloir prothétique, la barre de l'armature sera adaptée en vestibulaire du cylindre de soudure, pour ne pas épaissir d'avantage la prothèse.

L'adaptation de la barre en titane façonnée doit être parfaitement en contact avec les connecteurs pour éviter de la souder en tension et garantir une totale passivité de la future armature.



**Figure 8**

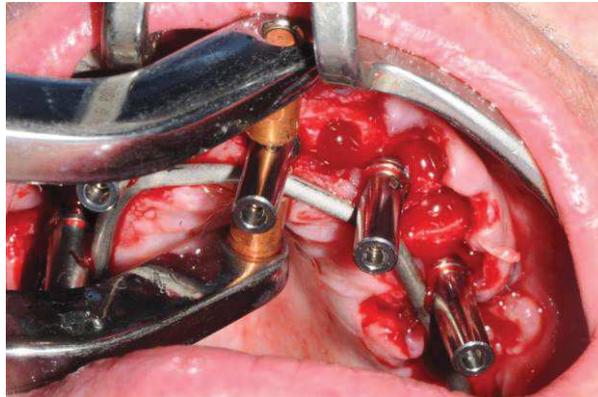
### **2.2.3.3 Soudure**

La soudure de l'armature entière est conditionnée par le premier point de soudure : le praticien devra stabiliser d'une main la barre pour s'assurer qu'elle soit impérativement en contact avec tous les cylindres pendant que le premier point de soudure est réalisé. (Figure 9)

Un manque d'adaptation de cette barre forcerait l'opérateur à réaliser une soudure en tension, tension qui serait transmise aux implants par la suite.

La soudure est réalisée grâce au WeldOne Unit<sup>®</sup>, sous un spray d'irrigation léger mais constant.

Lors de la soudure il est indispensable que les surfaces de la pince à souder soit en contact direct avec à la fois la barre à souder et le cylindre de soudure. Un angle de 90° est maintenu entre le connecteur et la barre.



**Figure 9**

Le premier cylindre soudé doit être le plus accessible pour l'opérateur, soit un cylindre antérieur. La soudure sera ensuite poursuivie du même côté en direction distale, puis dans l'autre quadrant de mésial en distal.

Une fois la barre soudée à l'ensemble des cylindres, la partie la plus importante de l'armature est réalisée. Le praticien peut alors dévisser l'ensemble de manière solidaire et vérifier son travail.

L'armature doit pouvoir se remettre en place facilement et en contact sur tous les implants.

La passivité de l'armature est vérifiée par un test de Sheffield. <sup>[73]</sup> Aucune bascule ne doit persister même si on ne garde qu'une seule vis serrée.

#### **2.2.3.4 Renforcement de l'armature**

##### **2.2.3.4.1 Rétentions verticales**

L'armature réalisée va être complétée par des petits rajouts de rétentions en titane perpendiculairement à la barre soudée. Ces rétentions verticales augmentent la rétention de la partie cosmétique (dents et résine de la fausse gencive).

Elles sont placées en regard des faces vestibulaires des dents prothétiques pour ne pas interférer avec les futures embrasures. (Figure 10)

Pour réaliser ces rétentions, des courtes portions de barre de titane de diamètre inférieur (1,2 à 1,5 mm) sont soudées à la barre initiale, dans les espaces entre les

cylindres de soudure. La soudure pourra alors être réalisée à puissance moindre, hors de la cavité buccale et sans spray d'irrigation.



**Figure 10**

#### **2.2.3.4.2 Renforts horizontaux**

Des renforts horizontaux, parallèles à la barre initiale, vont permettre d'augmenter considérablement la rigidité et la solidité de l'armature créée. Ces renforts seront constitués de portions de barre de titane de diamètre intermédiaire (1,5 à 2 mm), qui seront préformées pour être en contact avec les cylindres de soudure en passant en vestibulaire ou en palatin selon les mêmes principes que la barre initiale. . (Figure 11)

De par le diamètre plus important et le contact avec les cylindres, la soudure devra être effectuée en bouche dans les mêmes conditions que l'armature initiale, après vissage de l'intégralité de l'armature. Une soudure sur les cylindres sans qu'ils soient vissés risquerait de déformer l'intégralité de l'armature et de compromettre ainsi la passivité de la future prothèse.



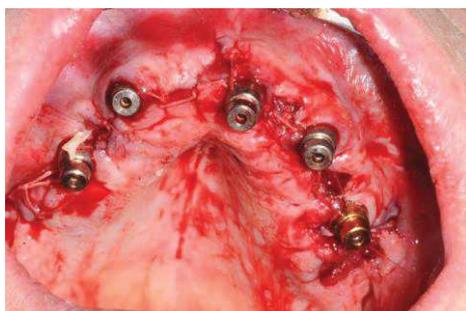
**Figure 11**

### **2.2.3.5 Adaptation de l'armature**

Après la soudure des renforts, l'armature obtenue est brute. Elle doit ensuite être adaptée par le prothésiste pour trouver sa place dans la coque prothétique définitive.

Une fois dévissée, le prothésiste pourra travailler cette armature pendant que le praticien réalisera des sutures en fil résorbable et mettra en place des coiffes provisoires sur les implants pour éviter que la muqueuse ne se referme pendant le travail hors-bouche. (Figure 12a)

L'utilisation de fil résorbable est indispensable pour éviter la dépose de la prothèse pour la dépose des sutures durant les phases initiales de la cicatrisation.<sup>[60]</sup>



**Figure 12a**



**Figure 12b**

Le prothésiste va alors réduire la hauteur des cylindres et biseauter l'armature si nécessaire pour que celle-ci se loge dans la coque prothétique sans conflit. Il va également aménager un accès occlusal à une vis d'accès unique qui aura été déterminée par le praticien comme celle qui sera la plus facile d'accès. (Figure 12b)

La présence du prothésiste est utile à ce stade du traitement. En libérant les mains du praticien et par ses habitudes à concevoir prothèses et armatures. Leur coopération permet un gain de temps considérable.

L'armature est alors revissée en bouche pour une dernière vérification. Elle doit à ce stade s'insérer facilement et passivement sur les implants, et ne doit pas gêner le positionnement en occlusion de la coque prothétique.

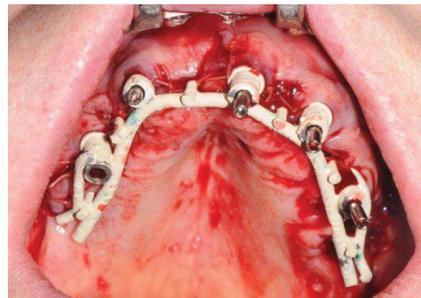
A cette étape, le praticien prépare le patient pour le rebasage de la coque prothétique, il s'assure avec la coque à vide que la position d'occlusion est reproductible pour faciliter l'étape suivante. Il vérifie également que la perforation occlusale permet un accès aisé à la vis correspondante.

L'armature validée va alors être opacifiée avec un vernis Opaquer® qui va à la fois servir d'adhésif et masquer la couleur du métal qui pourrait transparaître sous la résine. (Figure 13a)

L'armature est prête à être solidarisée dans l'intrados de la prothèse. (Figure 13b)



**Figure 13a**



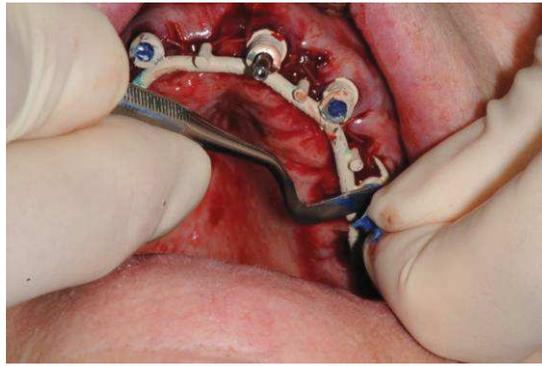
**Figure 13b**

#### **2.2.4 Connexion de l'armature à la coque prothétique**

L'armature terminée, elle doit être connectée à la coque prothétique pour ne former qu'un seul ensemble.

Cette connexion est une fois de plus une étape de travail d'équipe entre le praticien et son prothésiste.

