



HAL
open science

Connexion conique et maintien du niveau osseux péri-implantaire : revue de littérature

Edouard Hava

► **To cite this version:**

Edouard Hava. Connexion conique et maintien du niveau osseux péri-implantaire : revue de littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01547490

HAL Id: dumas-01547490

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01547490>

Submitted on 26 Jun 2017

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

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



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

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

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

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

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

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

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2017

N° 037

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 24 mai 2017

Par

Édouard HAVA

Connexion conique et maintien du niveau osseux péri-implantaire : revue de littérature

Dirigée par M. le Docteur Nicolas Eid

JURY

M. le Professeur Michel Postaire

Président

M. le Docteur Nicolas Eid

Assesseur

M. le Docteur Jean-Luc Charrier

Assesseur

M. le Docteur Marwan Daas

Assesseur

Mme le Docteur Caroline Martsinkevistch

Invitée



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme VITAL Mme DAVIT-BEAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme VANDERZWALM Mme JEGAT
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	SANTÉ COMMUNAUTAIRE ET POPULATIONS SINGULIÈRES	Mme FOLLIGUET M. PIERRISNARD	M. NEBOT
2	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER	M. BIOSSE DUPLAN Mme DRIDI Mme GOSSET M. GUEZ
	MÉDECINE ET CHIRURGIE BUCCALES	M. MAMAN	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. NGUYEN Mme RADOI
3	ODONTOLOGIE CONSERVATRICE ENDODONTIE	Mme CHEMLA M. LASFARGUES	Mme BESNAULT M. BONTE Mme BOUKPESSI M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSE	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMANN
4	PRÉVENTION-ÉPIDÉMIOLOGIE ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE		Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
	SCIENCES BIOLOGIQUES	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme POLIARD M. ROCHEFORT Mme SEGUIER	M. ARRETO Mme BARDET Mme CHARDIN M. LE MAY M. FERRE (MCU associé) Mme CHERIFI (MCU associée)
	SCIENCES ANATOMIQUES PHYSIOLOGIQUES ET OCCLUSODONTIQUE		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOIT M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON M. SALMON Mme TILOTTA

Remerciements

À M. le Professeur Michel Postaire

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Doctorat d'État en Odontologie

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

À M. le Docteur Nicolas Eid

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

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

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Aux côtés de qui j'ai eu la chance de pouvoir apprendre en tant qu'étudiant puis en tant qu'attaché.

Je vous remercie pour votre disponibilité, votre soutien et vos conseils tout au long de ce travail, et pour le plaisir des discussions gastronomiques le mardi midi au 6bis.

Veillez trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

À M. le Docteur Jean-Luc Charrier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Chirurgie Orale

Docteur de l'Université Paris Descartes

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

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Dont j'ai eu le plaisir de recevoir l'enseignement d'abord sur les bancs de la fac, puis à Bretonneau et dans la salle d'anatomie des Saints-Pères.

Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris, et pour le goût de la rigueur chirurgicale que vous avez su me transmettre.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

À M. le Docteur Marwan Daas

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Metz

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

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Pour m'avoir fait l'honneur de participer au jury de cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

À Mme le Docteur Caroline Martsinkevistch

Docteur en Chirurgie Dentaire

Pour ces années d'enseignement en TP puis à l'hôpital, pour votre enthousiasme et votre sympathie, et aussi pour la joie partagée des traitements de prothèse amovible à Bretonneau. Je porterai toujours dans mon cœur le souvenir de ces années de scolarité à vos côtés.

Veillez trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Un remerciement particulier :

A mes parents, pour leur soutien, leur amour et l'éducation qu'ils m'ont donnée. A ma mère, qui la première a initié la tradition dentaire familiale, et a transmis à ses enfants le goût du soin et de la rigueur autant que celui de la créativité ; à mon père, qui m'a enseigné le sens du devoir, de la responsabilité, et la volonté de toujours aller de l'avant.

A mes grands-parents chéris, pour leur présence et leur amour, et pour qui j'aurai toujours la plus grande affection.

A mes frère et sœurs adorés : à Hermine, qui m'a ouvert la voie de la dentisterie, mère spirituelle en cuisine et en arts créatifs ; à Marie-Gab, d'un enthousiasme et d'une pèche inébranlables même quand elle est enceinte jusqu'aux dents ; à Jaja, colloc au top et reine des gnocchis aux lardons ; et à mon petit Henri, qui est loin de nos yeux mais pas de nos cœurs, fier défenseur de la patrie. A Benjamin et Thomas, mes deux beaux-frères au top.

A mon binôme Karim, qui m'a supporté pendant toutes ces années à l'hôpital. Je garderai à jamais un souvenir ému de ces séances de pédo au son de la Reine des Neiges, et j'espère que les années ne nous laisseront pas nous perdre de vue.

A la team prothèse du mardi, Gaëlle et Marie, pour l'équipe de choc que nous formons et pour tous les bons moments que nous passons chaque semaine à Bretonneau.

