

L'implantoplastie pour le traitement des péri-implantites : revue systématique de la littérature (partie 2)

Protocoles chirurgicaux associés, matériel et mise en œuvre

MOTS CLÉS

- SURFACE IMPLANTAIRE
- TRAITEMENT CHIRURGICAL
- PÉRI-IMPLANTITE
- INDICE PARODONTAL
- IMPLANTS DENTAIRE
- IMPLANTOPLASTIE

RÉSUMÉ

OBJECTIFS

- La fréquence globale des péri-implantites, pathologie d'origine bactérienne, affecte 20 % des implants et 10 % des patients. Il n'existe pas de thérapeutique « gold standard » pour le traitement des péri-implantites. Dans notre précédente revue (PIO 1, juill-août-sept 2021), nous avons montré que l'implantoplastie, incluant le retrait du filetage et l'élimination du revêtement de la surface implantaire, au cours du traitement chirurgical d'une lésion péri-implantaire, permet d'augmenter le taux de survie implantaire et d'améliorer les paramètres cliniques (diminution des profondeurs de poche au sondage (PPS), du saignement au sondage (BOP)) et radiologiques. L'objectif de la présente revue est d'évaluer systématiquement la littérature pour répondre à la question ciblée : « Quels sont les protocoles cliniques chirurgicaux, y compris le matériel, liés à la procédure d'implantoplastie pour le traitement des péri-implantites ? »

MATÉRIELS ET MÉTHODES

- Une recherche systématique de la littérature a été réalisée avec le mot-clé « implantoplasty » sur Medline (PubMed), Cochrane, EMBASE ainsi qu'une recherche manuelle jusqu'au 15 juillet 2021. Toutes les études cliniques humaines (essais cliniques randomisés, études prospectives ou rétrospectives) impliquant une implantoplastie dans le traitement des péri-implantites ont été incluses, et tous les résultats liés à l'implantoplastie ont été enregistrés et résumés.

RÉSULTAT

- Vingt-huit publications parmi les 154 identifiées ont été incluses dans la présente revue.

CONCLUSION

- Sur la base de toutes ces données cliniques et radiologiques, et dans les limites de comparabilité des études incluses et analysées dans cette revue, nous pouvons conclure que la morphologie du défaut osseux indique le type de procédure chirurgicale : régénératrice ou résectrice même si nous ne pouvons pas, à l'heure actuelle, définir quelle est la procédure la plus efficace. Concernant le matériel, les fraises en carbures de tungstène montées sur contre-angle rouge sous irrigation stérile abondante semblent donner des avantages par rapport aux fraises diamantées et l'utilisation de polissoirs améliore l'état de surface. Un rinçage minutieux doit être effectué afin d'éliminer au mieux les particules de titane.

ARTHUR BRINGAT

AHU, SERVICE DE PARODONTOLOGIE,
AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
EXERCICE PRIVÉ, TOULON

ROMAIN OHANESSIAN

INTERNE, SERVICE DE
PARODONTOLOGIE, AIX-MARSEILLE
UNIVERSITÉ

SELENA TOMA

PROFESSEUR ET CHEF DU SERVICE DE
PARODONTOLOGIE
UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
(BELGIQUE)
CLINIQUES UNIVERSITAIRES SAINT-
LUC (CUSL), BRUXELLES (BELGIQUE)

VIRGINIE MONNET-CORTI

PU-PH, SERVICE DE
PARODONTOLOGIE, AIX-MARSEILLE
UNIVERSITÉ
RESPONSABLE DE LA SOUS-SECTION
DE PARODONTOLOGIE,
AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
CHEF DU SERVICE DE
PARODONTOLOGIE,
HÔPITAL DE LA TIMONE
ENSEIGNANT-CHERCHEUR,
IHU MÉDITERRANÉE INFECTION

La lésion de péri-implantite (PI), pathologie d'étiologie bactérienne affectant les implants dentaires, a été définie par la présence d'une perte osseuse radiographique ≥ 3 mm, d'une profondeur de sondage ≥ 6 mm avec des saignements ou suppuration au sondage [1]. Plusieurs traitements chirurgicaux ont été proposés pour traiter la PI, mais la littérature ne permet pas d'établir de « gold standard » [2]. Un effet bénéfique a néanmoins été rapporté à la suite d'une procédure appelée implantoplastie (IP) associée à une approche chirurgicale résectrice [3] ou régénératrice [4].

L'élimination de la surface rugueuse et affectée du titane permet de diminuer le potentiel d'adhérence du biofilm et ainsi sa maturation sur la surface implantaire [5, 6]. L'implantoplastie permet une recolonisation bactérienne moindre que d'autres techniques de décontamination de la surface implantaire [7].

Cet effet est doublement bénéfique : la surface de titane lissée exposée au milieu buccal est plus facile à nettoyer pour le patient et la surface exposée sera également plus facile à débriider par le praticien lors des séances de maintenance. Les études montrent une rugosité similaire entre un implant « usiné » [8] et un implant après procédure d'implantoplastie ($R_a = 0,39 \mu m \pm 0,13 \mu m$) [9]. De plus, la biocompatibilité de ces surfaces en titane après implantoplastie semble être conservée avec également l'obtention d'une surface hydrophile propice à la cicatrisation osseuse [10].

L'implantoplastie est une méthode de décontamination de la surface implantaire et s'inscrit dans un protocole chirurgical plus large de traitement de la péri-implantite. Plusieurs choix thérapeutiques sont possibles : chirurgie résectrice, chirurgie régénératrice, chirurgie combinée associant résectrice et régénératrice. De plus, différentes méthodes de décontamination de la surface implantaire, mécaniques ou chimiques, sont disponibles.

Cet article fait suite à la première partie de notre analyse de littérature qui étudiait l'impact de la procédure d'implantoplastie dans le traitement des péri-implantites sur le taux de survie implantaire et l'amélioration des indices cliniques et radiologique péri-implantaire [11].

La présente revue systématique étudie les différents protocoles chirurgicaux associés à l'implantoplastie dans le traitement des péri-implantites. Les deux questions de la revue sont :

- quel est le protocole chirurgical associé à l'implantoplastie ?
- comment réaliser la procédure d'implantoplastie ?

Matériel et méthode

Question ciblée

Comment réaliser la procédure d'implantoplastie pour le traitement des péri-implantites ?

Protocole et critères d'éligibilité

Cette revue systématique a été menée conformément aux lignes directrices des revues systématiques et des méta-analyses (PRISMA) [12], ainsi que la méthode patient, intervention, comparaison et résultats (PICO) :

- P : patients > 18 ans avec une ou plusieurs lésion(s) péri-implantaire(s) ;
- I : péri-implantite traitée chirurgicalement avec une procédure d'implantoplastie (partielle ou totale). Cela comprend : chirurgie régénératrice et/ou résectrice, avec différents protocoles de décontamination ;
- C : situation initiale et situation après procédure d'implantoplastie (minimum de suivi = 3 mois) ;
- O : protocoles chirurgicaux.

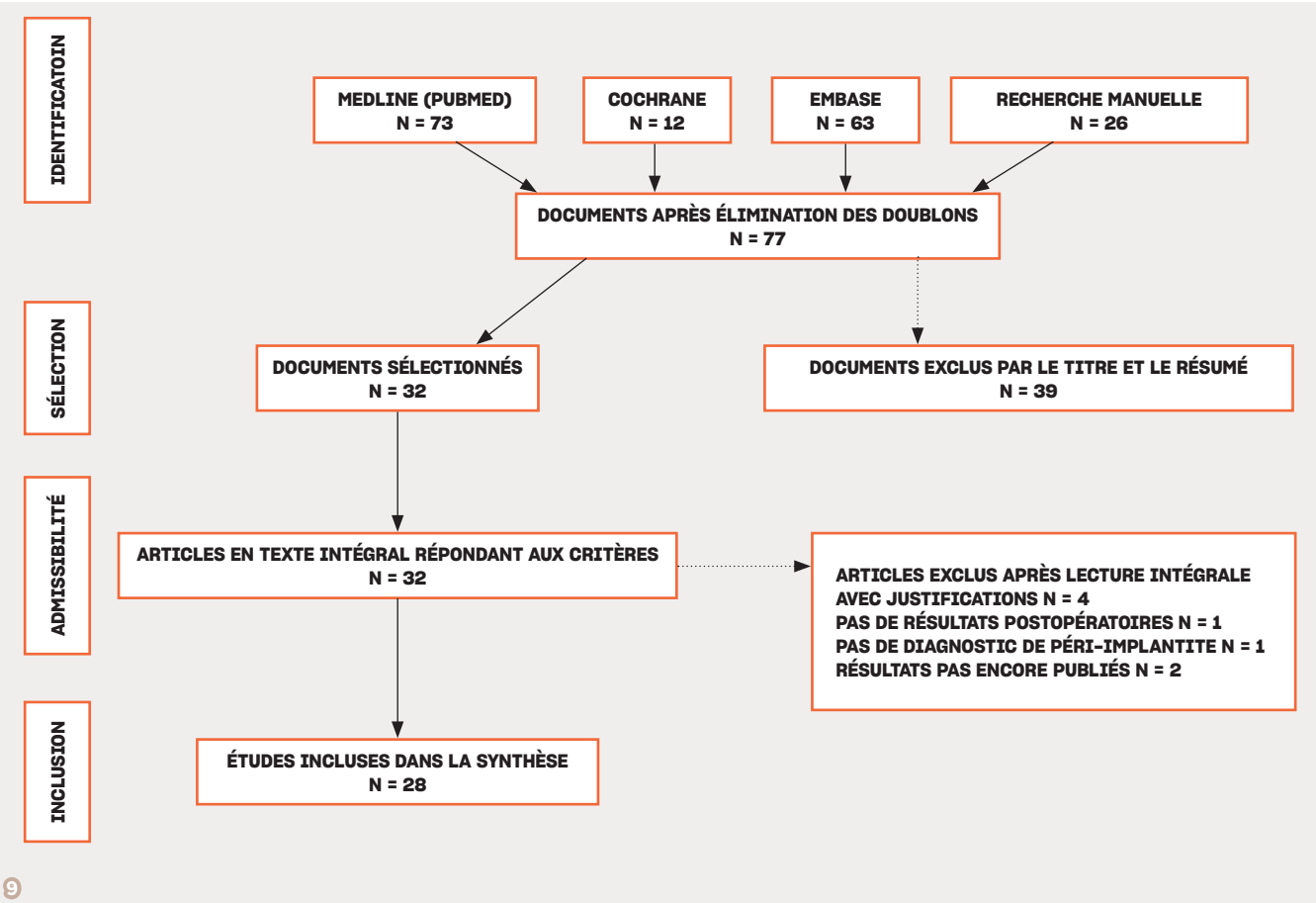
Les critères de jugement secondaires étaient : le type de fraises utilisées lors de la procédure d'implantoplastie (vitesse, irrigation) et le mode de nettoyage des particules après l'implantoplastie.