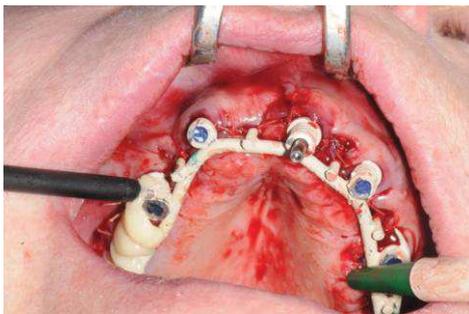
Le praticien va visser l'armature par la seule vis correspondant à l'ouverture créée en occlusale de la coque. Il va prendre soin de boucher avec de la cire molle l'ensemble des autres puits de vissage pour qu'ils ne soient pas comblés par de la résine. (Figure 14)



**Figure 14**

Pendant ce même temps, le prothésiste prépare la coque prothétique en recouvrant l'intrados d'une fine couche de primer à polymériser.

L'intrados de la coque sera chargé de résine Comboline<sup>®</sup> (Bredent) par le prothésiste pendant que le praticien recouvrira l'armature de cette même résine directement en bouche. Cette résine se distingue par sa dureté élevée et sa résistance.



**Figure 15a**



**Figure 15b**

La coque prothétique est alors mise en place par-dessus l'armature.

Le praticien réalise un flash de polymérisation pour dégager aisément l'accès à la vis. La polymérisation est poursuivie après mise en occlusion pendant 60 secondes.

La prothèse renforcée par son armature peut alors être dévissée d'un seul bloc et la polymérisation est terminée dans un four à polymériser de laboratoire avant de partir au laboratoire (Figure 16 a et b)



**Figure 16a**



**Figure 16b**

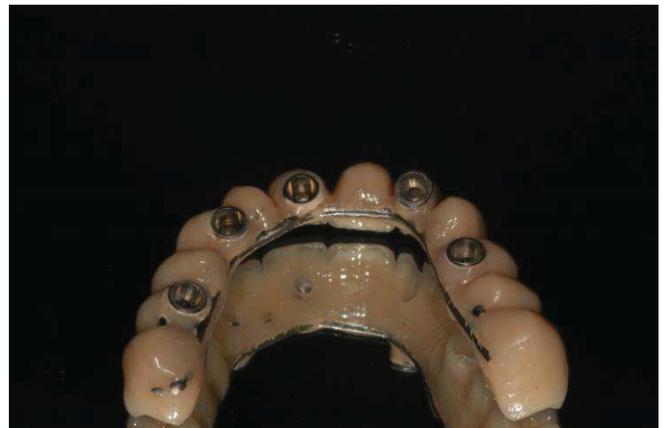
Avant de laisser partir le patient, les coiffes de protection sont remises en place sur les implants.

### **2.2.5 Finition au laboratoire**

La prothèse est finie au laboratoire, en transformant la coque prothétique en bridge à transvisser. Le palais qui était utile pour s'assurer du bon placement de la coque prothétique est supprimé, les accès à tous les puits de vissage sont dégagés et la résine est polie pour aménager des embrasures nettoyables. (Figure 17a et b)



**Figure 17a**



**Figure 17b**

## 2.2.6 Mise en place

Quelques heures plus tard, la prothèse est prête à être insérée. Le praticien va enlever les coiffes de protection et visser à 24 N/cm le bridge livré par le laboratoire. Les puits de vissage sont protégés par une feuille de Téflon et comblés à la résine composite et l'équilibre de l'occlusion est vérifié.

## 2.2.7 Suivi

Le patient devra suivre un régime alimentaire semi-liquide pendant 6 semaines et avoir une hygiène rigoureuse.

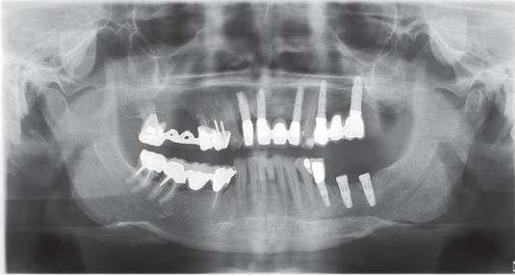
La prothèse ne sera pas déposée durant les 4 premiers mois suivant la mise en fonction pour ne pas perturber les premières phases de cicatrisation.



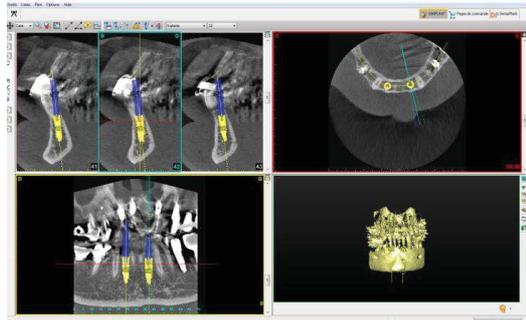
*Aperçu de la situation postopératoire*

	ETAPES DE LABORATOIRE	ETAPES CLINIQUES
<b>TEMPS PRE-CHIRURGICAL – PROJET PROTHETIQUE</b>		Anamnèse, examens cliniques initiaux, examens radiographiques, pose de l'indication.
		Empreintes primaires
	Coulée des empreintes primaires, réalisation d'un porte-empreinte individuel et de cires d'occlusion si nécessaire	
		Empreintes secondaires et enregistrement de la relation intermaxillaires, choix des dents
	Coulée des modèles, mise en articulateur et montage des dents sur maquette de cire	
		Essayage et validation du montage
	Polymérisation de la coque prothétique et d'un duplicata évidé en résine radio-opaque	
		Examen CBCT duplicata en place, planification chirurgical et usinage éventuel d'un guide.
<b>TEMPS CHIRURGICAL</b>		Anesthésie, extractions si nécessaire Levée du lambeau en pleine épaisseur Pose des implants à l'aide du guide ou duplicata de coque prothétique évidée Mise en place des cylindres de soudure Façonnage manuelle de la barre en titane au contact passif des cylindres Soudure de l'armature – test de Scheffield Renforcement de l'armature
	Adaptation et opacification de l'armature	Mise en place des coiffes et suture du lambeau
	Application d'un primer d'adhésion dans l'intrados de la coque prothétique	Vissage par une vis unique et application de cire dans les autres puits de vissage
	Remplissage de l'intrados de la coque en résine photopolymérisable	Injection de résine photopolymérisable autour de l'armature vissée en bouche
		Polymérisation puis dévissage et remise en place des coiffes provisoires
<b>INSERTION</b>	Finition et polissage de la prothèse	Insertion de la prothèse, vissage à 24 Ncm Bouchage des puits de vissage et réglage des contacts occlusaux.

## 2.3 Iconographie d'un cas de réhabilitation partielle



**Figure 18 : OPT préopératoire**



**Figure 19 : planification chirurgicale**



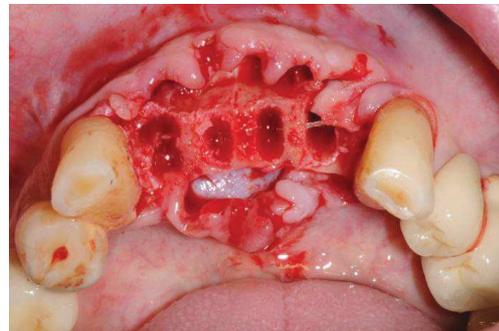
**Figure 20 : coque prothétique avec ailettes de repositionnement**



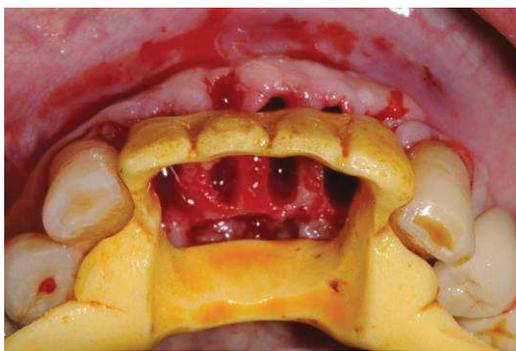
**Figure 21 : guide chirurgical avec ailettes de repositionnement**



**Figure 22 : vue endobuccale préopératoire**



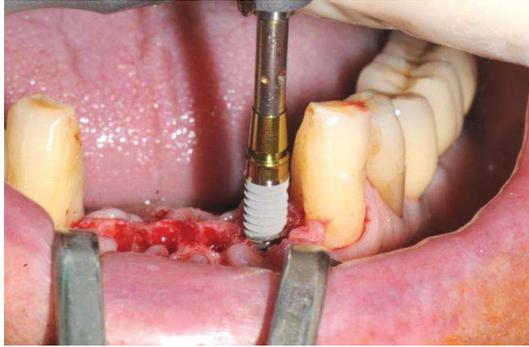
**Figure 23 : extractions atraumatiques et régularisation du niveau osseux**