A la team Bret : Caroline, Micka, Chris, Ariane, Quentin, Clotilde et Clotilde, Guillaume, Delphine, Kaouther, Sara, Amélie, Aurélie... (et que ceux que j'ai pu oublier me pardonnent). Pour ces années de clinique avec vous, les galères et les joies partagées, les séances de labo et les fins de journée au Sap'heure.

A mes petits D2, qui sont en fait maintenant en D3 et déjà quasiment en T1 : Bichoy, Pierre, C.H., Ronan, Lionel et tous les autres, pour cette belle année vécue à vos côtés, et pour les Escales passées et (surtout) à venir.

A la série B, Lulu, Tania, Maureen, Cecilia, Jacques, Antho, Agathe, Myriam, Anna, pour tous ces bons moments passés ensemble et ces vacances inoubliables.

A mes compagnons de lycée, Nicolas, Baptiste, Margot, Cynthia, dont je chéris l'amitié comme un trésor précieux.

A ma Vanille, le dernier mais non le moindre, qui sait toujours être source de réconfort dans les moments difficiles.

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : PROBLEMATIQUE	5
1.1 CONCEPT DE LA CONNEXION CONIQUE.....	5
1.2 INTERETS THEORIQUES	8
1.2.1 <i>Micro-hiatus et perméabilité bactérienne</i>	8
1.2.2 <i>Stabilité et micromouvements</i>	11
1.3. STABILITE DU NIVEAU OSSEUX	13
2 : REVUE DE LITTERATURE	15
2.1. METHODOLOGIE.....	15
2.1.1. <i>Recherche</i>	15
2.1.2. <i>Grille de lecture des articles</i>	17
2.2. RESULTATS	18
2.2.1 <i>Etude de Cooper et al. 2015</i>	18
2.2.2 <i>Etude de Bilhan et al. 2010</i>	19
2.2.3 <i>Etude de Pessoa et al. 2016</i>	20
2.2.4 <i>Etude de Gultekin et al. 2013</i>	21
2.2.5 <i>Etude d’Arnhart et al. 2012</i>	22
2.2.6 <i>Etude de Kaminaka et al. 2014</i>	23
2.2.7 <i>Etude de Pieri et al. 2011</i>	24
2.2.8 <i>Etude de Crespi et al. 2009</i>	25
2.2.9 <i>Etude de Pozzi et al. 2014</i>	26
2.2.10 <i>Etude d’Esposito et al. 2012</i>	27
2.2.11 <i>Etude de Peñarrocha-Diago et al. 2013</i>	28
2.2.12 <i>Etude de Canullo et al. 2012</i>	29
2.3. TABLEAU RECAPITULATIF.....	30
2.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS CONCERNANT LA PERTE OSSEUSE	33
2.4.1 <i>Connexion conique vs connexion externe</i>	34
2.4.2 <i>Connexion conique vs connexion interne plane</i>	34
2.4.3 <i>Bilan</i>	34
3 : DISCUSSION	36
3.1. DUREE DES ETUDES.....	36
3.2. TECHNIQUES DE MESURE DU NIVEAU OSSEUX	36

3.3 CICATRISATION ET CHRONOLOGIE DE LA PERTE OSSEUSE	37
3.4 FACTEURS DE BIAIS	40
3.4.1 Morphologie et état de surface	40
3.4.2 Platform-switching	43
3.5 IMPACT SUR LES TISSUS MOUS PERI-IMPLANTAIRES.....	46
CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHIE	49
TABLE DES FIGURES.....	54
TABLE DES TABLEAUX.....	55

Introduction

L'implantologie moderne est née à la fin des années 70 avec la mise au point de l'implant endo-osseux de Brånemark, et s'est développée jusqu'à devenir une composante incontournable de notre pratique actuelle. Le traitement implantaire est reconnu comme une thérapeutique de choix pour la restauration des édentements, qu'ils soient unitaires, partiels ou complets.

Obtenir l'ostéointégration ne représente plus aujourd'hui un défi, cependant elle ne suffit pas à assurer la pérennité de la thérapeutique implantaire. Celle-ci peut en effet être perturbée s'il n'y a pas de maintien des tissus péri-implantaires dans le temps, garants d'une bonne intégration esthétique et biologique. Pourtant, on a décrit dès les premiers temps de l'implantologie un remaniement et une perte de la hauteur d'os marginal, intervenant principalement lors de la cicatrisation et la première année suivant la mise en fonction de l'implant¹.