Les critères d'inclusion suivants ont été appliqués lors de la recherche documentaire sur les études originales sans restriction d'année de publication : (a) études cliniques humaines sur les implants dentaires atteints de péri-implantite soumis à une implantoplastie ; (b) texte intégral disponible.

Sources d'information et recherche documentaire

La recherche électronique avec le terme « implantoplasty » a été effectuée sur trois sources (dernière recherche le 15/7/2021, aucune restriction de date n'a été utilisée) : MEDLINE (PubMed), Cochrane Library et Embase. Une recherche manuelle a également été effectuée en examinant la revue systématique sur les complications après procédure d'implantoplastie de Stavropoulos et al. [13].

Deux auteurs (Arthur Bringat et Romain Ohanessian) ont vérifié le titre, le résumé et enfin le texte intégral sur les critères d'éligibilité pré-définis. Puis les données suivantes (si elles étaient disponibles) ont été extraites : auteur, année de publication, objectif, type de procédure appliquée, protocole chirurgical, protocole de l'implantoplastie (fraises, vitesse, irrigation, nettoyage complémentaire).



Résultats

Sélection des études

L'organigramme de la recherche de la littérature est présenté sur la **figure 1**. Sur un total de 153 études sélectionnées, 28 ont été incluses dans l'étude : Suh, Simon, Jeon, Choi, Kim, 2003 [14] ; Romeo et al., 2005 [15] ; Romeo et al., 2007 [16] ; Schwarz, Sahm, Iglhaut et al., 2011 [17] ; Schwarz, John, Mainusch, Sahm, Becker, 2012 [18] ; Schwarz et al., 2013 [19] ; Thierbach, Eger, 2013 [20] ; Schwarz, Sahm, Becker, 2014 [21] ; Schwarz, John, Sahm, Becker, 2014 [22] ; Matarasso et al., 2014 [23] ; Schwarz, John, Becker, 2015 [24] ; Sapata, de Souza, Sukekava, Villar, Neto, 2016 [25] ; Pommer et al., 2016 [26] ; Schwarz, John, Schmucker, Sahm, Becker, 2017 [27] ; Geremias et al., 2017 [28] ; Englezos, Cosyn, Koole, Jacquet, De Bruyn, 2018 [29] ; Nart, de Tapia, Pujol, Pascual, Valles, 2018 [30] ; Ramanauskaitė, Becker, Juodzbalys, Schwarz, 2018 [31] ; Bianchini

et al., 2019 [32] ; Dalago et al., 2019 [33] ; Austoni et al., 2019 [34] ; Bianchini et al., 2020 [35] ; Lasserre, Brex & Toma, 2020 [36] ; Galarraga et al., 2020 [37] ; Ravidà et al., 2020 [38] ; Wang et al., 2021 [39] ; Monje et al. 2021 [40], Wen et al. (2021) [59].

Caractéristiques des études

Dans l'ensemble, les études sélectionnées ont été publiées entre 2003 et 2021. Elles comprenaient 9 essais cliniques randomisés, 9 séries de cas prospectifs, 4 rapports de cas et 6 analyses rétrospectives sur 601 implants soumis à une procédure d'implantoplastie avec un suivi de 3 mois jusqu'à 9 ans. Au total, 562 patients atteints de péri-implantites ont été étudiés.

Méthode d'évaluation de la qualité des études

Les risques de biais des essais cliniques randomisés ont été évalués à l'aide de Rob 2 [41].

L'échelle de Newcastle-Ottawa a été utilisée comme méthode d'évaluation de la qualité des études non randomisées [42].

Résumé des résultats

Les résultats sont exprimés selon les critères évalués afin de répondre à deux questions (**tableaux 1 et 2**).

Première question

Quels sont les protocoles chirurgicaux associés à l'implantoplastie ? (**tableau 1, fig. 2**)

Chirurgie résectrice

Le terme « chirurgie résectrice » n'est pas équivalent pour tous les auteurs : pour certains, cela signifie la réalisation d'une implantoplastie sans matériaux de comblement osseux ; d'autres associent une chirurgie osseuse avec ostéoplastie. Aucune gingivectomie n'est associée. L'objectif est d'obtenir une santé péri-implantaire sur un support osseux réduit [43].

Romeo et al. (2005, 2007) [15, 16] ont réalisé une chirurgie résectrice osseuse avec lambeau positionné apicalement et une implantoplastie complète, c'est-à-dire sur la totalité de la surface implantaire exposée. La décontamination a été complétée par l'application d'un gel de métronidazole à 25 % suivie d'une solution de chlorhydrate de tétracycline pendant 3 minutes. Une antibiothérapie (amoxicilline 50 mg/kg/jour/8 jours) *per os* était associée.

Dalago et al. [33] ont réalisé une implantoplastie complète associée à une décontamination chimique avec de l'acide citrique à 50 % (pH 1), pendant 3 minutes et un lambeau positionné apicalement.

Lasserre et al. (2020) [36], après débridement manuel et rinçage du défaut osseux avec 20 ml de sérum physiologique, ont réalisé une implantoplastie complète sur la totalité de la surface exposée de l'implant (même pour les défauts infra-osseux) sans ostéoplastie ni antibiothérapie associée à un lambeau repositionné.

Pommer et al. (2016) [26] ont réalisé une chirurgie résectrice dans le groupe laser (2940 nm (K.E.Y. Laser 3+; KaVo®) associée à l'implantoplastie et, dans le groupe implantoplastie seule, sans autre détail concernant la procédure.

Monje et al. (2021) [40] ont réalisé, après débridement avec des curettes et des brossettes en titane

et une décontamination à l'aide de peroxyde d'hydrogène à 3 % pendant deux minutes et un rinçage avec de la chlorhexidine à 0,12 %, une chirurgie résectrice osseuse, implantoplastie complète, lambeau positionné apicalement et ajout d'une greffe épithélio-conjonctive si la hauteur de tissu kératinisé était inférieure à 2 mm en présence de fenestration vestibulaire, de défaut supra-osseux ou une combinaison des deux.

Bianchini et al. (2019) [32] ont réalisé une implantoplastie complète en créant un « platform-switching » entre la partie exposée supra-osseuse de l'implant et celle intra-osseuse, puis une ostéoplastie et une décontamination chimique avec de l'acide citrique à 20 % pendant 3 minutes. Le même protocole a été suivi dans une autre série de cas, mais, cette fois, les auteurs ont ajouté une antibiothérapie (amoxicilline 500 mg/jour/7 jours) *per os* [35].

Englezos et al. (2018) [29] ont réalisé une implantoplastie complète avec ostéoplastie puis une décontamination chimique avec une compresse imprégnée de chlorhexidine et de sérum physiologique. Le lambeau est positionné apicalement. Une antibiothérapie (amoxicilline 3 g/jour/7 jours) *per os* était associée.

Sapata et al. [25] ont réalisé une implantoplastie complète ainsi qu'une décontamination chimique par irrigation de chlorhexidine à 0,12 % pendant une minute et lambeau positionné apicalement. Une antibiothérapie (amoxicilline 1500 mg/jour/7 jours) *per os* était associée.

Geremias et al. [28] ont réalisé une implantoplastie complète.

Ravidà et al. (2020) [38] ont réalisé une ostéoplastie puis ont positionné apicalement le lambeau après débridement aux ultrasons et avec des curettes titane. L'implantoplastie est partielle, concernant la partie de l'implant relative au défaut supra-osseux

Lors de chirurgie résectrice, la majorité des auteurs utilisent une implantoplastie sur l'ensemble de la surface implantaire associée à une décontamination complémentaire mécanique ou chimique.

La plupart effectuent une ostéoplastie et un positionnement apical du lambeau. L'antibiothérapie systémique n'est pas retrouvée dans l'ensemble des études.