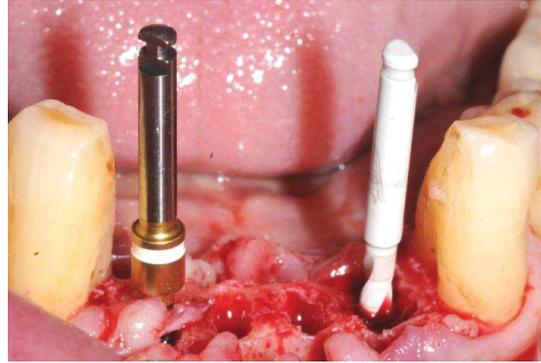
**Figure 24 : essai du guide**



**Figure 25 : forage à l'aide du guide**



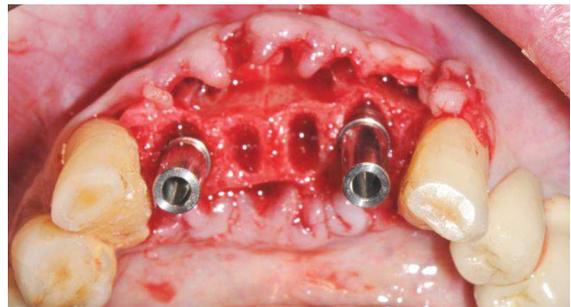
**Figure 26 : mise en place des implants**



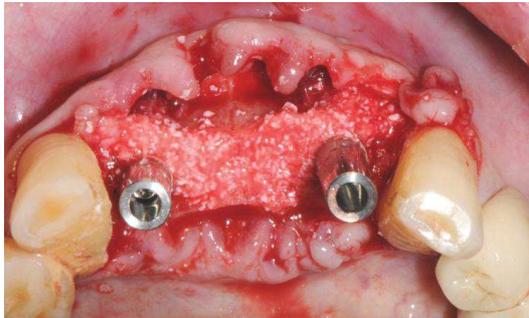
**Figure 27 : Contrôle des axes**



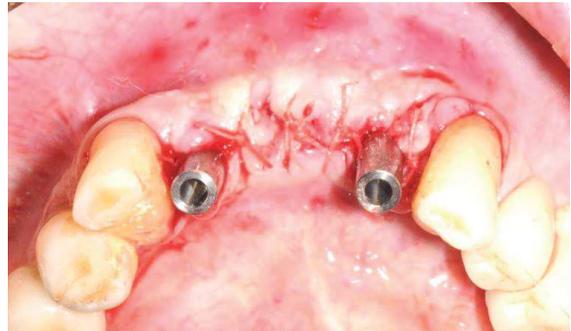
**Figure 28 : vérification des axes à l'aide  
du guide chirurgical**



**Figure 29 : vissage des piliers de  
soudure**



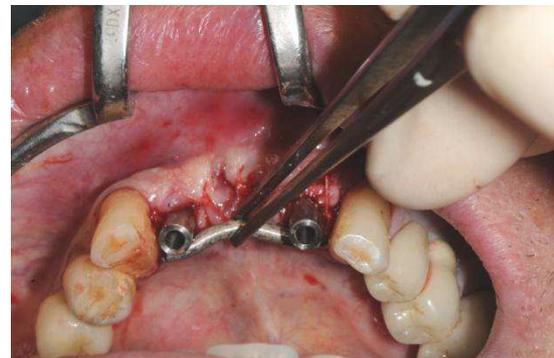
**Figure 30 : comblement des alvéoles  
par xenogreffe (Bio-Oss Geistlich®)**



**Figure 31 : sutures en fil résorbable**



**Figure 32 : façonnage de l'arc**



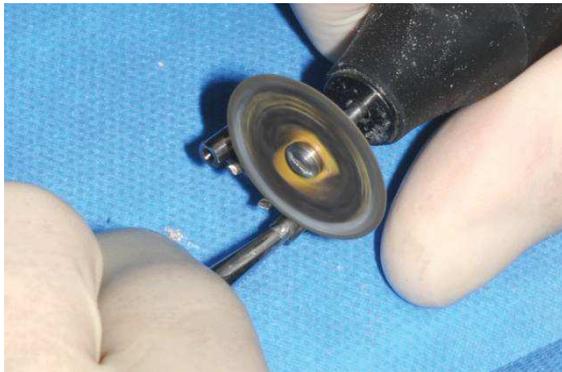
**Figure 33 : arc adapté aux cylindres**



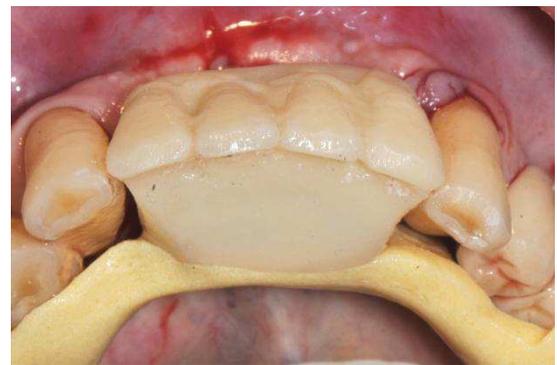
**Figure 34 : soudure des piliers sans tension, sous spray léger**



**Figure 35 : soudure des rétentions secondaires hors bouche**



**Figure 36 : adaptation de l'armature**



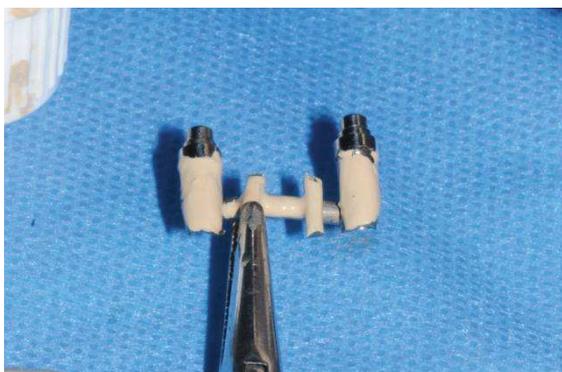
**Figure 37 : pas de conflit entre coque et armature**



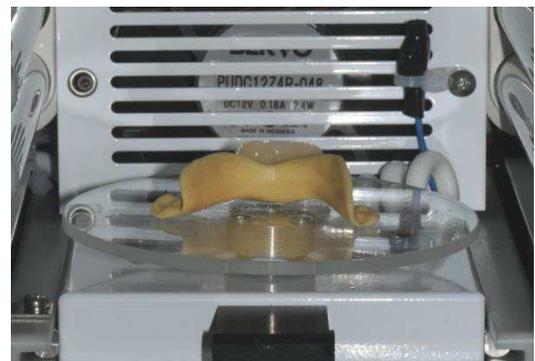
**Fig 38: ouverture du puits de vissage**



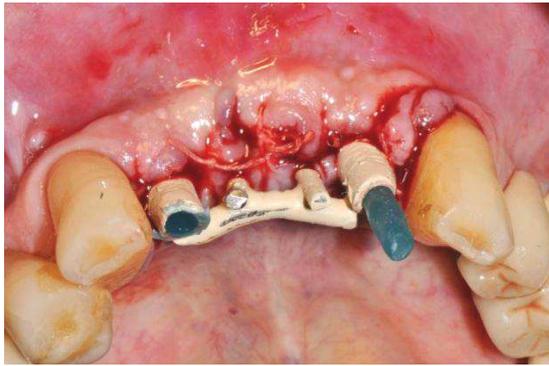
**Figure 39 : passage aisé du tournevis**



**Figure 40 : opacification de l'armature**



**Figure 41 : polymérisation du primer**



**Fig 42 : bouchage des puits de vissage**



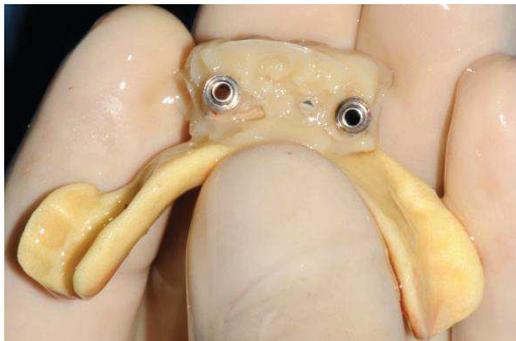
**Fig 43 : injection de la résine**



**Fig 44 : injection de la résine en bouche**



**Fig45 : repositionnement de la coque et polymérisation**



**Fig46 ; dévissage et polymérisation hors bouche**



**Figure 47 : élimination des ailettes et dégagement des puits de vissage**



**Fig 48 : dégagement des embrasures, polissage et finition par le laboratoire**



**Fig 49 : insertion, réglages occlusaux, bouchage des puits**

*Travaux réalisés par le Dr Collavini en collaboration avec le laboratoire Dentec*

## **PARTIE 3. Apports et limite de la technique de soudure par syncristallisation**

### **3.1 Apports de la soudure intra-orale d'armature par syncristallisation à la mise en charge immédiate**

#### **3.1.1 Apports au niveau implantaire**

##### ***3.1.1.1 Solidarisation des implants grâce à l'armature***

La solidarisation des implants entre eux pendant les premières phases d'ostéointégration permet un meilleur contrôle des micromouvements malgré la mise en fonction occlusale, favorisant ainsi la bonne intégration des implants mis en charge immédiatement. <sup>[61,62]</sup>

La réalisation d'une armature soudée qui sera transvissée sur les implants permet ainsi une solidarisation rigide des implants entre eux. En association avec un réglage adéquat des contacts occlusaux de la prothèse, cette solidarisation permet la répartition équitable des forces occlusales à tous les implants. L'armature agit comme une mésostructure, qui immobilise les implants et répartit les contraintes.