Pour les implants juxta-osseux, cette perte d'os a été mise en relation avec la présence d'un infiltrat inflammatoire à la jonction implant-pilier, résultant d'une infiltration bactérienne entre les composants du système implantaire². D'autre part, l'existence de micromouvements entre le pilier et l'implant pourrait aggraver cette lyse osseuse³. Il a été mis en avant que le type de connexion employé influe à la fois sur l'infiltration bactérienne⁴ et sur la stabilité mécanique⁵ des éléments connectés, ce qui en retour impacte la réaction des tissus péri-implantaires, notamment la forme et la taille du défaut osseux péri-implantaire.⁶

Parmi les connexions implant-pilier actuellement utilisées, la connexion conique, parfois improprement appelée « cône Morse » se distingue des connexions planes ou « plat-à-plat » par sa géométrie particulière. Les partisans de la connexion conique mettent en avant plusieurs avantages : un hiatus plus étroit à la jonction implant-pilier résultant en une infiltration bactérienne moindre⁷, et une plus grande résistance aux micromouvements causés par les forces occlusales⁸. Ces éléments

¹ Adell et al., « A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw ».

² Ericsson et al., « Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues ».

³ Hermann et al., « Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible ».

⁴ Dibart et al., « In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal ».

⁵ Zipprich et al., « Erfassung, ursachen und folgen von mikrobewegungen am implantat-abutment-interface ».

⁶ Weng et al., « Influence of microgap location and configuration on radiographic bone loss around submerged implants ».

⁷ Tesmer et al., « Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface ».

⁸ Kitagawa et al., « Influence of implant/abutment joint designs on abutment screw loosening in a dental implant system ».

permettent de supposer que l'emploi de la connexion conique devrait résulter en une perte diminuée du niveau d'os autour de l'implant.

L'objectif de ce travail est d'évaluer si oui ou non, l'utilisation de la connexion interne conique permet un meilleur maintien du niveau d'os marginal autour des implants juxta-osseux. Pour y répondre, nous procéderons à une revue de la littérature portant sur les études cliniques publiées entre le 1^{er} janvier 2000 et le 30 septembre 2016.

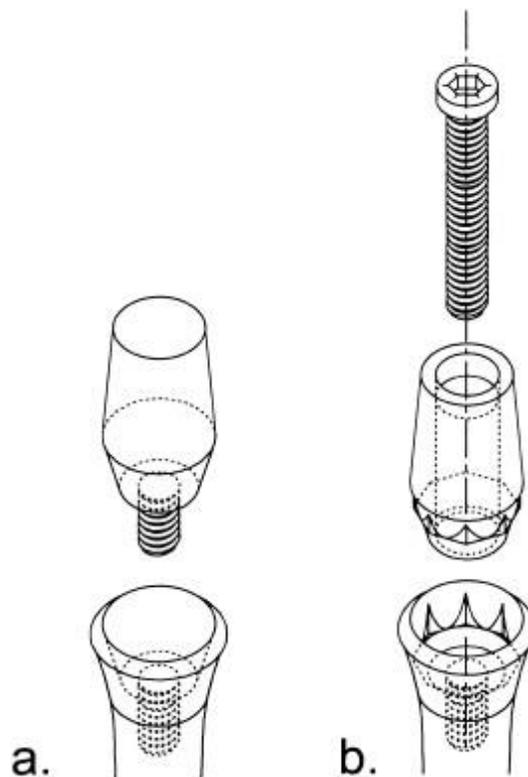
1 : Problématique

1.1 Concept de la connexion conique

La connexion conique est un type particulier de connexion interne entre l'implant et le pilier prothétique. Elle consiste en l'insertion d'un pilier de forme conique dans le corps de l'implant qui possède une conicité correspondante. Elle est ainsi parfois qualifiée de « cône dans cône », en anglais *biconal connection*.⁹ (fig 1)

Sa conception l'oppose aux connexions planes ou « plat à plat » (*flat to flat, butt-joint*), tels l'hexagone externe de Brånemark, l'hexagone interne ou le trilobe interne. (fig 2)

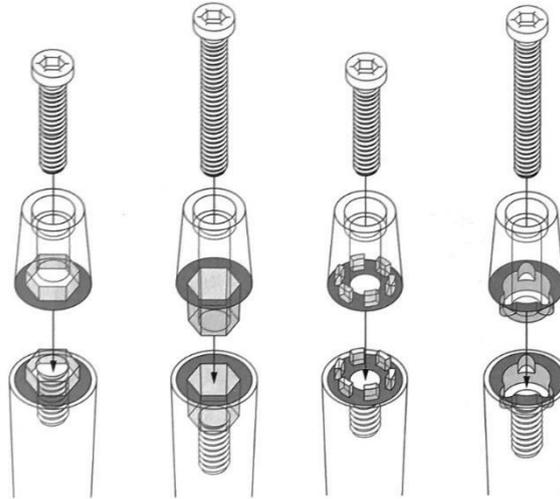
Figure 1 : Connexions coniques avec et sans indexation. A gauche connexion conique classique, lisse ; à droite connexion Synocta (Straumann), avec indexation octogonale



Source : Perriard et al, « Fatigue resistance of iti implant-abutment connectors -- a comparison of the standard cone with a novel internally keyed design », 2002

⁹ Wiskott, « Connectique implantaire vissée ».