Tableau 1. Protocoles chirurgicaux								
ÉTUDE	- Procédure	- Débridement	- Type d'implantoplastie	- Décontamination(s) complémentaire(s)		- Comblement osseux - Soutien muqueuse per-implantaire	- Lambeau	- Antibiotiques
ROMEO ET AL. (2005)	- Résectrice	- Curettes	- Implantoplastie complète	- Décontamination - Application locale de gel de métronidazole à 25% suivie d'une solution de chlorhydrate de tétracycline pendant 3 minutes		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- Amoxicilline 50 mg/kg/jour pendant 8 jours
ROMEO ET AL. (2007)	- Résectrice	- Curettes	- Implantoplastie complète	- Décontamination - Application locale de gel de métronidazole 25 % suivie d'une solution de chlorhydrate de tétracycline pendant 3 minutes		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- Amoxicilline 50 mg/kg/jour pendant 8 jours
DALAGO ET AL. (2019)	- Résectrice	- Compresses avec sérum physiologique	- Implantoplastie complète	- Décontamination chimique : acide citrique à 50% (pH 1), pendant 3 minutes		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- NR
LASSERRE ET AL. (2020)	- Résectrice	- Curettes sans acier	- Implantoplastie complète	- Rinçage du défaut osseux avec 20 ml de sérum physiologique		- Aucun	- Lambeau repositionné	- Pas d'antibiothérapie systémique
POMMER ET AL. (2016)	- Résectrice	- NR	- NR	- Traitement non chirurgical au laser (2940 nm (K.E.Y. Laser 3+; KaVo*)) pour laser associé à l'implantoplastie		- NR	- NR	- NR
RAVIDÀ ET AL. (2020)	- Résectrice	- Manuel et ultrasonique sans acier	- Implantoplastie partielle concernant la partie de l'implant relatif au défaut supra-osseux	- Aucun		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- NR
SAPATA ET AL. (2016)	- Résectrice	- Curettes	- Implantoplastie complète	- Décontamination chimique : irrigation à la chlorhexidine à 0,12 % pendant une minute		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- Amoxicilline 500 mg trois fois par jour pendant 7 jours
GEREMIAS ET AL. (2017)	- Résectrice	- Débridement ultrasons et curettes titane	- Implantoplastie complète	- Aucune		- Aucun	- NR	- NR
ENGLEZOS ET AL. (2018)	- Résectrice	- Curettes en carbone et ultrasons en titane	- Implantoplastie complète, ostéoplastie	- Décontamination chimique avec une compresse imprégnée de chlorhexidine et de sérum physiologique		- Aucun	- Lambeau positionné apicalement	- Amoxicilline 3000 mg par jour pendant 7 jours
BIANCHINI ET AL. (2019)	- Résectrice	- NR	- Implantoplastie complète créant un « platform-switching » entre la partie de l'implant exposée et celle dans l'os	- Décontamination chimique : acide citrique 20 % pendant 3 minutes		- Aucun	- NR	- NR
BIANCHINI ET AL. (2020)	- Résectrice	- Curettes	- Implantoplastie complète créant un « platform-switching » entre la partie de l'implant exposée et celle dans l'os	- Décontamination chimique : acide citrique 20 % pendant 3 minutes		- Aucun	- NR	- Antibiothérapie systémique amoxicilline 500 mg pendant 7 jours
RAMANAUSKAITE ET AL. (2018)	- Résectrice et combinée	- Curettes en plastique	- Technique résectrice : implantoplastie complète - Technique combinée : implantoplastie partielle : déhiscence vestibulaire (Classes Ib Ic) et partie exposée de l'implant relative au défaut supra-osseux (Classe II)	- Parties de l'implant relatives au défaut infra-osseux (Classes Ib Ic Ie) décontaminées avec laser Er:YAG et des curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum		- Technique résectrice : sans comblement - Technique combinée : comblement des défauts infra-osseux : comblement avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich).	- Implants non ré-enfouis	- Molécule et posologie NR, 5 jours
MONJE ET AL. (2021)	- Résectrice et combinée	- Débridement avec curettes et brosses en titane	- Chirurgie résectrice : implantoplastie complète - Chirurgie combinée : implantoplastie partielle sur les parties relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) et les fenestrations	- Décontamination chimique : peroxyde d'hydrogène 3 % pendant 2 minutes et rinçage avec de la chlorhexidine à 0,12 %		- Greffe épithélio-conjonctive si moins de 2 mm de tissu kératinisé - Chirurgie combinée : défauts infra-osseux comblés avec un mélange 50 % os autogène 50 % xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) recouvert d'une membrane résorbable en collagène porcin (Creoss®, Nobel Biocare), et pinsée quand cela était possible	- Chirurgie résectrice : lambeau positionné apicalement - Chirurgie combinée : implants non ré-enfouis	- Amoxicilline 1500 mg par jour pendant 7 jours
SCHWARZ ET AL. (2011)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et parties exposées de l'implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées par laser Er:YAG (2.940 nm) ou curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Positionné coronairement mais implants non ré-enfouis	- NR
SCHWARZ ET AL. (2012)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et parties exposées de l'implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées par laser Er:YAG (2.940 nm) ou curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Positionné coronairement mais implants non ré-enfouis	- NR
SCHWARZ ET AL. (2013)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et parties exposées de l'implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées par laser Er:YAG (2.940 nm) ou curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Positionné coronairement mais implants non ré-enfouis	- NR
SCHWARZ ET AL. (2017)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et parties exposées de l'implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées par laser Er:YAG (2.940 nm) ou curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Positionné coronairement mais implants non ré-enfouis	- NR
WANG ET AL. (2021)	- Combinée	- NR	- Implantoplastie partielle (pour la partie de l'implant relative au défaut supra-osseux) - Régénération des défauts infra-osseux : antibiothérapie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées par laser Er:YAG pour le groupe test		- Comblement avec une allogreffe (MinerOss® et Grafton®, BioHorizons), membrane matricielle dermique acellulaire (Alloderm® GBR, BioHorizon)	- Implants non ré-enfouis	- Amoxicilline 500 mg 3 fois par jour pendant 10 jours (érythromycine 2 x 250 mg en cas d'allergie)

Tableau 1. Protocoles chirurgicaux (suite)								
THIERBACH ET AL. (2013)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : parties relatives aux défauts supra-osseux (Classe II)	- Aucun		- Comblement des défauts infra-osseux avec de l'os autogène et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Coronairement, implants non ré-enfouis	- NR
MATARASSO ET AL. (2014)	- Combinée	- Curettes sans acier	- Implantoplastie partielle : partie relative aux défauts supra-osseux (Classe II)	- Décontamination des défauts infra-osseux avec un aéropolisseur et poudre de glycine (Air-Flow Master®, Perio® Powder, Perio-Flow Nozzle®; EMS), rinçage au sérum physiologique		- Comblement des défauts infra-osseux avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich)	- Lambeau positionné apicalement	- Antibiothérapie systémique : amoxicilline 875 mg et acide clavulanique 125 mg 2 fois par jour pendant 5 jours
SCHWARZ ET AL. (2014a)	- Combinée	- Curettes (Universal Implant Deplaquer®, Straumann)	- Implantoplastie partielle : déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et parties exposées de l'implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux décontaminées avec des curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement des défauts infra-osseux avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich) en double couche - Greffe de tissu conjonctif	- Repositionné	- Pénicilline, 3 x 1000 mg par jour pendant 5 jours
SCHWARZ ET AL. (2015)	- Combinée	- Curettes (Universal Implant Deplaquer®, Straumann)	- Implantoplastie partielle : déhiscence vestibulaire et parties exposées de l'implant relatives au défaut supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives au défaut infra-osseux décontaminées avec des curettes en plastique avec compresses et irrigation avec du sérum physiologique		- Comblement des défauts infra-osseux avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich) en double couche	- Repositionné	- NR
SCHWARZ ET AL. (2014b)	- Combinée	- Curettes en plastique	- Implantoplastie partielle : déhiscence vestibulaire et parties exposées de l'implant relatives au défaut supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties de l'implant relatives au défaut infra-osseux décontaminées avec des curettes en plastique avec compresses et irrigation au sérum physiologique		- Comblement des défauts infra-osseux avec xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) et membrane résorbable (BioGide®, Geistlich) en double couche - Matrice collagénique (Mucograft®, Geistlich)	- Repositionné	- Pénicilline pendant 5 jours
NART ET AL. (2018)	- Combinée	- Curettes sans acier	- Implantoplastie partielle : parties exposées de l'implant relatives au défaut supra-osseux (Classe II) traitées par implantoplastie	- Parties relatives aux défauts infra-osseux : débridement inserts ultrasonores - Décontamination chimique eau oxygénée 3 % pendant une minute		- Comblement des défauts infra-osseux : allogreffe avec tobramycine (OSTEOmycin T®, European Cell and Tissue Bank) et allogreffe avec vancomycine (OSTEOmycin V®, European Cell and Tissue Bank) avec une membrane de collagène (Ossix Plus®, Datum Dental)	- Implants non ré-enfouis	- Pas d'antibiothérapie systémique
GALARRAGA ET AL. (2020)	- Combinée	- Débridement avec brosse en titane	- Implantoplastie partielle concernant la partie de l'implant relative aux défauts supra-osseux et fenestrations	- NR		- Comblement des défauts infra-osseux : Greffe osseuse (Bio-Oss®, Geistlich) - Membrane de collagène résorbable (Bio-Gide®, Geistlich)	- Implants non ré-enfouis	- Préopératoire 2000 mg d'amoxicilline en une prise
AUSTONI ET AL. (2019)	- Régénératrice	- Débridement avec ultrasons et curettes téflon	- Implantoplastie complète	- Décontamination chimique à la chlorhexidine à 0,2 %		- Microperforations corticale interne des défauts infra-osseux - Greffe osseuse xénogreffe (Bio-Oss®, Geistlich) - Membrane de collagène résorbable (Bio-Gide®, Geistlich)	- Implants non ré-enfouis	- Antibiothérapie : amoxicilline et acide clavulanique (ou clarithromycine en cas d'allergie)
SUH ET AL. (2003)	- Régénératrice	- NR	- Implantoplastie complète	- Décontamination <i>via</i> l'application locale de tétracyclines (250 mg mélangé à 5 ml de sérum physiologique) pendant 5 minutes		- Régénération osseuse guidée avec os autogène et membrane non résorbable (Gore-Tex® ePTFE, Gore) - Ré-entrée à 6 mois	- Implants ré-enfouis	- Amoxicilline 500 mg 3 fois par jour pendant une semaine
WEN ET AL. (2021)	- Régénératrice	- Curettes	- Implantoplastie complète	- Aéropolissage (EMS) avec poudre de glycine - Application de tétracycline (250 mg, 2,5 cc) pendant 5 minutes		- Perforation corticale, membrane armée titane non résorbable dPTFE pinsée avec comblement 60 % allogreffe (Maxgraf®, Botiss), 20 % xénogreffe (Cerabone®, Botiss), 20 % greffe autogène (collectée avec une râpe à os sur le ramus ou la tubérosité) - Ré-entrée à 8 mois	- Implants réenfouis	- Antibiothérapie systémique : amoxicilline 500 mg 3 par jour pendant 10 jours (zithromax en cas d'allergie)

Tableau 2. Types de fraises				
ÉTUDE	- Fraises utilisées - Type - Forme - Dimension - Granulométrie - Vitesse de rotation - Type de rotatif	- Polissoirs - Type - Forme - Dimension - Granulométrie - Vitesse de rotation - Type de rotatif	- Irrigation - Oui/Non - Produit	- Rinçage/ Décontamination/ Élimination des particules - Oui/Non - Produit
ROMEO ET AL. (2005)	- Diamantées puis Arkansas - Biconvexe - NR - 30 µ puis 15 µ (diamantée) - 15000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - NR - CA bleu	- NR	- NR
ROMEO ET AL. (2007)	- Diamantées puis Arkansas - Biconvexe - NR - 30 µ puis 15 µ (diamantée) - 15000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - NR - NR - CA bleu	- NR	- NR
DALAGO ET AL. (2019)	- Diamantée - Ronde - NR - NR - NR - NR	- NR	- NR	- NR

Tableau 2. suite				
LASSERRE ET AL. (2020)	- Diamantée - Ronde - 30 µm avec diamètres différents (1,8; 2,3; 3,5 mm) - NR - 15000 tr/min - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - Solution saline stérile
POMMER ET AL. (2016)	- Diamantée - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- NR	- NR
RAVIDÀ ET AL. (2020)	- Carbure de tungstène - NR - NR - NR - NR - NR - NR	- Silicone - Flamme - NR - Marron puis vert - NR - CA bleu	- Oui - NR	- NR
SAPATA ET AL. (2016)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - 15000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - NR - NR - NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - Chlorhexidine 0,12 %