##### ***3.1.1.2 Taux de survie implantaire élevé***

A ne pas confondre avec le taux de succès implantaire, la survie implantaire traduit la persistance de l'implant en bouche, l'absence de mobilité, d'exsudation et de douleur à la fonction. <sup>[63]</sup>

En 2002, Hruska publie dans son étude sur plus de 1300 implants un taux de survie implantaire de 99,3% à 5 ans avec la technique de soudure intraorale des armatures, contre 98,5% pour les implants mis en charge avec une prothèse en résine renforcée par un fil de titane et 89,92% pour les implants mis en charge avec une prothèse immédiate en résine classique.

Marco Degidi et son équipe publient en 2012 une étude prospective menée sur 6 ans. 256 implants ont été mis en charge immédiatement entre 2004 et 2005 chez 52 patients nécessitant une réhabilitation prothétique unimaxillaire complète.

219 implants ont pu être suivis jusqu'au terme de cette étude. Au bout de 72 mois, seulement 3 implants ont été perdus :

- 2 implants n'ont pas été ostéointégrés et ont été perdus dans les 6 premiers mois de mise en charge ;
- 1 implant a été perdu pour cause de péri-implantite après 67 mois de mise en fonction.

Parmi les implants ayant complété l'intégralité du suivi, l'équipe répertorie un taux de survie implantaire de 98,6% après 6ans de mise en charge par une prothèse renforcée par armature soudée en bouche.

En 2015, Marc Collavini publie une étude rétrospective menée sur 50 cas toutes édentations confondues <sup>[46]</sup> afin d'évaluer le taux d'ostéointégration des implants mis en charge immédiatement avec une prothèse renforcée par armature soudée, partielle ou complète, à torques d'insertions variés. Il obtient 99 % d'ostéointégration des implants après 3 à 18 mois de suivi, en fonction de l'ancienneté des cas.

Année de publication	Auteur	Nombre d'implants mis en charge	Temps de suivi	Nombre d'implants perdus	Taux de survie implantaire
2002	Hruska	436	21 mois	3	99,3%
2006	Degidi	192	6 mois	0	100%
2008	Degidi	153	1 an	0	100%
2009	Degidi	160	2 ans	0	100%
2010	Degidi	80	2 ans	0	100%
2010	Degidi	324	6 mois	3	99,1%
2010	Degidi	210	36 mois	3	98,6%
2011	Tramonte	28	18 mois	0	100%
2011	Degidi	82	1an	1	98,8%
2012	Avvanzo	48	2 ans	1	97,6%
2012	Degidi	320	6 mois	3	99,06%
2012	Degidi	88	12 mois	1	98,9%
2014	Fogli	5	1 an	0	100%
2015	Marchesi	68	26,5 mois	2	97%
2015	Collavini	200	3 à 18mois	2	99%
2017	Albiero	60	1an	0	100%

**Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors des études menées en mise en charge immédiate avec emploi de soudure intraorale.**

La soudure intra-orale des armatures en titane permet d'obtenir un taux élevé d'ostéointégration des implants en mise en charge immédiate.

[38,40,41,42,43,44,45,46,46,47,48,64,65]

### **3.1.1.3 Taux de réussite implantaire**

Le succès implantaire, redéfini par Misch et al. en 2007<sup>[63]</sup>, implique que l'implant remplisse 4 critères stricts :

- Absence de douleur à la fonction ;
- Absence de mobilité ;
- Absence d'exsudation ;
- Perte osseuse radiologique inférieure à 2 mm par rapport au niveau de l'os marginal présent au moment de l'implantation.

#### **3.1.1.3.1 Douleur à la fonction**

Parmi les 52 patients traités entre 2004 et 2005 durant l'étude menée par Degidi, 2 patients ont présenté un inconfort à la mastication après respectivement une et deux semaines de mise en charge. Ces gênes ont pu être éliminées par simple réglage occlusal.

#### **3.1.1.3.2 Mobilité**

Trois implants présentant une mobilité ont été retirés, 2 pendant les 6 premiers mois et un au bout de 67 mois de mise en fonction.

En cas de dépose d'un implant sous une prothèse avec armature soudée, la prothèse peut être modifiée et revissée sur les implants restants dans la journée. Dans le cas où le praticien envisagerait de reposer un implant après cicatrisation dans cette zone, la prothèse devra être refaite dans son intégralité.

#### **3.1.1.3.3 Exsudation**

Un seul implant a présenté des signes d'exsudation, associés à une péri-implantite.

#### **3.1.1.3.4 Perte osseuse**

Au maxillaire, la perte osseuse moyenne au bout de 6 ans de mise en charge est de 1.29 mm contre 1,39 mm à la mandibule.

Cette technique permet donc le maintien d'un niveau osseux stable après mise en charge des implants.

Compte tenu de ces résultats, le taux de réussite implantaire obtenu par Degidi et son équipe avec la technique de soudure intra-orale des armatures est sensiblement identique au taux de survie implantaire des implants mis en charge classiquement après obtention de l'ostéointégration (environ 6 à 12 semaines en fonction du type des implants et de la situation osseuse).

La soudure intraorale est une technique fiable et reproductible permettant d'obtenir un taux de succès implantaire élevé, compris entre 97 et 100%.

#### ***3.1.1.4 Mise en charge immédiate d'implants à torques d'insertion réduits***

La solidarisation des implants entre eux par l'armature soudée permet une répartition des forces occlusales. On obtient ainsi une meilleure gestion des micromouvements appliqués aux implants notamment durant les premières phases de cicatrisation.

Comme vu précédemment, il n'est pas recommandé de mettre en charge immédiatement des implants présentant un torque d'insertion inférieur à 30 N/cm, pour ne pas compromettre leur ostéointégration. <sup>[24]</sup>

Au cours de son étude menée en 2012, en utilisant la technique de soudure intraorale des armatures, Marco Degidi met en charge des implants insérés à un torque inférieur à 20 N/cm (groupe test, 12,5 N/cm de moyenne pour 51 implants mis en charge) et obtient un taux de succès implantaire de 98 % après un an de mise en charge. <sup>[67]</sup>

Dans cette étude, les implants insérés à torque réduit (12,5 Ncm en moyenne) sont intégrés dans une reconstruction complète comprenant 6 à 7 implants. Ils sont solidarisés avec des implants présentant un torque d'insertion plus élevé (groupe témoin, torques compris entre 25 et 50Ncm, 35,2Ncm en moyenne). Chaque reconstruction présentant au minimum 3 implants du groupe test et 2 implants du groupe témoin.

Dans son étude publiée en 2015, Marc Collavini obtient un taux d'ostéointégration de 99% après mise en charge immédiate de 200 implants, présentant des torques d'insertion allant de 50 à 5 Ncm.

L'armature soudée agit ainsi comme une véritable mésostructure pour stabiliser l'ensemble de la reconstruction implantaire. En cas de reconstitution implantaire plurale, lorsqu'un ou plusieurs implants présentent un torque faible, la solidarisation par une armature soudée en bouche à des implants insérés à un torque élevé, permet de répartir les contraintes appliquées.

La solidarisation des implants de manière rigide va également favoriser l'ostéointégration des implants insérés dans des sites greffés. [77]

On obtient ainsi un meilleur contrôle des micromouvements ce qui favorise l'ostéointégration, malgré une faible stabilité primaire sur certains des implants mis en charge.

Cette étude montre que la solidarisation des implants par soudure intraorale des armatures permet d'étendre les indications de la mise en charge immédiate aux implants insérés à faible torque, et ce même en position postérieure.