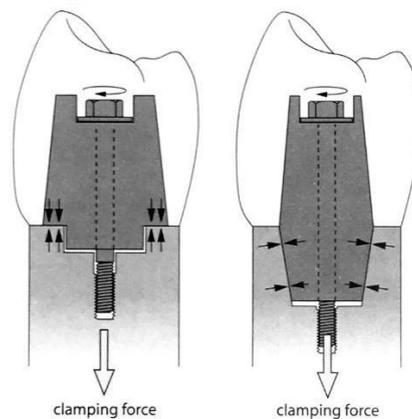
Figure 2 : Différents types de connexions planes. De gauche à droite : hexagone externe, hexagone interne, créneaux externes, trilobe interne.



Source : Wiskott, *Fixed prosthodontics : principles and clinics*, 2011

Dans une connexion « plat à plat », la transmission des forces a lieu sur les surfaces horizontales, perpendiculairement à l'axe de l'implant. Avec une connexion « cône dans cône » les forces sont transmises le long du cône, le serrage venant « coincer » la partie mâle du cône dans la partie femelle et augmentant la pression entre les deux composants.¹⁰ (fig 3)

Figure 3 : Transmission des forces entre l'implant et le pilier selon le type de connexion. A gauche, connexion plat-à-plat, à droite, connexion cône-dans-cône.



Source : Wiskott, *Fixed prosthodontics : principles and clinics*, 2011

¹⁰ Ibid.

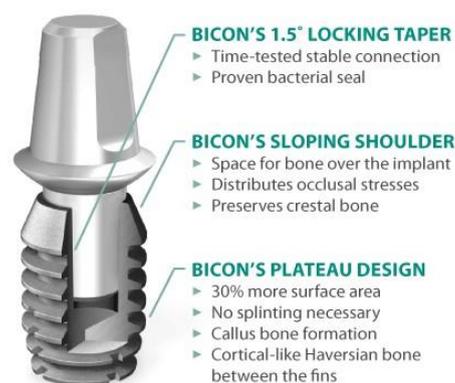
Parmi les premiers systèmes implantaires à proposer une connexion conique, on compte celui de Straumann avec l'implant Bonelit. Cet implant transmuqueux (ou *soft tissue level*) présentait une connexion interne conique lisse. La symétrie axiale de ce design ne permettait pas de transférer précisément la position du pilier en laboratoire, c'est pourquoi un index a été rajouté par la suite sous forme d'un octogone interne¹¹. (**fig 1.b**)

Parmi les systèmes actuels, les plus répandus proposent généralement une indexation (Nobel Biocare, Straumann, Ankylos, Astra Tech, TBR par exemple). Toutefois, certains de ces systèmes ont la particularité de proposer des piliers indexés ou lisses, laissant au praticien qui réalise la prothèse le choix de tirer parti ou non de cet index.

La connexion conique est fréquemment désignée sous le nom de « cône Morse » (ou *Morse taper*). Ce terme, provenant de l'industrie de l'outillage, désigne à l'origine un système permettant de raccorder deux composants rotatifs par insertion d'un cône dans un cône.¹² Le cône Morse industriel se caractérise par une conicité de 3 à 4°, et les éléments sont connectés par simple pression. Le type de connexion développé par Straumann, avec sa conicité à 16° et sa rétention vissée, est donc improprement appelé « cône Morse ».¹³

Il est à noter que certains types d'implants correspondent, en revanche, à cette définition du cône Morse, par exemple le système Bicon, avec des piliers prothétiques d'une conicité de 1,5° encastrés de force dans l'implant, sans vis (**fig 4**). Il ne sera pas traité de ce type de connexion dans la suite de ce travail.

Figure 4 : Implant Bicon à connexion impactée



Source : bicon.com, 2017

¹¹ Perriard et al., « Fatigue resistance of iti implant-abutment connectors -- a comparison of the standard cone with a novel internally keyed design ».

¹² Hernigou, Queindec, et Flouzat Lachaniette, « One hundred and fifty years of history of the Morse taper ».

¹³ Wiskott, « Connectique implantaire vissée ».

1.2 Intérêts théoriques

Le succès d'une thérapeutique implantaire dépend de la stabilité dans le temps des tissus péri-implantaires. La diminution du niveau osseux se répercute sur le comportement biomécanique de l'implant¹⁴ ; les tissus durs ont également un rôle de soutien des tissus mous, eux-mêmes déterminants pour le résultat esthétique du traitement¹⁵.

On observe pourtant une perte systématique de la hauteur d'os péri-implantaire lors de la cicatrisation puis après la mise en charge de l'implant. Les critères de succès édités par Albrektsson et Zarb en 1998 admettaient une perte d'os allant jusqu'à 1,5 mm la première année, suivie de 0,2 mm chaque année.¹⁶ Ces remaniements étant particulièrement marqués après la connexion du pilier et la mise en fonction de l'implant, différents facteurs ont été analysés pour déterminer leur responsabilité dans la lyse osseuse. En particulier, la jonction implant-pilier paraît jouer un rôle majeur dans les systèmes d'implants juxta-osseux, où elle est située au niveau de la crête osseuse.