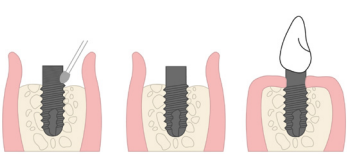
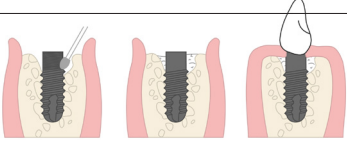
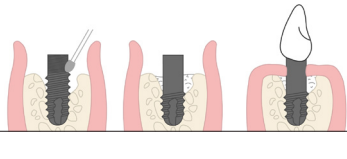
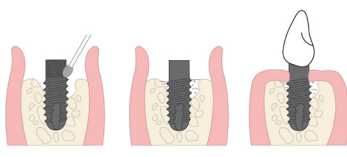
Tableau 2. suite				
GEREMIAS ET AL. (2017)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR
ENGLEZOS ET AL. (2018)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- Silicone - Flamme - NR - Marron puis vert - NR - CA bleu	- Oui - NR	- Oui - Chlorhexidine et sérum physiologique
BIANCHINI ET AL. (2019)	- Diamantée et Arkansas - Triangulaire et flamme - NR - 106 µm – 46 µm – 25 µm (diamantée) - 40000 à 20000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - Vert - 40000 à 20000 tr/min - CA	- Oui - Eau	- NR
BIANCHINI ET AL. (2020)	- Diamantée et Arkansas - Triangulaire et flamme - NR - 106 µm – 46 µm – 25 µm (diamantée) - 40000 à 20000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - Vert - 40000 à 20000 tr/min - CA	- Oui - Eau	- Oui - Sérum physiologique
RAMANAUSKAITE ET AL. (2018)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR
MONJE ET AL. (2021)	- Carbure de tungstène puis Arksansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Chlorhexidine 0,12 %	- NR
SCHWARZ ET AL. (2011)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - NR
SCHWARZ ET AL. (2012)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - NR
SCHWARZ ET AL. (2013)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - NR
SCHWARZ ET AL. (2017)	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- Oui - NR
WANG ET AL. (2021)	- NR	- NR	- NR	- NR
THIERBACH ET AL. (2013) SÉRIE DE CAS PROSPECTIVE	- NR	- NR	- NR	- NR
MATARASSO ET AL. (2014) SÉRIE DE CAS PROSPECTIVE	- Diamantée puis Arksansas - Biconvexe - NR - NR - 15000 tr/min - NR	- Silicone - NR - NR - NR - NR - CA bleu	- NR	- Oui - Sérum physiologique
SCHWARZ ET AL. (2014a) SÉRIE DE CAS PROSPECTIVE	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR

Tableau 2. suite				
SCHWARZ ET AL. (2015) RÉTROSPECTIVE	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR
SCHWARZ ET AL. (2014b) RAPPORT DE CAS	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR
NART ET AL. (2018) SÉRIE DE CAS PROSPECTIVE	- Diamantée puis Arkansas - NR - 40 µm et 15 µm (diamantée) - NR - NR - NR	- NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique
GALARRAGA ET AL. (2020) SÉRIE DE CAS PROSPECTIVE	- Diamantée puis Arkansas - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - Sérum physiologique	- NR
AUSTONI ET AL. (2019) SÉRIE DE CAS	- Diamantée et Arksansas - Ronde, cylindrique - NR - NR - 40000 tr/min - CA rouge et bleu	- Silicone - Flamme - NR - Rouge et vert - NR - CA bleu	- Oui - Eau	- Oui - Sérum physiologique
SUH ET AL. (2003) RAPPORT DE 2 CAS	- Diamantée - Flamme - NR - NR - Haute vitesse - NR	- NR	- Oui - NR	- NR
WEN ET AL. (2021)	- Carbure de tungstène (fraisier Meisinger*) - NR - NR - NR - NR - NR	- NR	- Oui - NR	- NR

Chirurgie combinée

Une chirurgie combinée consiste en une technique résectrice sans substituts osseux pour une partie de l’implant où le pronostic de succès du comblement osseux est faible ou nul, et une procédure régénératrice pour la partie qui présente un meilleur pronostic, à savoir la partie infra-osseuse du défaut. L’objectif est d’obtenir une santé péri-implantaire sur un support osseux réduit [43]. Schwarz et al. (2011, 2012, 2013, 2017) [17–19, 27] ont réalisé, lors d’une chirurgie combinée (résectrice et régénératrice), une implantoplastie partielle, seulement sur les parties exposées de l’implant relatives aux défauts supra-osseux (Classe II) et aux déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic). Les parties de l’implant relatives aux défauts infra-osseux n’ont pas été « lissées » et ont été décontaminées par laser Er:YAG (2.940 nm) ou des curettes en plastique, puis rincées avec du sérum physiologique.

Ces défauts infra-osseux ont été comblés par une xéno greffe (Bio-Oss®, Geistlich) recouverte d’une membrane résorbable (BioGide®, Geistlich). Wang et al. (2021) [39], après débridement mécanique du tissu inflammatoire, ont réalisé une implantoplastie partielle relative au défaut supra-osseux et, dans le groupe test, ont réalisé une décontamination au laser Er-Yag pour la partie de l’implant relative au défaut infra-osseux. Puis les défauts infra-osseux ont été comblés, par une allogreffe (MinerOss® et Grafton®, BioHorizons) recouverte d’une membrane matricielle dermique acellulaire (Alloderm® GBR, BioHorizon). Une antibiothérapie (amoxicilline 1500 mg /jour/10 jours) *per os* était associée. Monje et al., en présence de défaut à deux ou trois parois, associées ou non à une alvéolyse horizontale, et de défaut circonférentiel associé à une alvéolyse horizontale, ont réalisé une

TYPE DE DÉFAUT OSSEUX	PROCÉDURE	IMPLANTOPLASTIE		ÉTUDES
- Supra-osseux +/- déhiscences	- Résectrice	- Totale		- Romeo et al. (2005) - Romeo et al. (2007) - Dalago et al. (2019) - Pommer et al. (2016) - Sapata et al. (2016) - Geremias et al. (2017) - Englezos et al. (2018) - Ramanauskaite et al. (2018) - Blanchini et al. (2019) - Blanchini et al. (2020)
- Infra-osseux	- Régénératrice	- Totale		- Suh et al. (2003) (implants ré-enfouis) - Austoni et al. (2019) - Wen et al. (2021) (implants ré-enfouis)
- Combiné	- Résectrice	- Totale		- Lasserre et al. (2020) (mais sans comblement osseux)
- Combiné	- Combinée	- Partielle (en regard de la lésion supra-osseuse) et +/- des déhiscences		- Schwarz et al. (2011) - Schwarz et al. (2012) - Schwarz et al. (2013) - Thierbac et al. (2013) - Schwarz et al. (2014a) - Schwarz et al. (2014b) - Matarasso et al. (2014) - Schwarz et al. (2015) - Schwarz et al. (2017) - Nart et al. (2018) - Ramanauskaite et al. (2018) - Ravidà et al (2020) - Galarraga et al (2020) - Wang et al. (2021) - Monje et al. (2021)

2. Résumé des différentes procédures chirurgicales associées à l'implantoplastie partielle ou totale en fonction du type de défaut osseux péri-implantaire.

implantoplastie partielle relative aux défauts supra-osseux (classe II) puis comblé les défauts infra-osseux (50 % os autogène, 50 % xéno-greffe (Bio-Oss®)) et recouvert d'une membrane résorbable en collagène porcin (Creoss®, Nobel Biocare). Une antibiothérapie (amoxicilline 1,5 g/jour/7 jours) *per os* était associée. Ramanauskaite et al. (2018) [31] ont réalisé une implantoplastie partielle des parties exposées de l'implant relatives aux déhiscences vestibulaires (Classes Ib et Ic) et au défaut supra-osseux (Classe II). Les parties de l'implant relatives au défaut infra-osseux après décontamination (laser Er:YAG et curettes en plastique) et rinçage (sérum physiologique) ont été comblées avec une xéno greffe (Bio-Oss®) recouverte d'une membrane résorbable (BioGide®). Une antibiothérapie (molécule et posologie non précisée/5 jours) *per os* était associée. Thierbach et al. [20] ont réalisé, après débridement avec curettes en plastique, une implantoplastie partielle pour la partie implantaire relative aux défauts supra-osseux (Classe II) et un comblement

des défauts infra-osseux avec de l'os autogène recouvert par une membrane résorbable (BioGide®). Schwarz et al. [21] ont réalisé une implantoplastie partielle pour les déhiscences vestibulaire (Classes Ib et Ic) et les parties exposées de l'implant relative aux défauts supra-osseux (Classe II). Les parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux étaient décontaminées avec des curettes en plastique puis rincées avec du sérum physiologique sur des compresses et par irrigation. Les défauts infra-osseux étaient comblés avec une xéno greffe (Bio-Oss®) recouverte par une double couche de membrane résorbable (BioGide®) recouverte par un greffon conjonctif. Une antibiothérapie (pénicilline, 3 000 mg/jour/5 jours) *per os* était associée. Dans une autre étude [22], les auteurs ont appliqué le même protocole, mais ont remplacé le greffon conjonctif par une matrice collagénique (Mucograft®, Geistlich). Enfin, dans une autre étude rétrospective [24], les auteurs ont décrit le même protocole, mais sans conjonctif ni matrice collagénique.