### **3.1.2 Apports au niveau prothétique**

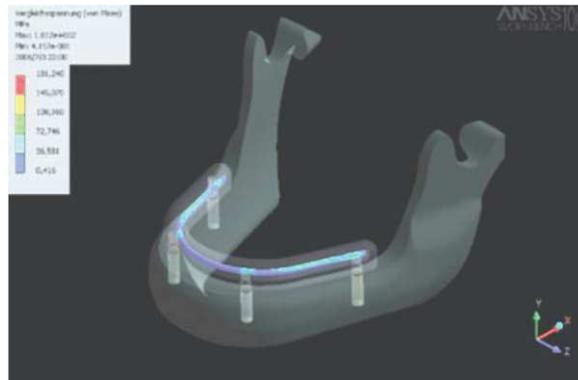
#### ***3.1.2.1 Augmentation de la rigidité de la prothèse***

Les prothèses mises en charge immédiatement sont soumises aux forces occlusales dès leur mise en place. Les forces masticatoires varient en fonction de la localisation dans la cavité buccale :

- Entre 180 et 847 N en moyenne pour les régions postérieures,
- Entre 94 et 250 N pour les régions incisales.

Dans les cas de réhabilitation immédiate plurale, la solidarisation des implants entre eux durant le processus d'ostéointégration permettra de réduire le taux de micromouvements transmis à l'implant, et ainsi favoriser l'ostéointégration.

En 2006, Marco Degidi étudie le comportement mécanique d'une prothèse renforcée par armature soudée en bouche en comparaison avec une prothèse en résine classique, toutes deux mises en charge sur 4 implants mandibulaires. Il simule les forces occlusales (paramètres : 300 N pour le secteur antérieur, 900 N en secteur postérieur) par une méthode d'éléments finis (Finite Element Method FEM). [40]



Deux valeurs sont analysées : la déformation et la contrainte maximale supportée.

### 3.1.2.1.1 Déformation

La déformation d'un matériau est directement liée à son élasticité (aussi appelée module de Young). Elle se traduit par la capacité d'un matériau à se déformer sous une contrainte mécanique.

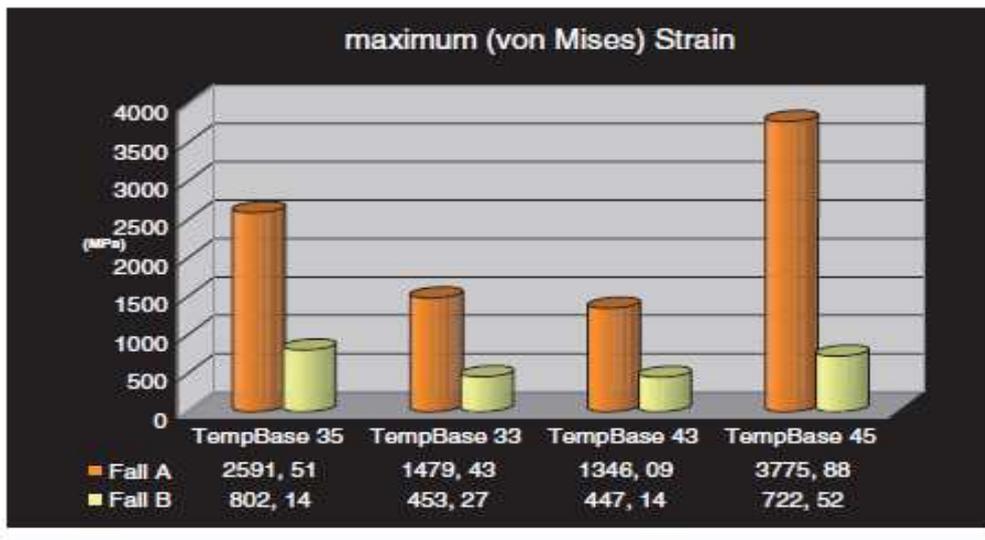
Au cours de son analyse FEM, Degidi répertorie une déformation maximale de 0,16 mm pour la prothèse en résine contre seulement 0,0991 mm pour l'armature en titane.

Le renforcement d'une prothèse en résine par une armature en titane soudée par syncristallisation permet de réduire considérablement la déformation subie par la prothèse lors de l'application des forces occlusales.

### 3.1.2.1.2 Contrainte maximale supportée

La contrainte maximale supportée, ou résistance à la contrainte, est traduite par la capacité d'un matériau à ne pas se déformer sous une contrainte mécanique. Lors de l'application des forces occlusales, la prothèse mise en charge a pour rôle d'absorber les contraintes mécaniques et de limiter ainsi la transmission de celles-ci aux implants mis en charge.

D'après l'analyse FEM, le renforcement de la prothèse par une armature soudée en titane permet d'augmenter la résistance à la contrainte de 79 %, et de réduire ainsi de 300 à 500 % les contraintes transmises aux implants supportant la prothèse.



(A) Nonmetal reinforced. (B) Titanium framework reinforced.

#### ***Comparaison de la contrainte maximale supportée en MPa entre une prothèse en résine et une prothèse à armature en titane.***

La rigidification de la prothèse mise en charge immédiatement permet donc de réduire considérablement les contraintes transmises aux implants pendant les phases précoces de cicatrisation, le taux de micromouvements sera mieux contrôlé favorisant ainsi l'ostéointégration.

### 3.1.2.2 Augmentation de la passivité de la prothèse

#### 3.1.2.2.1 Notion de passivité en mise en charge immédiate

La passivité <sup>[75]</sup> d'une prothèse mise en charge immédiatement est directement reliée à l'obtention de l'ostéointégration des implants. Un manque de passivité d'une prothèse transvissée se traduira par la transmission directe de tensions aux implants lors du vissage. <sup>[68,69]</sup>

L'obtention de la passivité d'une prothèse supra-implantaire peut être schématisée par l'équation de distorsion.<sup>[68]</sup> On visualise ainsi les différentes étapes cliniques et de laboratoire qui vont intervenir dans l'élaboration d'une prothèse passive, ou le cas échéant, mener à une distorsion :

- La prise d'empreinte,
- La coulée du maître modèle,
- La fabrication de la maquette en cire de la future armature,
- La fabrication de l'armature métallique,
- La polymérisation définitive de la prothèse,
- La livraison et mise en place par l'opérateur.



**Equation de distorsion** <sup>[68]</sup>

### **3.1.2.2.2 Affranchissement de l'étape d'empreinte de situation**

#### *3.1.2.2.2.1 La prise d'empreinte dans le protocole de mise en charge immédiate classique*

En implantologie, une empreinte de situation doit être réalisée pour transmettre au prothésiste la position des implants et créer le maître modèle. La précision de cette empreinte dépend de l'opérateur, de la technique utilisée et du matériau d'empreinte choisi.

Dans un protocole de mise en charge immédiate classique, l'empreinte de situation est réalisée directement après la chirurgie pour que le prothésiste puisse confectionner la prothèse sous 72h (au maximum).

Une pose d'implants multiples est une opération qui peut être relativement longue et éprouvante tant pour le patient que pour le praticien. L'empreinte qui fait suite devra être réalisée dans des conditions qui sont rarement optimales :

- Le patient peut ressentir une fatigue physique et mentale, réduisant son ouverture buccale et sa coopération générale,
- Le praticien doit pouvoir maintenir sa concentration sur une longue durée,
- Le milieu buccal est fraîchement traumatisé par la chirurgie : saignement, sutures,
- La gestion du timing de l'anesthésie doit être prise en compte.

S'ajoutant aux imprécisions liées au matériau et à la technique utilisée, le contexte post-chirurgical accroît encore le risque d'erreurs dans la réalisation de cette empreinte de situation. <sup>[69,70]</sup>

#### *3.1.2.2.2.2 Elimination de l'empreinte dans le protocole de soudure intra-orale*

La réalisation de l'armature soudée directement dans la cavité buccale permet de s'affranchir de l'étape d'empreinte de situation. En supprimant cette étape, les risques d'imprécisions liés à la prise d'empreinte sont éliminés. <sup>[25]</sup>

La position des implants est enregistrée dès la soudure du premier arc principal et est prévenue de toute distorsion par la rigidité de l'armature obtenue. Cette position est ensuite verrouillée dans la prothèse lors de la connexion entre l'armature et la coque prothétique.

Allant de pair avec l'absence d'empreinte de situation, cette technique permet également d'écartier le risque de distorsion lié au processus de coulée de l'empreinte et de réalisation du maître modèle.