En effet, en 1997, Hermann a montré que le contact os-implant se stabilise à environ 2mm en direction apicale de la jonction implant-pilier, quel que soit le degré d'enfouissement initial de l'implant.¹⁷ Ce phénomène a été mis en relation avec la présence d'un infiltrat inflammatoire à la jonction implant-pilier, résultant de l'infiltration de bactéries dans le micro-hiatus existant entre les composants du système implantaire.¹⁸ Les micromouvements provoqués par les contraintes occlusales sur le pilier majorent aussi la destruction osseuse.¹⁹

Or différents avantages sont mis en avant par les partisans de la connexion conique, notamment en termes de résistance à l'infiltration bactérienne et de stabilité mécanique. L'emploi de ce type de connexion pourrait donc contribuer à une diminution de la lyse osseuse.

1.2.1 Micro-hiatus et perméabilité bactérienne

Différentes études ont été menées pour comparer l'étanchéité des différents types de connexions, en mesurant la hauteur du micro-hiatus à la jonction pilier-implant, la pénétration de bactéries ou encore la diffusion gazeuse à travers la connexion.

¹⁴ Haraldson, « A photoelastic study of some biomechanical factors affecting the anchorage of osseointegrated implants in the jaw ».

¹⁵ Fürhauser et al., « Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns ».

¹⁶ Zarb et Albrektsson, « Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants ».

¹⁷ Hermann et al., « Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible ».

¹⁸ Ericsson et al., « Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues ».

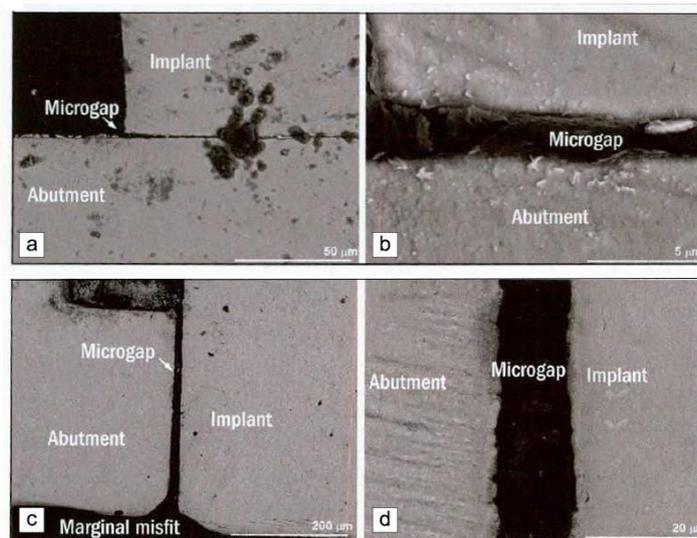
¹⁹ Hermann et al., « Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible ».

1.2.1.1. Mesure du micro-hiatus

Une étude de 2010 menée par Baixe et al. relève des valeurs moyennes de micro-hiatus plus élevées pour les connexions planes que pour les connexions coniques, lors d'une analyse au microscope électronique à balayage de jonctions implants-piliers zircone.²⁰ En 2016, Scarano et al. observent aussi par microtomographie une meilleure adaptation pilier-implant pour les connexions coniques que pour les connexions hexagonales ou trilobées internes.²¹

Figure 5 : Images de joints implant-pilier après tests d'usure (microscopie électronique à balayage)

- a. Connexion conique, grossissement x 2000
- b. Connexion conique, grossissement x 20000
- c. Hexagone externe, grossissement x 500
- d. Hexagone externe, grossissement x 5000



Source : d'après Pereira et al., « Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue », 2016

Une autre étude analysant les connexions au microscope électronique à balayage, menée par Pereira et al. en 2016, obtient des valeurs moyennes de micro-hiatus plus élevées pour la connexion hexagonale externe que pour la connexion conique, une fois les tests de fatigue mécanique effectués.²²

(fig 5)

²⁰ Baixe et al., « Microgap between zirconia abutments and titanium implants ».

²¹ Scarano et al., « Implant-abutment contact surfaces and microgap measurements of different implant connections under 3-dimensional x-ray microtomography ».

²² Pereira et al., « Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue ».

1.2.1.2 Mesure in vitro de l'infiltration bactérienne

Des études in vitro ont été réalisées avec un large éventail de protocoles : utilisation de colorants, de souches bactériennes ou de salive humaine ; conditions statiques ou simulation de mise en charge ; observation de la turbidité d'un bouillon de culture, mesure de la densité optique du biofilm, dénombrement des colonies bactériennes.