Matarasso et al. [23] ont réalisé une implantoplastie partielle pour la partie de l'implant relative aux défauts supra-osseux (Classe II) puis une décontamination de la surface implantaire en relation avec les défauts infra-osseux à l'aide d'un aéropolisseur utilisant de la poudre de glycine (Air-Flow Master®, Perio® Powder, Perio-Flow® Nozzles, EMS Dental), avant un rinçage au sérum physiologique. Les défauts infra-osseux ont été comblés par une xéno greffe (Bio-Oss®) recouverte d'une membrane résorbable (BioGide®). Une antibiothérapie (amoxicilline 875 mg et acide clavulanique 125 mg x 2/jour/5 jours) *per os* était associée. Nart et al. [30] ont réalisé une implantoplastie partielle: les parties exposées de l'implant relatives au défaut supra-osseux (Classe II) ont été traitées par implantoplastie, les parties de l'implant relatives aux défauts infra-osseux débridées avec des inserts ultrasonores puis décontaminées chimiquement avec de l'eau oxygénée à 3 % pendant une minute et comblées par un mélange composé à 50 % d'une allogreffe avec de la tobramycine (OSTEOmycin TTM, European Cell and Tissue Bank) et de 50 % avec une allogreffe avec de la vancomycine (OSTEOmycin VTM, European Cell and Tissue Bank) recouverte d'une membrane de collagène (Ossix Plus®, Datum Dental). Les auteurs précisent qu'il n'y a pas d'antibiothérapie associée. Galarraga et al. [37] ont aussi réalisé une implantoplastie partielle des parties exposées de l'implant relatives aux fenestrations et aux défauts supra-osseux (Classe II), et un débridement avec des brosses en titane. Le comblement des défauts infra-osseux a été réalisé par une xéno greffe (Bio-Oss®) recouverte d'une membrane de collagène résorbable (Bio-Gide®). Le jour de l'intervention, une antibiothérapie (amoxicilline à 2 000 mg/jour/1 jour) *per os* était associée.

Lors de chirurgie combinée, les auteurs utilisent une implantoplastie partielle, c'est-à-dire pour les seuls défauts supra-osseux où aucun matériau de comblement osseux n'est utilisé, le pronostic de succès sans paroi osseuse résiduelle étant faible. Certains auteurs réalisent également cette implantoplastie partielle sur les déhiscences. La partie implantaire relative au défaut infra-osseux n'est pas modifiée par implantoplastie, mais est décontaminée par d'autres méthodes mécaniques ou chimiques dans un but de préserver l'état de surface implantaire.

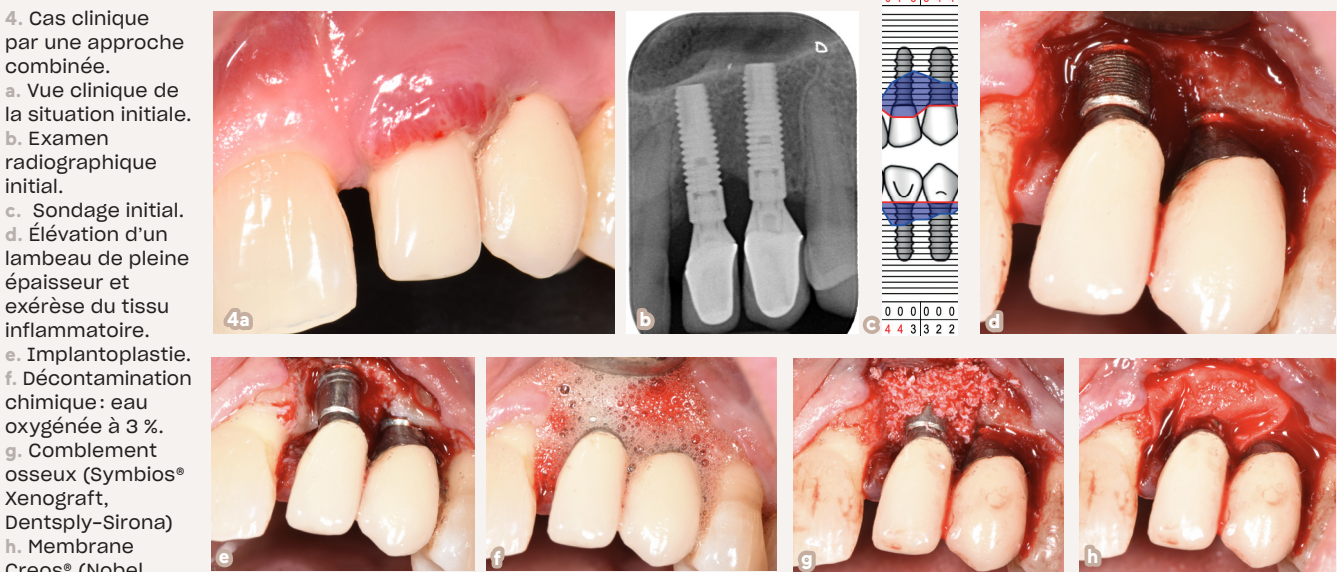
Chirurgie régénératrice

Une chirurgie de régénération consiste à effectuer un comblement osseux sur la totalité de la surface implantaire. L'objectif est d'obtenir une régénération complète et ainsi une santé péri-implantaire consécutive [43]. Austoni et al. [34] ont réalisé une chirurgie de comblement de défauts infra-osseux (Bio-Oss®), effectué des microperforations dans les défauts et les ont recouverts d'une membrane de collagène résorbable (Bio-Gide®) après débridement (ultrasons et curettes en téflon), décontamination chimique (chlorhexidine à 0,2 %) et implantoplastie complète. Une antibiothérapie (amoxicilline et acide clavulanique ou, en cas d'allergies, clarithromycine (posologie non précisée)) *per os* était associée. Suh et al. [14] ont réalisé une implantoplastie complète, une décontamination chimique (tétracyclines: 250 mg mélangé avec 5 ml de sérum physiologique pendant 5 minutes), un comblement des défauts infra-osseux avec de l'os autogène recouvert par une membrane non résorbable (Gore-Tex® ePTFE, Gore). Une antibiothérapie (amoxicilline 1500 mg /jour/7 jours) *per os* était associée. La membrane a été déposée à 6 mois. Wen et al. [44] ont réalisé une chirurgie de régénération (avec réenfouissement de l'implant) par implantoplastie complète, aéro-polissage (Air-Flow®) avec poudre de glycine, et application de tétracycline (250 mg, 2,5 cc) pendant 5 minutes. La régénération osseuse guidée effectuée à l'aide d'un comblement osseux (60 % allogreffe (Maxgraft®, Botiss), 20 % xéno greffe (Cerabone®, Botiss), 20 % greffe autogène (collectée avec une râpe à os sur le ramus ou la tubérosité)) était positionné dans la lésion intra-osseuse, mais aussi supra-crestale (ROG), et recouverte par une membrane armée titane non résorbable dPTFE clouée. Une antibiothérapie (amoxicilline, ou zithromax en cas d'allergie, 1500 mg /jour/10 jours) *per os* était associée. La dépose chirurgicale de la membrane et des clous a été effectuée 8 mois après.

Pour ces trois études, les auteurs ont réalisé une implantoplastie sur la totalité de la surface implantaire dans des défauts infra-osseux, une décontamination complémentaire mécanique et chimique, et ont associé un comblement osseux avec des membranes résorbables ou non résorbables.



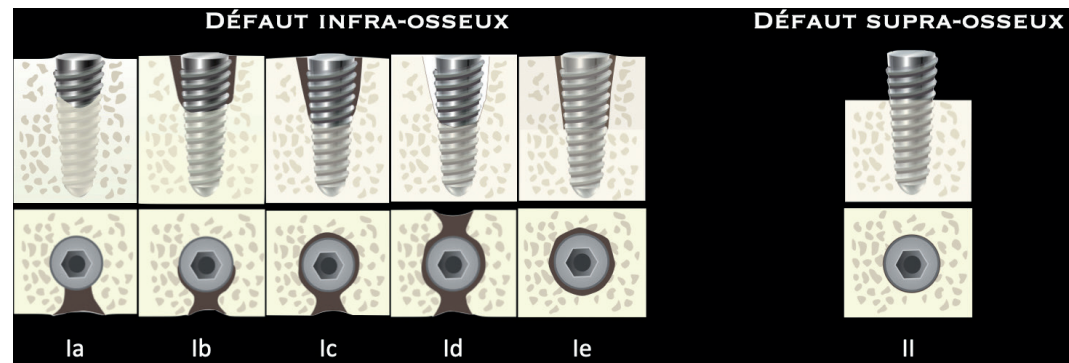
3. Cas clinique par une approche résectrice.
a. Vue clinique initiale. b, c. Sondage initial. d. Radiographie initiale. e. Élévation du lambeau et exérèse du tissu inflammatoire.
f. Implantoplastie totale. g. Décontamination chimique: eau oxygénée à 3 %. h. Vue clinique à deux ans postopératoires.
i. Radiographie à deux ans postopératoires. j. Sondage à deux ans postopératoires.



4. Cas clinique par une approche combinée.
a. Vue clinique de la situation initiale. b. Examen radiographique initial. c. Sondage initial. d. Élévation d'un lambeau de pleine épaisseur et exérèse du tissu inflammatoire.
e. Implantoplastie. f. Décontamination chimique: eau oxygénée à 3 %. g. Comblement osseux (Symbios® Xenograft, Dentsply-Sirona) h. Membrane Creos® (Nobel Biocare)..



i. Situation clinique à six mois postopératoires après réalisation de nouvelles prothèses.
j. Examen radiologique à six mois postopératoires après réalisation de nouvelles prothèses..
k. Sondage à six mois postopératoires après réalisation de nouvelles prothèses.
l. Esthétique du sourire à six mois postopératoires après réalisation de nouvelles prothèses.



5. Défauts osseux péri-implantaires.

Cas cliniques

Deux cas cliniques par approche résectrice et régénératrice sont présentés dans les figures 3 et 4, ainsi que les différents types de défauts osseux selon Schwarz et al. [45] dans la figure 5.

Conclusion

Les études montrent qu'en cas de défaut supra-osseux, une chirurgie résectrice avec implantoplastie et décontamination complémentaire sans comblement osseux doit être effectuée. Les défauts infra-osseux peuvent être comblés à l'aide de différents types de greffes osseuses recouvertes par des membranes ou des greffons conjonctifs. La décontamination de la surface implantaire relative aux défauts infra-osseux peut être réalisée soit avec une implantoplastie (implantoplastie totale)

et des procédures mécaniques ou chimiques, soit avec préservation de l'état de surface; dans ce cas, les auteurs utilisent des décontaminations mécaniques et chimiques sans implantoplastie (implantoplastie partielle). Le lambeau est positionné au niveau osseux résiduel (apicalement en cas de chirurgie résectrice) ou au niveau du matériau de comblement osseux (chirurgie régénératrice ou combinée), les implants sont rarement réenfoncés.

Deuxième question

Comment réaliser une implantoplastie (matériel et méthode) ?

Thierbach et al. [20] et Wang et al. [39] n'ont donné aucun détail concernant le matériel utilisé pour l'implantoplastie.

Schwarz et al [17-24] ont eu recours à des fraises diamantées puis Arkansas et ont rincé les particules de titane avec une irrigation abondante de sérum physiologique.

Nart et al. [30] ont privilégié des fraises diamantées de granulométrie 40 µm et 15 µm, des fraises Arkansas, et ont rincé avec du sérum physiologique.