### **3.1.2.2.3 Passivité de l'armature soudée en bouche**

En technique de mise en charge immédiate classique, la passivité de la prothèse ne peut pas être vérifiée avant la livraison. [75]

Pendant le protocole de réalisation de l'armature soudée, la passivité de l'armature de la future prothèse peut être vérifiée dès sa réalisation en bouche. Un test de Sheffield peut aisément être pratiqué, une seule vis doit suffire à assurer la stabilité de l'ensemble de l'armature.

Pour obtenir cette passivité il est indispensable que l'arc soit adapté par le praticien pour être en contact intime avec tous les cylindres de soudage avant la soudure. Si l'un des cylindres est à distance de l'arc avant la soudure, celle-ci sera réalisée en tension et l'armature obtenue ne sera pas passive.

La réalisation d'une armature obtenue par une soudure sans tension permet d'obtenir une prothèse dont la passivité est reproductible et vérifiable. [74]

### **3.1.2.3 Diminution des complications prothétiques**

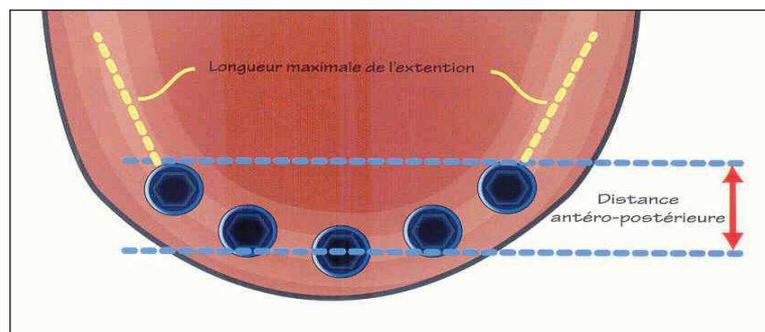
#### **3.1.2.3.1 Réduction des risques de fracture prothétique**

La fracture de résine est la complication la plus courante au niveau prothétique après un protocole de mise en charge immédiate. [29,30]

Comme vu précédemment, le renfort de la résine par une armature soudée en titane permet de rigidifier considérablement l'ensemble de la prothèse. Même si ce risque est toujours présent, une prothèse plus rigide va présenter moins de risque de fracture une fois mise en charge. [41]

En mise en charge immédiate, la présence d'extensions distales accroît le risque de fracture de la prothèse. La grande rigidité d'une prothèse renforcée par armature

soudée en titane permet de réduire le risque de fracture lors de réalisation d'éventuelles extensions distales, dans la limite d'une fois et demie la distance antéro-postérieure <sup>[5]</sup> (distance entre le centre de l'implant le plus antérieur et la limite distale de l'implant le plus postérieur, soit une molaire en moyenne) et d'ainsi proposer immédiatement au patient une réhabilitation de grande étendue.



**Règle de réalisation d'extensions postérieures en mise en charge immédiate <sup>[5]</sup>**

Malgré la solidité accrue de ces prothèses, le risque de fracture tant de résine que d'armature n'est pas nul. Le doublage per-opératoire de la barre en titane permet de réduire les risques de fracture d'armature. En cas de fracture, une réparation peut être réalisée rapidement par le laboratoire. Aucune fracture au niveau du joint de soudure n'a été répertoriée dans la littérature pour le moment.

**3.1.2.3.2 Réduction des erreurs de relation intermaxillaire**

La coque prothétique utilisée est le fruit du projet prothétique validé par le patient et le praticien. La possibilité de connecter en bouche la coque et l'armature permet un contrôle du respect de la relation intermaxillaire enregistrée et validée pendant les étapes pré-chirurgicales. L'ajout d'ailettes d'appuis rétromolaires ou dentaires, ou d'un palais perforé à la coque permet au praticien de s'assurer de la bonne position de la coque.

Lors de cette connexion, le praticien va guider le patient en occlusion et la position de la coque prothétique sera verrouillée par rapport à l'armature grâce à la résine.

Cette étape permet au praticien d'avoir un contrôle sur l'occlusion et la relation intermaxillaire. Les erreurs possibles lors de la mise en articulateur du maître-

modèle, qui feraient s'éloigner la prothèse du montage préalablement validé, sont ainsi écartées.

### **3.1.2.3.3 Réduction du nombre de séances de réglage**

La mise en charge immédiate d'une prothèse peut nécessiter de nombreuses séances d'adaptation. Une prothèse dont la relation intermaxillaire a été contrôlée permet de réduire considérablement le nombre de séances de réglage à réaliser suite à la pose.

En résulte un confort tant pour le patient que pour le praticien.

### **3.1.3 Possibilité de mise en charge immédiate d'une prothèse dite définitive**

La passivité et la rigidité prodiguées par l'armature soudée en titane permettent aux prothèses produites de durer dans le temps, voire d'être considérées comme définitives. [42,43,44,45,47]

En effet, au terme de son étude menée en 2010, Degidi obtient 99,1 % d'ostéointégration de 324 implants posés chez 61 patients nécessitant une prothèse complète unimaxillaire. En 3 ans de mise en fonction, il observe 96,76% de succès prothétique.

Les complications répertoriées sont des fractures mineures de résine, pouvant être réparées facilement et rapidement par le laboratoire.

La possibilité de réaliser en une séance une prothèse dite définitive supra-implantaire présente un avantage financier majeur pour le patient. Cependant on préférera la notion de provisoire à long terme, particulièrement chez le patient jeune. Si la rigidité et la passivité de la prothèse la rendent favorable à l'utilisation à long terme, la réalisation d'une prothèse définitive après ostéointégration permettra une meilleure adaptation aux tissus mous après cicatrisation et un rendu esthétique plus satisfaisant.

## **3.2 Limites et exigences de la technique de soudure intra-orale**

### **3.2.1 Une technique opérateur-dépendante**

La réalisation d'une armature soudée permet d'aboutir à une prothèse plus rigide, plus passive et qui favorise l'ostéointégration par rapport à une prothèse mise en charge immédiatement de façon classique. Cependant la technique de soudure intra-orale est fortement opérateur-dépendante

La pratique de cette technique nécessite un respect strict des protocoles édités par Marco Degidi. Comme toute technique exigeante elle nécessitera une courbe d'apprentissage.

### **3.2.2 Nécessité d'une collaboration étroite praticien-prothésiste**

Dans la réussite du traitement, le prothésiste tient un rôle important. Il doit donc être formé à cette technique et aux règles appliquées à la salle de chirurgie.

Les étapes pré-chirurgicales et la conception d'une coque prothétique de qualité vont être conditionnées par un travail de laboratoire soigné et une bonne entente entre le praticien et son prothésiste.

Le jour de la chirurgie la présence du prothésiste est un atout pour le praticien. Son aide permet un gain de temps considérable, bénéfique pour le confort du patient.

La réussite du protocole découle d'une véritable collaboration entre le praticien et son prothésiste.

### **3.2.3 Respect de l'exclusivité des matériaux**

La syncristallisation permet de souder toute pièce en titane, il est cependant recommandé de l'utiliser uniquement pour les cylindres dédiés.

Les cylindres de soudure sont adaptés à la soudure par syncristallisation par leur forme et leur épaisseur de titane. L'utilisation d'une pièce non spécifique lors d'une soudure sera certes effective mais pourra entraîner une déformation de cette dernière qui pourrait interférer avec le passage de la vis ou du tournevis.

La technique de soudure intra-orale n'est donc adaptée qu'aux systèmes implantaires proposant des cylindres de soudure dédiés.

## CONCLUSIONS

La mise en charge immédiate est une thérapeutique de choix en implantologie, pour la réhabilitation fonctionnelle et esthétique des édentements complets et partiels. Technique reproductible et prévisible pour les praticiens, elle est très appréciée des patients qui bénéficient d'une reconstruction fixée sous 72 heures.

La soudure par syncrystallisation, technologie adaptée au titane et au milieu buccal, est une notion apparue il y a plus de 30 ans. Longtemps inexploitée, elle est aujourd'hui remise au goût du jour pour élargir le champ d'indications strictes propre à la mise en charge immédiate.

La réalisation d'une armature rigide directement dans la cavité buccale permet une solidarisation des implants entre eux durant les premières phases de la cicatrisation. Cette armature rigide en titane va se comporter comme une mésostructure et répartir les contraintes auxquelles sont soumis les implants. Le contrôle accru des micromouvements va permettre de favoriser l'ostéointégration des implants mis en charge, même en cas de torque d'insertion réduit.