De cette pluralité d'études, il ressort deux faits. Premièrement, aucun type de connexion ne constitue une barrière efficace à 100% contre l'infiltration bactérienne^{23,24,25,26}. Deuxièmement, la connexion conique semble offrir une meilleure résistance à la contamination bactérienne. En effet, quand des différences significatives sont relevées, ce sont généralement les implants avec connexion conique qui présentent une infiltration plus faible, ou survenant plus tardivement.^{24,25,27,28,29,30}

1.2.1.3 Diffusion gazeuse

Plutôt que de mesurer la contamination bactérienne, Fauroux et al. ont cherché à évaluer l'étanchéité à la jonction implant-pilier en utilisant une méthode de diffusion gazeuse. Un des avantages revendiqués de la technique est de pouvoir quantifier les fuites de la connexion.

L'étude révèle une différence significative d'herméticité entre les implants testés, mais ni la forme de connexion ni la force de serrage ne sont des paramètres déterminants. Les auteurs suggèrent que la qualité et la précision de l'usinage sont les facteurs les plus importants pour obtenir l'étanchéité, toutefois ils admettent que ces résultats ne peuvent être extrapolés à la clinique pour l'instant.³¹

1.2.1.4 Prélèvements bactériens

Canullo et son équipe ont mené en 2016 une étude transversale sur des patients traités par bridges implanto-portés, dont les implants ont été mis en charge depuis au moins cinq ans. Leurs résultats montrent la présence de bactéries dans tous les sulcus péri-implantaires et à l'intérieur de toutes les

²³ Teixeira et al., « Microleakage into and from two-stage implants ».

²⁴ Tripodi et al., « An in vitro investigation concerning the bacterial leakage at implants with internal hexagon and morse taper implant-abutment connections ».

²⁵ do Nascimento et al., « Leakage of saliva through the implant-abutment interface ».

²⁶ Ranieri et al., « The bacterial sealing capacity of morse taper implant-abutment systems in vitro ».

²⁷ Tesmer et al., « Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface ».

²⁸ Assenza et al., « Bacterial leakage in implants with different implant-abutment connections ».

²⁹ Pereira et al., « Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue ».

³⁰ Khorshidi et al., « In vitro evaluation of bacterial leakage at implant-abutment connection ».

³¹ Fauroux et al., « Fuites de la connexion implantaire ».

connexions : aucun design de connexion n'a empêché la pénétration de bactéries à la jonction pilier-implant.

Les auteurs concluent par contre que le type de connexion pourrait influencer quantitativement et qualitativement l'activité bactérienne, particulièrement à l'intérieur de l'implant. Les implants à connexion conique testés présentaient une quantité de bactéries plus faible dans le sulcus et à l'intérieur de la connexion que le groupe témoin, à hexagone externe.³²

1.2.2 Stabilité et micromouvements

Un défaut de stabilité mécanique de la connexion peut entraîner le desserrage de la vis, des micromouvements latéraux ou de rotation, une ouverture du micro-hiatus. Tous ces facteurs peuvent venir aggraver la perte osseuse, les propriétés biomécaniques de la connexion implant-pilier sont donc, elles aussi, fondamentales pour le maintien des tissus péri-implantaires.

1.2.2.1 Mouvements du pilier et micro-hiatus

Merz et al. ont comparé en 2000 le comportement biomécanique des connexions hexagonale externe et conique par la méthode des éléments finis. Leur étude révèle une concentration de contraintes plus importante dans la connexion à hexagone externe, qui est davantage sujette au desserrage de la vis.³³

(fig 6)

En 2005, Kitagawa et al. mettent en évidence par la même méthode que l'hexagone externe dissipe moins efficacement les contraintes que la connexion conique, et est d'avantage sujet aux mouvements de rotation et au déplacement horizontal.³⁴ Yamanishi et al. concluent également en 2012 que la connexion conique occasionne moins de micromouvements du pilier que l'hexagone externe.³⁵

En 2010, Pessoa et al. notent qu'une contrainte latérale provoque l'ouverture d'un micro-hiatus plus large pour les connexions planes que pour la connexion conique, qui présente une meilleure stabilité.

(fig 7) La connexion conique présente également la plus faible concentration de contrainte dans la vis. L'hexagone interne montre des performances biomécaniques intermédiaires entre la connexion conique et l'hexagone externe.³⁶

³² Canullo et al., « Microbiological assessment of the implant-abutment interface in different connections ».