Galarraga et al. [37] ont adopté un protocole avec des fraises diamantées et Arkansas, et une irrigation importante avec du sérum physiologique.

Pommer et al. [26] ont choisi des fraises diamantées.

Dalago et al. [33] ont utilisé des fraises diamantées de forme rondes.

Suh et al. [14] ont opté pour des fraises diamantées à forme flamme à haute vitesse sous irrigation importante, mais n'ont pas précisé la procédure d'élimination des particules de titane.

Wen et al. [44] ont préféré des fraises en carbure de tungstène sous irrigation abondante.

Romeo et al. (15) ont utilisé des fraises diamantées (biconvexes, 30 µ et 15 µ), une fraise Arkansas et des polissoirs en silicone. La vitesse retenue est de 15 000 tr/min.

Lasserre et al. [36] ont employé des fraises diamantées rondes (granulométrie 30 µm) de différents diamètres (1,8, 2,3 et 3,5 mm) à 15 000 tr/min sous une irrigation importante avec du sérum physiologique. Ils ont précisé que les sites chirurgicaux ont été abondamment irrigués avec une solution saline stérile pour éliminer le tissu de granulation résiduel et les particules de titane.

Ravidà et al. [38] ont adopté des fraises en carbure de tungstène et des fraises Arkansas, puis des silicones (marrons et verts forme flamme) sous irrigation.

Sapata et al. [25] ont eu recours à une séquence de fraises diamantées, Arkansas, polissoirs silicone à une vitesse de 15 000 tr/min et une irrigation importante avec du sérum physiologique puis un rinçage des particules de titane avec de la chlorhexidine.

Geremias et al. [28] ont opté pour des fraises diamantées suivis de fraises Arkansas et ont rincé les particules de titane avec une irrigation abondante de sérum physiologique.

Englezos et al. [29] ont employé des fraises diamantées, Arkansas, des polissoirs marron et verts (forme flamme) sous irrigation et ont éliminé les particules avec de la chlorhexidine et du sérum physiologique.

Bianchini et al. [32] ont réalisé en 2019 leur implantoplastie avec des fraises diamantées de 106 µm (forme triangulaire), puis des fraises diamantées de 46 µm (forme flamme), de 25 µm (forme flamme), Arkansas, puis des polissoirs en silicone vert à une vitesse comprise entre 40 000 et 20 000 tr/min couplée à une irrigation d'eau importante. Ils ont utilisé le même protocole en 2020 [35] en précisant avoir rincé les particules de titane à l'aide de sérum physiologique.

Ramanauskaite et al. [31] se sont servis de fraises diamantées et Arkansas, sous irrigation importante de sérum physiologique.

Monje et al. [40] ont réalisé l'implantoplastie avec des fraises en carbure de tungstène et Arkansas puis une irrigation avec de la chlorhexidine 0,12 %.

Matarasso et al. [23] ont eu recours à des fraises diamantées biconvexes puis des fraises Arkansas et des polissoirs en silicone à une vitesse de rotation de 15 000 tr/min avant un rinçage au sérum physiologique.

Austoni et al. [34] ont opté pour des fraises diamantées (rondes, cylindriques), Arkansas (rondes, forme flamme), des polissoirs en silicone (forme flamme, rouges et verts) à une vitesse de 40 000 tr/min (contre-angle rouge et bleu) sous irrigation d'eau importante, avant un rinçage au sérum physiologique.

Le **tableau 2** récapitule le matériel et les étapes mis en œuvre lors des procédures d'implantoplastie.

Il est utile de préciser un certain nombre de caractéristiques concernant ces fraises et leur usage.

Il n'existe pas de consensus sur le type de fraise à utiliser pour l'implantoplastie. Cependant, la lecture de la littérature actuelle et notre expérience clinique nous permettent de dégager quelques conseils: l'élévation de la température doit être limitée et les fraises doivent pouvoir être utilisées dans des zones difficiles d'accès avec une morphologie adaptée aux implants.

Les fraises en carbure de tungstène produisent une élévation de température de l'implant moins grande et autorisent une procédure plus rapide que les fraises diamantées [45]. Elles permettent également d'obtenir une rugosité plus faible de la surface implantaire [46].

L'utilisation d'un kit de fraises spécifiques permet d'effectuer la procédure de manière fiable afin d'éliminer et de lisser les macrostructures et microstructures de la surface implantaire.

Afin d'avoir un meilleur accès à la zone à traiter, des fraises avec un col allongé sont conseillées. Un mandrin de longueur totale 30 mm facilite l'accès aux défauts profonds.

Une forme allongée conique permet de tourner efficacement autour d'un implant sans supra-structure, tandis que la forme biconvexe permet une angulation si la prothèse ne peut être démontée ou pour les zones difficiles d'accès. Les différents diamètres de fraises s'adaptent à la situation clinique et au défaut osseux (largeur, hauteur, parois).

Les fraises en carbure de tungstène avec une denture fine (rouges) permettent d'éliminer efficacement les pas de spires et celles avec la denture extra-fine (blanches) complètent le polissage. Des fraises spécifiques sont ainsi proposées (**fig. 6**).

L'utilisation de polissoirs, fréquemment retrouvés dans les études, permet de diminuer encore la rugosité de surface [9] (**fig. 7**).

L'utilisation de turbine est déconseillée en raison du risque d'emphysème. Un contre-angle bague rouge est conseillé, car il a un rapport de couple de 40 000 tr/min, avec une irrigation d'une solution salée stérile refroidie afin de diminuer au maximum l'élévation de la température. Cependant, l'implantoplastie ne peut suffire à rendre biocompatible la surface implantaire préalablement exposée, ne serait-ce que par la difficulté d'accès et sa proximité avec l'os environnant.

Des procédures de décontamination complémentaires devraient être associées, de manière raisonnée faute de consensus actuel: mécaniques (débridement ultrasonore, aéro-polissage, broyage, laser) et chimiques (chlorhexidine, eau oxygénée, povidone iodée, EDTA, sérum physiologique, antibiotiques locaux) [4].

Les caractéristiques techniques des fraises et polissoirs conseillés et leurs modalités d'utilisation sont résumées dans les **figures 6 et 7**.

				
RÉF	- H48L.310.014	- H48LUF.310.014	- H48L.310.023	- H48LUF.310.023
TYPE	- Carbure de tungstène (12 lames)	- Carbure de tungstène (20 lames)	- Carbure de tungstène (12 lames)	- Carbure de tungstène (30 lames)
FORME	- Flamme	- Flamme	- Flamme	- Flamme
MANDRIN (MM)	- 30	- 30	- 30	- 30
LONGUEUR PARTIE TRAVAILLANTE (MM)	- 8,0	- 8,0	- 8,0	- 8,0
DIAMÈTRE (MM)	- 1,4	- 1,4	- 2,3	- 2,3
VITESSE DE ROTATION OPTIMALE	- 40 000 tours/min sur contre-angle rouge			

				
RÉF	- H379.310.014	- H379UF.310.014	- H379.310.023	- H379UF.310.023
TYPE	- Carbure de tungstène (12 lames)	- Carbure de tungstène (30 lames)	- Carbure de tungstène (12 lames)	- Carbure de tungstène (30 lames)
FORME	- Cœuf	- Cœuf	- Cœuf	- Cœuf
MANDRIN (MM)	- 30	- 30	- 30	- 30
LONGUEUR PARTIE TRAVAILLANTE (MM)	- 3,1	- 3,1	- 4,2	- 4,2
DIAMÈTRE (MM)	- 1,4	- 1,4	- 2,3	- 2,3
VITESSE DE ROTATION OPTIMALE	- 40 000 tours/min sur contre-angle rouge			

6. Fraises conseillées pour un protocole d'implantoplastie.

				
RÉF	- 661.204.420	- 601.204.420	- 9608.204.030	- 9618.204.030
TYPE	- Arkansas		- Polissoir métal	- Polissoir métal
FORME	- Flamme	- Boule	- Conique	- Conique
GRANULARITÉ	- 420	- 420	-	-
TYPE DE GRAIN	- Extra-fin		-	-
DIAMÈTRE (MM)	- 4.2		- 3.0	- 3.0
VITESSE DE ROTATION OPTIMALE	- 20 000 tours/min sur CA rouge		- 6 000 tours/min sur CA bleu	

7. Polissoirs Arkansas et polissoirs métaux conseillés pour un protocole d'implantoplastie.

Discussion

Les études analysées dans cette revue ne sont pas toujours comparables en raison de leurs protocoles différents: critères d'inclusion, antibiothérapie, implantoplastie totale ou partielle, type d'instruments rotatifs, chirurgie résectrice et/ou comblement osseux, associé ou pas à une membrane, type de biomatériaux, mesures de décontamination. De plus, certains auteurs [26] ne précisent pas le type de défaut osseux, alors qu'il s'agit d'un élément déterminant dans le protocole chirurgical à adopter.

Dans cette revue de littérature, l'implantoplastie est le plus souvent réalisée sur les parties de l'implant où, en raison de l'anatomie du défaut, il n'est possible d'obtenir qu'un potentiel limité, voire une absence de régénération osseuse et/ou de ré-ostéointégration après cicatrisation, c'est-à-dire les défauts supra-osseux (Classe II) [47] ou les déhiscences. Les auteurs y associent alors une chirurgie résectrice et un positionnement apical du lambeau [16, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 36, 38].

L'objectif thérapeutique principal de ce protocole est de décontaminer la surface implantaire et de l'exposer aux manœuvres d'hygiène en réduisant la profondeur de poche. Bianchini et al. [35] modifient la technique en créant un « platform-switching » entre la partie de l'implant exposée et celle dans l'os lors du lissage de l'implant. En complément, certains auteurs associent d'autres procédures de décontamination comme l'application locale de gel de métronidazole à 25 % suivie d'une solution de chlorhydrate de tétracycline pendant 3 minutes ou d'acide citrique à 50 % ou 20 % pendant 3 minutes, de chlorhexidine à 0,12 %, ou bien uniquement du sérum physiologique. Une décontamination chimique et un rinçage complémentaire sont très souvent associés à la procédure d'implantoplastie,

les disparités sont trop importantes pour savoir quel antiseptique utiliser.