Réalisé directement dans la cavité buccale, le protocole de soudure intraorale permet de s'affranchir de l'étape d'empreinte de situation pour la réalisation de l'armature. La passivité de la prothèse obtenue favorise également l'ostéointégration.

La connexion entre la partie cosmétique en résine et l'armature en titane étant réalisée en bouche, le praticien peut veiller au respect de la relation intermaxillaire ce qui diminuera le nombre de séances de réglages occlusaux. La rigidité de la prothèse ainsi renforcée lui confère une grande solidité et une stabilité dans le temps. Le risque de fracture prothétique est alors diminué. Au vu de la grande stabilité du joint de soudure obtenu par syncrystallisation, même si on préférera la notion de provisoire à long terme, certains auteurs s'attellent à réaliser ces prothèses mises en charge immédiatement à visée définitive.

La mise en charge immédiate de prothèses renforcées par armature soudée en bouche est une technique fiable et reproductible. Le protocole qui lui est associé est strict, et présente une courbe d'apprentissage pour le praticien et son prothésiste. Correctement mise en œuvre, elle apporte une optimisation du succès implantaire et prothétique qui permet de proposer une solution de mise en charge immédiate à un panel de patients plus large. Bien que documentée sur une durée relativement courte (10 ans), l'analyse bibliographique nous révèle une technique prometteuse, dont les apports à la mise en charge immédiate conventionnelle ont été largement démontrés.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Linkow Li (1970) [8 years of intraosseous implantations] *Dental Cadmos* 38 [12]:1829-1890
2. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O and Ohman A (1977) Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery. Supplementum* 16: 1–132.
3. Ivanoff CJ, Sennerby L, Lekholm U. Influence of initial implant mobility on the integration of titanium implants. An experimental study in rabbits. *Clinical Oral Implants Research*. juin 1996;7(2):120-7.
4. Moon S-H, Um H-S, Lee J-K, Chang B-S, Lee M-K. The effect of implant shape and bone preparation on primary stability. *Journal of Periodontal Implant Science*. oct 2010;40(5):239-43.
5. Davarpanah M (2007) Théorie et pratique de la mise en charge immédiate. *Paris: Quintessence internationale*
6. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. Timing of loading and effect of micromotion on bone–dental implant interface: Review of experimental literature. *Journal of Biomedical Materials Research*. 1 juin 1998;43(2):192-203.
7. Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille J-H. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clinical Oral Implants Research*. 1 févr 2000;11(1):12-25.
8. Duyck J, Vandamme K, Geris L, Oosterwyck HV, Cooman MD, Vandersloten J, et al. The influence of micro-motion on the tissue differentiation around immediately loaded cylindrical turned titanium implants. *Archives of Oral Biology*. 1 janv 2006;51(1):1-9.
9. Misch CE, Hahn J, Judy KW, Lemons JE, Linkow LI, Lozada JL, et al. Workshop Guidelines on Immediate Loading in Implant Dentistry. *Journal of Oral Implantology*. 1 oct 2004;30(5):283-8.
10. Degidi M, Piattelli A. 7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants. *Journal of Oral Implantology* 2005;31:25–31.

11. Uribe R, Peñarrocha M, Balaguer J, Fulgueiras N. Immediate loading in oral implants. Present situation. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 1 juill 2005;10 Suppl 2:E143-153.
12. Peñarrocha-Oltra D, Covani U, Peñarrocha M and Peñarrocha-Diago M. Immediate versus conventional loading with fixed full-arch prostheses in mandibles with failing dentition: a prospective controlled study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2015;30(2): 427–434.
13. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clinical Oral Implants Research*. Octobre 2004;15(5):529-39.
14. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla: a clinical report. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. Octobre 2004;19(5):721-30.
15. Tealdo T, Bevilacqua M, Menini M, Pera F, Ravera G, Drago C, et al. Immediate versus delayed loading of dental implants in edentulous maxillae: a 36-month prospective study. *The International Journal of Prosthodontics*. Août 2011;24(4):294-302.
16. Lorenzoni M, Pertl C, Zhang K, Wegscheider WA. In-patient comparison of immediately loaded and non-loaded implants within 6 months. *Clinical Oral Implants Research*. Juin 2003;14(3):273-9.
17. Li W, Chow J, Hui E, Lee PKM, Chow R. Retrospective study on immediate functional loading of edentulous maxillas and mandibles with 690 implants, up to 71 months of follow-up. *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*. Décembre 2009;67(12):2653-62.
18. Awad MA, Locker D, Korner-Bitensky N, Feine JS. Measuring the Effect of Intra-oral Implant Rehabilitation on Health-related Quality of Life in a Randomized Controlled Clinical Trial [Internet]. *Journal of Dental Research*. 2000 Sep;79(9):1659-63. Disponible sur: <http://jdr.sagepub.com.scd-rproxy.u-strasbg.fr/content/79/9/1659.long>
19. Scala R, Cucchi A, Ghensi P, Vartolo F. Clinical evaluation of satisfaction in patients rehabilitated with an immediately loaded implant-supported prosthesis: a controlled prospective study. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. Août 2012;27(4):911-9.

20. Balshi TJ, Wolfinger GJ. Teeth in a day for the maxilla and mandible: case report. *Clinical Implant and Dentistry Related Research*. 2003;5(1):11-6.
21. Avila G, Galindo P, Rios H, Wang H-L. Immediate implant loading: current status from available literature. *Implant Dentistry*. sept 2007;16(3):235-45
22. Ashwin Thomas Koshy, T Aby Mathew, Nicholas Mathew, Angel Mary Joseph. Assessment of implant stability during various stages of healing placed immediately following extraction in an overdenture situation. *The Journal of Indian Prosthodontics Society*. Janvier 2017 ;17(1) : 74-79.
23. Milillo L, Fiandaca C, Giannoulis F, Ottria L, Lucchese A, Silvestre F, et al. Immediate vs non-immediate loading post-extractive implants: a comparative study of implant stability quotient (ISQ). *Oral Implantology* (Rome). Novembre 2016;9(3):123-31.
24. Greenstein G, Cavallaro J. Implant Insertion Torque: Its Role in Achieving Primary Stability of Restorable Dental Implants. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. Février 2017;38(2):88-95; quiz 96.
25. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*. Février 2003;89(2):186-92.
26. Buzayan MM, Yunus NB. Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. *Journal of Indian Prosthodontics Society*. mars 2014;14(1):16-23.
27. Romero GG, Engelmeier R, Powers JM, Canterbury AA. Accuracy of three corrective techniques for implant bar fabrication. *Journal of Prosthetic Dentistry*. déc 2000;84(6):602-7.
28. Longoni S, Sartori M, Davide R. A simplified method to reduce prosthetic misfit for a screw-retained, implant-supported complete denture using a luting technique and laser welding. *Journal of Prosthetic Dentistry*. juin 2004;91(6):595-8.
29. Thomé E, Lee HJ, Sartori IA de M, Trevisan RL, Luiz J, Tiossi R. A randomized controlled trial comparing interim acrylic prostheses with and without cast metal base for immediate loading of dental implants in the edentulous mandible. *Clinical of Oral Implants Research*. Décembre 2015;26(12):1414-20.

30. Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*. Mars 2004;91(3):258-64
31. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: a systematic review. *Clinical of Oral Implant Research*. Août 2015;26(8):964-82.
32. Parithimarkalaignan S, Padmanabhan TV. Osseointegration: An Update. *Journal of Indian Prosthodontics Society*. Mars 2013;13(1):2-6
33. Pasqualini U, Pasqualini ME. *Treatrise of Implant Dentistry : the Italian Tribute to Modern Implantology*. Chapitre VIII : Implants of the 1960s. Editions [Ariesdue](#); Octobre 2009.
34. Luca Dal Carlo, Pasqualini M, Mondani PM, Vannini F, Nardone M. Welded titanium needle implants in treatment of bone atrophy. *The Implant Tribune United States Edition*. Octobre 2013;9(8)
35. Pasqualini U, Pasqualini ME. *Treatrise of Implant Dentistry : the Italian Tribute to Modern Implantology*. Chapitre VIX : The Mondani Intraoral Solder. Editions [Ariesdue](#); Octobre 2009. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK409617/>
36. Hruska AR. Intraoral welding of pure titanium. *Quintessence International*. Octobre 1987;18(10):683-8.
37. Hruska AR, Borelli P. Intra-oral welding of implants for an immediate load with overdentures. *Journal of Oral Implantology*. 1993;19(1):34-8.
38. Hruska AR, Borelli P, Bordanaro AC, Marzaduri E, Hruska KL. Immediate loading implants : a clinical report of 1301 implants. *Journal of Oral Implantology*. 2002;4(1):200-209.
39. WeldOne for stable implant-prosthetic structures chairside. DENTSPLY Implants. Disponible sur: <http://inspiration.dentsplyimplants.com/case-report/weldone-for-stable-implant-prosthetic-structures-chairside/>
40. Degidi M, Gehrke P, Spanel D, Piattelli A. Syncrystallization : A Technique for Temporization of Immediately Loaded Implants with Metal-Reinforced Acrylic Resin Restorations. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2006 ;8(3) :123-134.

41. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. A six-year follow-up of full-arch immediate restorations manufactured with the intraoral welding technique.
42. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. Immediate Loading of the Edentulous Maxilla with a Final Restoration supported by an Intraoral welded titanium bar : a case series of 20 consecutive cases. *Journal of Periodontology*. 2008;79(11) 2207-2213.
43. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. Immediate rehabilitation of the edentulous mandible with a definitive prosthesis supported by an intraorally welded titanium bar. *Quintessence International* 2009;24(2) 342-347.
44. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. Prospective study with a 2-year follow-up on immediate implant loading in the edentulous mandible with a definitive restoration using intraoral welding. *Clinical Oral Implants*. 2010;379-385.
45. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. Immediate definitive rehabilitation of the edentulous patient using an intraorally welded titanium framework : a 3-year prospective study. *Quintessence International* 2010;41(8)651-659.
46. Collavini M. Étude rétrospective de 50 cas de restauration prothétique mise en charge immédiatement avec une armature soudée en bouche - *Implant n° 3 du 01/09/2015 - Revues - EditionsCdP.fr*.
47. Degidi M, Nardi D, Piatelli A. Immediate loading of the edentulous maxilla with a definitive restoration supported by an intraorally welded titanium bar and tilted implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2010;25:1175-1182.
48. Albiero AM, Benato R, Benato A, Degidi M. Use of Intraoral Welding to Increase the Predictability of Immediately Loaded Computer-Guided Implants. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. août 2017;37(4):591-8.
49. Pop DM, Dodenciu D, Sinescu C, Negrutiu L, Topala F, Petrescu E, Rominu R, Stoia A, Rominu M, Investigations of Different Types of Welding In Dental Technology. Available at : <http://revistadechimie.ro>
50. Scott C. Haney, Meiers C. Jonathan, In vitro study of intraoral welding procedures for pure titanium. *Quintessence International* 1996 ; 27:841-847
51. Pop DM, Rominu M, Topala F, Sinescu C, Dodenciu D, Otilia R, Laser Weldings Versus Electrical Weldings in Dental Technology A corrosion approach study. *Revisitat de chimie*. 2011 ;12(62):1203-1205.

52. Fornaini C, Meleti M, Vescovi P, Merigo E, Rocca JP. Laser welding and syncrystallisation technique comparison : "Ex vivo" study. *Laser Therapy* 2013 ;22(4) :275-281.
53. Fornaini C, Mahler P, Rocca JP, Le Laser Nd:Yag dans les techniques de soudage intraoral. *Dental Tribune*, 2012
54. Eriksson AR, Albrektsson T, Albrektsson B. Heat caused by drilling cortical bone. Temperature measured in vivo in patients and animals. *Acta Orthopeadica Scandinavia*. Décembre 1984;55(6):629-31.
55. Eriksson RA, Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration: An experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. Novembre 1984;42(11):705-11.
56. Degidi M, Nardi D, Sighinolfi G, Merla A, Piattelli A. In vitro infrared thermography assessment of temperature peaks during the intra-oral welding of titanium abutments. *Infrared Physics & Technology*. Juillet 2012;55(4):279-83.
57. Fornaini C, Merigo E, Vescovi P, Meleti M, Nammour S. Laser Welding and Syncrystallization Techniques Comparison: In Vitro Study. *International Journal of Dentistry* 2012 (ID 720538):1-5.
58. Fornaini C, Bertrand C, Rocca JP, Mahler P, Bonanini M, Vescovi P, et al. Intra-oral laser welding: an in vitro evaluation of thermal increase. *Lasers Medical Science*. juillet 2010;25(4):473-7.
59. Fornaini C, Meleti M, Bonanini M, Lagori G, Vescovi P, Merigo E, et al. Laser Welded versus Resistance Spot Welded Bone Implants: Analysis of the Thermal Increase and Strength. *The Scientific World Journal*. 2014;2014:e357074
60. Abrahamsson I, Berglundh T, Sekino S, Lindhe J. Tissue reactions to abutment shift : an experimental study in dogs. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2003;5(2)82-88.
61. Exbrayat P. Early intraoral splinting and loading of one-stage dental implants in the edentulous mandible: literature review and case report. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*. septembre 2002;14(7):529-536; quiz 538.
62. Teixeira MF, Ramalho SA, de Mattias Sartori IA, Lehmann RB. Finite element analysis of 2 immediate loading systems in edentulous mandible: rigid and semirigid splinting of implants. *Implant Dentistry*. février 2010;19(1):39-49.

63. Misch CE, Peri M, Wang HL. Implant Success, Survival, Failure : the international congress of oral implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dentistry* 2008;17(1):5-15.
64. Leretter M, Sinescu C, Negrutiu, Negru R, Faur N, Hluscu M, Rominu M, Sorin M. Intraoral welding of implants abutments with a prefabricated titanium bar. *European Cells and Materials* 2007;14(3) 5.
65. Tramonte SU, Dominici AD, Kurtzman. Immediate loading with intraoral welding for improved implant stability during healing. *International Journal of Oral Implantology*. 2011;2(2):85-91
66. Berardini M, Trisi P, Sinjari B, Rutjes AWS, Caputi S. The Effects of High Insertion Torque Versus Low Insertion Torque on Marginal Bone Resorption and Implant Failure Rates: A Systematic Review With Meta-Analyses. *Implant Dentistry*. août 2016;25(4):532-40.
67. Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Implants inserted with low insertion torque values for intraoral welded full-arch prosthesis: 1-year follow-up. *Clinical Implant Dentistry Related Research*. mai 2012;14 Suppl 1:e39-45.
68. Buzayan MM, Yunus NB. Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. *Journal of Indian Prosthodontics Society*. mars 2014;14(1):16-23.
69. Spazzin AO, Bacchi A, Trevisani A, Farina AP, Dos Santos MB. Fit Analysis of Different Framework Fabrication Techniques for Implant-Supported Partial Prostheses. *International Journal of Prosthodontics*. août 2016;29(4):351-3.
70. Buzayan M, Baig MR, Yunus N. Evaluation of accuracy of complete-arch multiple-unit abutment-level dental implant impressions using different impression and splinting materials. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. décembre 2013;28(6):1512-20.
71. Paleari AG, Presoto CD, Vasconcelos JA, Nunes Reis JM dos S, Pinelli LAP, Tavares da Silva RHB, et al. An Alternative Technique for Fabrication of Frameworks in an Immediate Loading Implant Fixed Mandibular Prosthesis. *Case Reports in Dentistry*. 2015(ID 102189)1-4.
72. Mello GPS, Mello EDA de, Corazza PH. A new operative method for obtaining full-arch prostheses for immediate loading dental implants. *Journal of Prosthodontics Research*. 2017;61(2):223-227

73. White GE. Osseointegrated Dental Technology. *London: Quintessence Publishing* 1993: 61, 123-124 & 129
74. Fogli V, Camerini M, Luritano D, Carinci F. Success and high predictability of intraorally welded titanium bar in the immediate loading implants. *Case Reports in Dentistry*. 2014(ID 215378):1-5.
75. Wee AG, Aquilino SA, Schneider RL. Strategies to achieve fit in implant prosthodontics: a review of the literature. *International Journal of Prosthodontics*. Avril 1999;12(2):167-78.
76. Albiero AM, Benato R, Benato A, Degidi M. Use of Intraoral Welding to Increase the Predictability of Immediately Loaded Computer-Guided Implants. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2017;37(4):591-8.
77. Avvanzo P, Fabrocini LA, Ciavarella D, Avvanzo A, Muzio LL, De Maio RA. Use of Intraoral Welding to Stabilize Dental Implants in Augmented Sites for Immediate Provisionalization: A Case Report. *Journal of Oral Implantology*. 8 oct 2010;38(1):33-41.
78. Fornaini C, Merigo E, Cernavin I, Lòpez de Castro G, Vescovi P. Intraoral Laser Welding (ILW) in Implant Prosthetic Dentistry: Case Report. *Case Reports in Dentistry*. 2012( ID 839141)