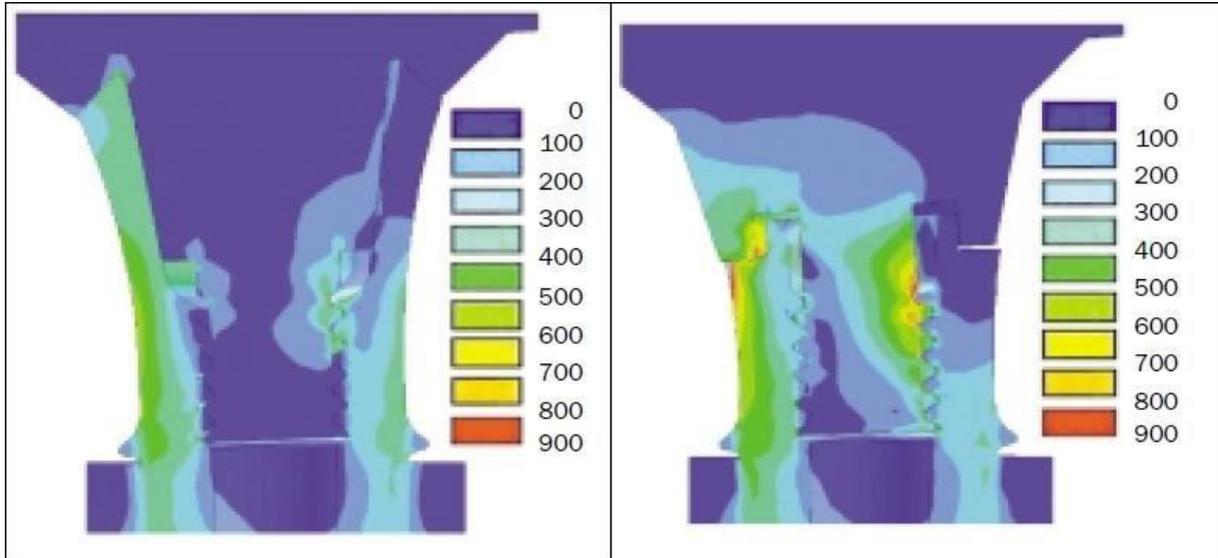
³³ Merz, Hunenbart, et Belser, « Mechanics of the implant-abutment connection ».

³⁴ Kitagawa et al., « Influence of implant/abutment joint designs on abutment screw loosening in a dental implant system ».

³⁵ Yamanishi et al., « Influences of implant neck design and implant-abutment joint type on peri-Implant bone stress and abutment micromovement : three-dimensional finite element analysis ».

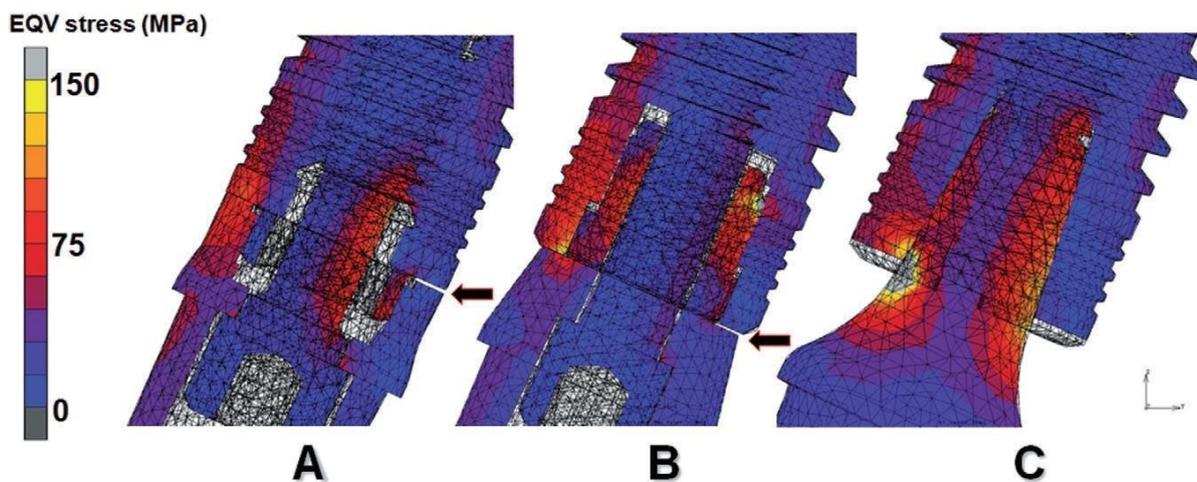
³⁶ Pessoa et al., « Influence of implant connection type on the biomechanical environment of immediately placed implants : CT-based nonlinear, three-dimensional finite element analysis ».

Figure 6 : Distribution de la contrainte équivalente (en Mpa) en réponse à une pression de 380N exercée sous un angle de 30° par rapport à l'axe implantaire. A gauche connexion conique, à droite hexagone externe.



Source : Merz et al., « Mechanics of the implant-abutment connection », 2000

Figure 7 : Distribution de la contrainte équivalente (en Mpa) en réponse à une pression exercée sous un angle de 40° par rapport à l'axe implantaire. A : hexagone externe, B : hexagone interne, C : connexion conique. Les flèches montrent l'ouverture de micro-hiatus sous la contrainte (déformation accentuée 10 fois).