En présence de défauts osseux combinés, avec une alvéolyse horizontale associée à un défaut infra-osseux, certains auteurs comme Schwarz et al. [47], Wang et coll. [39], Thierbach et al. [20], Matarasso et al. [23], Nart et al. [30], Ramanauskaite et al. [31], Galarraga et al. [37], utilisent une procédure combinée, c'est-à-dire une implantoplastie partielle. L'implantoplastie est réalisée en cas de déhiscence vestibulaire (Classes Ib Ic) et, pour la partie exposée de l'implant relative au défaut supra-osseux (Classe II), comme pour une procédure résectrice, car cette partie de l'implant ne peut pas être régénérée et sera exposée au milieu buccal. Concernant la partie de l'implant relative au défaut infra-osseux (Classes Ib Ic Ie), l'état de surface est préservé et décontaminé avec différentes procédures (lasers, curettes en plastique, inserts ultrasonores, aéropolisseur, décontaminations chimiques (sérum physiologique, eau oxygénée 3 %)). Puis les auteurs effectuent une régénération des défauts infra-osseux: comblement avec xélogreffe, allogreffe, autogreffe, mélange autogreffe et xélogreffe avec ou sans membrane résorbable ou non résorbable.

Pour diminuer les conséquences esthétiques de l'effondrement de la muqueuse péri-implantaire postopératoire, certains auteurs ont placé sur le matériau de comblement et sous le lambeau des greffes de conjonctif [21] ou des substituts collagéniques [22].

Seuls Lasserre et al. [36] effectuent une implantoplastie sur la totalité de la surface implantaire, même en cas de défaut infra-osseux associé à un défaut supra-osseux et sans comblement osseux associé.

L'implantoplastie peut également être utilisée sur la totalité de la surface implantaire face à des

défauts entièrement infra-osseux (Classe I), c'est-à-dire éligible à une procédure de régénération (fig. 5). Suh et al. [14] et Austoni et al. [34], Wen et al. [44] procèdent à une implantoplastie complète et une régénération osseuse guidée sur toute la surface implantaire associée à une décontamination chimique avec de la chlorhexidine à 0,2 % [31] ou une application locale de tétracyclines (250 mg mélangés à 5 ml de sérum physiologique) pendant 5 minutes [11, 59] ou une décontamination mécanique complémentaire (aéropolisseur) [59].

La question se pose donc pour les défauts infra-osseux: faut-il réaliser une implantoplastie sur la partie implantaire relative aux défauts infra-osseux, c'est-à-dire une implantoplastie totale, ou préserver l'état de surface et réserver cette implantoplastie aux parties supra-osseuses?

L'implantoplastie complète permet une élimination efficace du biofilm sur la totalité de la surface implantaire et si la totalité du défaut infra-osseux n'a pas pu être totalement régénérée, la partie de l'implant exposée au milieu buccal est « lisse » et moins propice à l'accumulation bactérienne [7].

De plus, concernant une éventuelle ré-ostéointégration et son lien avec l'état de surface des implants, les études animales sont contradictoires. Alors que certaines montrent un gain osseux radiographique, une ré-ostéointégration et une résolution de la maladie plus importantes pour les surfaces usinées [48], d'autres montrent un avantage des surfaces rugueuses [49], et d'autres ne montrent aucune différence significative entre les différents états de surface [50].

C'est pourquoi nous préconisons une implantoplastie totale sur la totalité du défaut osseux accessible.

L'antibiothérapie est fréquemment employée, mais n'est pas retrouvée dans l'ensemble des études. En effet, une étude à trois ans de Carcuac et al. ne montre pas d'effet bénéfique de l'antibiothérapie [51].

Il nous semble cependant plus prudent d'utiliser une antibiothérapie pour assainir le site opératoire, notamment en cas de procédure régénératrice avec des biomatériaux.

Sur la base des données disponibles dans cette revue de la littérature concernant la procédure d'implantoplastie, les auteurs utilisent des fraises diamantées ou en carbure de tungstène. Certains

effectuent un polissage à l'aide de fraises Arkansas [15-19, 21-25, 27-32, 34, 35, 37, 40] et de polissoirs en silicone sous irrigation [15, 16, 23, 25, 29, 32, 34, 35, 43]. Les particules de titane sont éliminées avec des rinçages de sérum physiologique ou d'antiseptiques.

Par ailleurs, il est légitime de se demander si les particules de titane peuvent avoir un effet néfaste sur les tissus environnants [52].

Les biopsies des tissus inflammatoires péri-implantaires des sites atteints de péri-implantite montrent fréquemment des particules de titane [53].

Selon Mombelli et al., en faible quantité, le titane n'a aucune influence sur les tissus mais peut engendrer une inflammation si sa concentration augmente [54], cette réponse inflammatoire pouvant mener à une résorption osseuse [55].

Ces particules pourraient également avoir un rôle dans la dysbiose, la composition du biofilm péri-implantaire [56], la dégradation des fibres de collagène [57].

Les particules de titane doivent ainsi être éliminées minutieusement du site opératoire à l'aide d'une aspiration efficace, de compresses ou de brosses en titane, puis d'une irrigation abondante [17].

Cependant, la procédure d'implantoplastie n'est pas la seule responsable d'une libération de particules de titane. Une revue systématique a révélé que des particules et des ions de titane peuvent être libérés pendant les phases chirurgicale (préparation du site implantaire, insertion de l'implant), prothétique (interface implant/pilier, facteurs mécaniques, microgap et micromouvements, perte de la couche d'oxyde de titane, corrosion) et de maintenance (accumulation de biofilms, procédures de décontamination de l'implant) [58].

Le rapport de consensus de 2018 ne se prononce pas sur une influence particulière de ces particules de titane dans le développement de la péri-implantite [59].

Pertinence clinique
Rationnel scientifique de l'étude

Le traitement des péri-implantites constitue un défi thérapeutique alors que leur prévalence ne cesse d'augmenter. Au travers de l'analyse de la littérature, nous avons cherché à identifier un protocole chirurgical fiable pour traiter les lésions péri-implantaires et décrire le matériel nécessaire et efficace pour réaliser l'implantoplastie per-opératoire.

Conclusions principales

La littérature montre que 1) le traitement chirurgical des lésions osseuses péri-implantaires selon une approche résectrice et/ou régénératrice associée à l'implantoplastie permet d'obtenir un taux de succès thérapeutique encourageant ; 2) le matériel et la méthode pour réaliser l'implantoplastie opératoire sont à la portée de tout clinicien ; 3) des améliorations techniques et scientifiques devraient

permettre, dans un avenir proche, d'améliorer encore les résultats de ces traitements.

Implications cliniques

L'implantoplastie associée au traitement chirurgical des défauts osseux péri-implantaires permet d'obtenir de bons taux de succès thérapeutique. ■

LES AUTEURS NE DÉCLARENT AUCUN LIEN D'INTÉRÊT.
CORRESPONDANCE : ARTHURBRINCAT@GMAIL.COM

POINTS CLÉS

- La qualité et l'expérience du praticien qui exécute le protocole chirurgical permettent d'obtenir le meilleur résultat.
- La morphologie du défaut osseux indique le type de procédure chirurgicale : régénératrice ou résectrice.
- L'implantoplastie est associée à des résultats cliniques encourageants en termes de survie implantaire.
- La qualité de la muqueuse péri-implantaire est un paramètre incontournable.
- La mise en place d'un suivi personnalisé avec des rendez-vous à intervalle régulier évite la récurrence de péri-implantite.
- Comme en parodontologie, c'est la morphologie du défaut osseux qui indique le type de procédure chirurgicale pour traiter une lésion péri-implantaire :
 - un défaut à 3 parois avec un bon potentiel peut nécessiter, comme les défauts à 2 parois, des procédures de régénération osseuse guidée ;
 - les défauts à 1 paroi sont les plus difficiles à régénérer et les résultats sont plus prévisibles avec une approche résectrice.
- La santé péri-implantaire se définit par l'absence d'érythème, de gonflement, de saignement et/ou d'une suppuration au sondage. Elle peut donc exister sur un support osseux réduit à la suite d'un traitement chirurgical.

BIBLIOGRAPHIE

1. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. J Clin Periodontol 2018;45 Suppl 20:S286-91.

2. Claffey N, Clarke E, Polyzois I, Renvert S. Surgical treatment of peri-implantitis. J Clin Periodontol 2008;35(8 Suppl):316-32.

3. Khoury F, Keeve PL, Ramanauskaitė A, Schwarz F, Koo K-T, Sculean A et al. Surgical treatment of peri-implantitis – Consensus report of working group 4. Int Dent J 2019;69 Suppl 2:18-22.

4. BrinCAT A, Dumas C, Melloul S, Monnet-Corti V.

Péri-implantites : protocoles de traitements. Implant 2020;26:1-14.

5. Rimondini L, Farè S, Brambilla E, Felloni A, Consonni C, Brossa F et al. The effect of surface roughness on early in vivo plaque colonization on titanium. J Periodontol 1997;68(6):556-62.

6. Azzola F, Ionescu AC, Ottobelli M, Cavalli N, Brambilla E, Corbella S et al. Biofilm formation on dental implant surface treated by implantoplasty: An in situ study. Dent J (Basel);8(2):40.

7. Toma S, Behets C, Brex MC, Lasserre JF. In vitro comparison of the efficacy of peri-implantitis treatments on the removal and recolonization of Streptococcus gordonii biofilm on titanium

disks. Materials (Basel) 2018;11(12):2484.

8. Wennerberg A, Albrektsson T. Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15(3):331-44.

9. Ramel CF, Lüssi A, Özcan M, Jung RE, Hämmerle CHF, Thoma DS. Surface roughness of dental implants and treatment time using six different implantoplasty procedures. Clin Oral Implants Res 2016;27(7):776-81.

10. Toma S, Lasserre J, Brex MC, Nyssen-Behets C. In vitro evaluation of peri-implantitis treatment modalities on Saos-2osteoblasts. Clin Oral Implants Res 2016;27(9):1085-92.

11. BrinCAT A, Ohanessian R, Toma S, Monnet-Corti V. L'implantoplastie pour le traitement des péri-implantites : revue systématique de la littérature. Partie 1. Parodontologie Implantologie Orale 2021; 1(1):40-55.

12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. J Clin Epidemiol 2009;62(10):1006-12.

13. Stavropoulos A, Bertl K, Eren S, Gotfredsen K. Mechanical and biological complications after implantoplasty-A systematic review. Clin Oral Implants Res 2019;30(9):833-48.

14. Suh JJ, Simon Z, Jeon YS, Choi BG, Kim CK. The use of

implantoplasty and guided bone regeneration in the treatment of peri-implantitis: two case reports. Implant Dent 2003;12(4):277-82.

15. Romeo E, Ghisolfi M, Murgolo N, Chiapasco M, Lops D, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part I: clinical outcome. Clin Oral Implants Res 2005;16(1):9-18.

16. Romeo E, Lops D, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part II: radiographic outcome. Clin Oral Implants Res 2007;18(2):179-87.

17. Schwarz F, Sahm N, Ighaut G, Becker J.

Impact of the method of surface debridement and decontamination on the clinical outcome following combined surgical therapy of peri-implantitis: a randomized controlled clinical study. J Clin Periodontol 2011;38(3):276-84.

18. Schwarz F, John G, Mainusch S, Sahm N, Becker J. Combined surgical therapy of peri-implantitis evaluating two methods of surface debridement and decontamination. A two-year clinical follow up report. J Clin Periodontol 2012;39(8):789-97.

19. Schwarz F, Hegewald A, John G, Sahm N, Becker J. Four-year follow-up of combined surgical therapy of advanced peri-implantitis evaluating two methods of surface decontamination. J Clin Periodontol 2013;40(10):962-7.

20. Thierbach R, Eger T. Clinical outcome of a nonsurgical and surgical treatment protocol in different types of peri-implantitis: a case series. Quintessence Int 2013;44(2):137-48.

21. Schwarz F, Sahm N, Becker J. Combined surgical therapy of advanced peri-implantitis lesions with concomitant soft tissue volume augmentation. A case series. Clin Oral Implants Res 2014;25(1):132-6.

22. Schwarz F, John G, Sahm N, Becker J. Combined surgical resective and regenerative therapy for advanced peri-implantitis with concomitant soft tissue volume augmentation: a case report. Int J Periodontics Restorative Dent 2014;34(4):489-95.

23. Matarasso S, Iorio Siciliano V, Aglietta M, Andreuccetti G, Salvi GE. Clinical and radiographic outcomes of a combined resective and regenerative approach in the treatment of peri-implantitis: a prospective case series. Clin Oral Implants Res 2014;25(7):761-7.

24. Schwarz F, John G, Becker J. Reentry after combined surgical resective and regenerative therapy of advanced peri-implantitis: A retrospective analysis of five cases. Int J Periodontics Restorative Dent 2015;35(5):647-53.

25. Sapata VM, de Souza AB, Sukekava F, Villar CC, César

Neto JB. Multidisciplinary treatment for peri-implantitis: A 24-month follow-up case report. Clin Adv Periodontics 2016;6(2):76-82.

26. Pommer B, Haas R, Mailath-Pokorny G, Fürhauser R, Watzek G, Busenlechner D et al. Periimplantitis treatment: Long-term comparison of laser decontamination and implantoplasty surgery. Implant Dent 2016;25(5):646-9.

27. Schwarz F, John G, Schmucker A, Sahm N, Becker J. Combined surgical therapy of advanced peri-implantitis evaluating two methods of surface decontamination: a 7-year follow-up observation. J Clin Periodontol 2017;44(3):337-42.

28. Geremias TC, Montero JFD, Magini R de S, Schuldt Filho G, de Magalhães EB, Bianchini MA. Biofilm analysis of retrieved dental implants after different peri-implantitis treatments. Case Rep Dent 2017;2017: 8562050.

29. Englezos E, Cosyn J, Koole S, Jacquet W, De Bruyn H. Resective treatment of peri-implantitis: Clinical and radiographic outcomes after 2 years. Int J Periodontics Restorative Dent 2018;38(5):729-35.

30. Nart J, de Tapia B, Pujol À, Pascual A, Valles G. Vancomycin and tobramycin impregnated mineralized allograft for the surgical regenerative treatment of peri-implantitis: a 1-year follow-up case series. Clin Oral Investig 2018;22(6):2199-207.

31. Ramanauskaitė A, Becker K, Juodzbalys G, Schwarz F. Clinical outcomes following surgical treatment of peri-implantitis at grafted and non-grafted implant sites: a retrospective analysis. Int J Implant Dent 2018;4(1):27.

32. Bianchini MA, Galarraga-Vinueza ME, Apaza-Bedoya K, De Souza JM, Magini R, Schwarz F. Two to six-year disease resolution and marginal bone stability rates of a modified resective-implantoplasty therapy in 32 peri-implantitis cases. Clin Implant Dent Relat Res 2019;21(4):758-65.

33. Dalago HR, Perrotti V, Torres de Freitas SF, Ferreira CF, Piattelli A, Iaculli F, et al. Prospective longitudinal

comparison study of surgical therapies for peri-implantitis: 3-year follow-up. Aust Dent J 2019;64(3):237-45.

34. Austoni C, Azzola F, Cavalli N, Morandi P, Francetti L. Implantoplasty associated with the regenerative treatment of peri-implantitis. Dental Cadmos 2019;87(5):262-9.

35. Bianchini MA, Galarraga-Vinueza ME, Bedoya KA, Correa BB, de Souza Magini R, Schwarz F. Implantoplasty enhancing peri-implant bone stability over a 3-year follow-up: A case series. Int J Periodontics Restorative Dent 2020;40(1):e1-8.

36. Lasserre JF, Brex MC, Toma S. Implantoplasty versus glycine air abrasion for the surgical treatment of peri-implantitis: A randomized clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants 2020;35(36):197-206.

37. Galarraga-Vinueza ME, Obreja K, Magini R, Sculean A, Sader R, Schwarz F. Volumetric assessment of tissue changes following combined surgical therapy of peri-implantitis: A pilot study. J Clin Periodontol 2020;47(9):1159-68.

38. Ravidà A, Siqueira R, Saleh I, Saleh MHA, Giannobile A, Wang HL. Lack of clinical benefit of implantoplasty to improve implant survival rate. J Dent Res 2020;99(12):1348-55.

39. Wang C-W, Ashnagar S, Gianfilippo RD, Arnett M, Kinney J, Wang H-L. Laser-assisted regenerative surgical therapy for peri-implantitis: A randomized controlled clinical trial. J Periodontol 2021;92(3):378-88.

40. Monje A, Pons R, Amerio E, Wang H-L, Nart J. Resolution of peri-implantitis by means of implantoplasty as adjunct to surgical therapy: A retrospective study. J Periodontol 2021 Apr 26. doi: 10.1002/JPER.21-0103. Online ahead of print.

41. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I et al. ROB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ 2019;366:14898.

42. Wells G, Shea B, O'Connell D, Robertson J, Peterson J, Welch V, Losos M, Tugwell P. The Newcastle-Ottawa Scale

(NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta-analysis. Année ?? Parution ??

43. Ravidà A, Galli M, Siqueira R, Saleh MHA, Galindo-Moreno P, Wang H-L. Diagnosis of peri-implant status after peri-implantitis surgical treatment: Proposal of a new classification. J Periodontol 2020;91(12):1553-61.

44. Wen S-C, Barootchi S, Huang W-X, Wang H-L. Surgical reconstructive treatment for infraosseous peri-implantitis defects with a submerged healing approach: A prospective controlled study. J Periodontol 2021. DOI:10.1002/jper.21-0161

45. de Souza Júnior JM, Oliveira de Souza JG, Pereira Neto AL, Iaculli F, Piattelli A, Bianchini MA. Analysis of effectiveness of different rotational instruments in implantoplasty: An in vitro study. Implant Dent 2016;25(3):341-7.

46. Meier RM, Pfammatter C, Zitzmann NU, Filippi A, Kühl S. Surface quality after implantoplasty. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2012;122(9):714-24.

47. Schwarz F, Herten M, Sager M, Bieling K, Sculean A, Becker J. Comparison of naturally occurring and ligature-induced peri-implantitis bone defects in humans and dogs. Clin Oral Implants Res 2007;18(2):161-70.

48. Almohandes A, Carcuac O, Abrahamsson I, Lund H, Berglundh T. Re-osseointegration following reconstructive surgical therapy of experimental peri-implantitis. A pre-clinical in vivo study. Clin Oral Implants Res 2019;30(5):447-56.

49. Persson LG, Berglundh T, Lindhe J, Sennerby L. Re-osseointegration after treatment of peri-implantitis at different implant surfaces. An experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res 2001;12(6):595-603.

50. Namgoong H, Kim M, Ku Y, Rhyu I-C, Lee YM, Seol YJ et al. Bone reconstruction after surgical treatment of experimental peri-implantitis defects at a sandblasted/acid-etched hydroxyapatite-coated implant: an experimental study in the dog. J Clin Periodontol 2015;42(10):960-6.

51. Carcuac O, Derks J, Abrahamsson I, Wennström JL, Petzold M, Berglundh T. Surgical treatment of peri-implantitis: 3-year results from a randomized controlled clinical trial. J Clin Periodontol 2017;44(12):1294-303.

52. Fretwurst T, Nelson K, Tarnow DP, Wang H-L, Giannobile WV. Is metal particle release associated with peri-implant bone destruction? An emerging concept. J Dent Res 2018;97(3):259-65.

53. Soler MD, Hsu SM, Fares C, Ren F, Jenkins RJ, Gonzaga L, Clark AE, O'Neill E, Neal D, Esquivel-Upshaw JF. Titanium corrosion in peri-implantitis. Materials (Basel) 2020 ;13(23):E5488.

54. Mombelli A, Hashim D, Cionca N. What is the impact of titanium particles and biocorrosion on implant survival and complications? A critical review. Clin Oral Implants Res 2018;29 Suppl 18:37-53.

55. Eger M, Hiram-Bab S, Liron T, Sterer N, Carmi Y, Kohavi D et al. Mechanism and Prevention of Titanium Particle-Induced Inflammation and Osteolysis. Front Immunol. 2018;9:2963.

56. Souza JGS, Costa Oliveira BE, Bertolini M, Lima CV, Retamal-Valdes B, de Faveri M et al. Titanium particles and ions favor dysbiosis in oral biofilms. J Periodontal Res 2020;55(2):258-66.

57. Bressan E, Ferroni L, Gardin C, Bellin G, Sbricoli L, Sivoletta S et al. Metal Nanoparticles Released from Dental Implant Surfaces: Potential Contribution to Chronic Inflammation and Peri-Implant Bone Loss. Materials (Basel) 2019;12(12):E2036.

58. Delgado-Ruiz R, Romanos G. Potential Causes of Titanium Particle and Ion Release in Implant Dentistry: A Systematic Review. Int J Mol Sci 2018;19(11):E3585.

59. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang H-L. Peri-implantitis. J Clin Periodontol 2018;45 Suppl 20:S246-66.