Source : Pessoa et al., « Influence of implant connection type on the biomechanical environment of immediately placed implants - CT-based nonlinear, three-dimensional finite element analysis », 2010

1.2.2.2 Distribution des contraintes à l'os marginal

L'étude par la méthode des éléments finis de Pessoa et al. citée précédemment ne relève pas de différence de contrainte osseuse selon les connexions lorsqu'une implantation immédiate est simulée. En revanche, la connexion conique génère moins de stress dans l'os marginal une fois les implants ostéointégrés.³⁷ Utilisant la technique de la photoélasticité, Pellizzer et al. en 2014 notent que la connexion conique transmet moins de contraintes à l'os cervical que les hexagones externe et interne.³⁸ Yamanishi et al. remarquent également que la connexion conique engendre une compression moindre de l'os vestibulaire.³⁹

D'autres études, utilisant la photoélasticité ou des jauges de déformation, montrent pourtant des résultats différents. Bernardes et al. et Nishioka et al. ne notent pas de réduction des contraintes osseuses autour des implants à connexion conique par rapport à ceux avec hexagone externe ou interne.^{40,41} Coelho Goiato et son équipe remarquent que la connexion conique engendre moins de contraintes dans l'os pour les restaurations unitaires, mais d'avantage que l'hexagone externe dans les restaurations plurales.⁴² Certains auteurs concluent ainsi que le type de connexion n'est pas un facteur déterminant pour la transmission des contraintes à l'os péri-implantaire, et que le diamètre de l'implant pourrait jouer un rôle plus important^{43,44}.

1.3. Stabilité du niveau osseux

Les études in vitro, tests mécaniques et analyses d'éléments finis mettent donc en avant pour la connexion conique :

- Une perméabilité bactérienne globalement réduite, même si aucun système ne permet une étanchéité totale ;
- Moins de micromouvements et une ouverture plus limitée du micro-hiatus lors des sollicitations mécaniques, en particulier quand on opère la comparaison avec l'hexagone externe ;

³⁷ Ibid.

³⁸ Pellizzer et al., « Photoelastic analysis of stress distribution with different implant systems ».

³⁹ Yamanishi et al., « Effects of the implant design on peri-implant bone stress and abutment micromovement ».

⁴⁰ Bernardes et al., « Photoelastic analysis of stress patterns from different implant-abutment interfaces ».

⁴¹ Nishioka, de Vasconcellos, et de Melo Nishioka, « Comparative strain gauge analysis of external and internal hexagon, morse taper, and influence of straight and offset implant configuration ».

⁴² Coelho Goiato et al., « Stress distribution in implant-supported prosthesis with external and internal implant-abutment connections ».

⁴³ Cehreli et al., « Implant design and interface force transfer. A photoelastic and strain-gauge analysis ».

⁴⁴ Akça et Cehreli, « A photoelastic and strain-gauge analysis of interface force transmission of internal-cone implants ».

- Une distribution des contraintes à l'os péri-implantaire supposée meilleure, bien que cette notion ne fasse pas consensus.

On a vu que la lyse osseuse péri-implantaire, qui est mise en relation avec l'infiltration bactérienne à la jonction pilier-implant⁴⁵, est aggravée par les défauts de stabilité mécanique.⁴⁶ On peut donc s'attendre à ce que le recours à un système d'implants à connexion conique limite la perte d'os marginal observée en clinique.

La question que nous nous posons est donc : **pour les implants juxta-osseux, l'utilisation de la connexion interne conique permet-elle un meilleur maintien du niveau osseux péri-implantaire que les autres types de connexion pilier-implant ?**

Nous tâcherons d'y répondre en analysant les données de la littérature de janvier 2000 à septembre 2016.

⁴⁵ Ericsson et al., « Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues ».

⁴⁶ Hermann et al., « Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible ».

2 : Revue de littérature

2.1. Méthodologie

2.1.1. Recherche

Pour répondre à la problématique posée, nous avons opéré une recherche sur la base de données Medline en testant différentes combinaisons de mots-clés, sur une période de sélection définie du 1^{er} janvier 2000 au 30 septembre 2016.

Une première recherche a été conduite, avec l'équation permettant d'aboutir au plus grand nombre de résultats : *dental implant AND dental abutment AND (conical OR taper OR cone)*. Cette recherche initiale a fourni 370 résultats.

Constatant que cette première stratégie de recherche documentaire laissait échapper des études où il n'était pas précisé qu'il s'agissait de connexion conique, une deuxième recherche a été effectuée, avec l'équation *implant-abutment AND connection AND marginal bone*. Celle-ci nous a permis d'identifier 34 articles supplémentaires, portant le total à 404 résultats.

Le choix a été fait de se concentrer uniquement sur les études cliniques prospectives comparatives, qui nous semblent apporter le meilleur niveau de preuve. Les critères de sélection ont donc été :

- Etudes cliniques prospectives
- Comparaison de plusieurs groupes d'implants juxta-osseux
- Un groupe au moins utilisant la connexion conique
- Un groupe au moins utilisant une connexion plane
- Mesure de l'évolution du niveau d'os marginal péri-implantaire
- Suivi sur une période d'au moins 12 mois

Après lecture du titre et du résumé, 348 articles ont été exclus pour les motifs suivants :

- Hors sujet,
- Revues de littérature,
- Rapports de cas,
- Etudes non cliniques.

56 articles ont donc été téléchargés, auxquels se sont ajoutés 2 articles issus de citations et références bibliographiques. Après lecture des textes entiers, 42 articles ont été écartés :

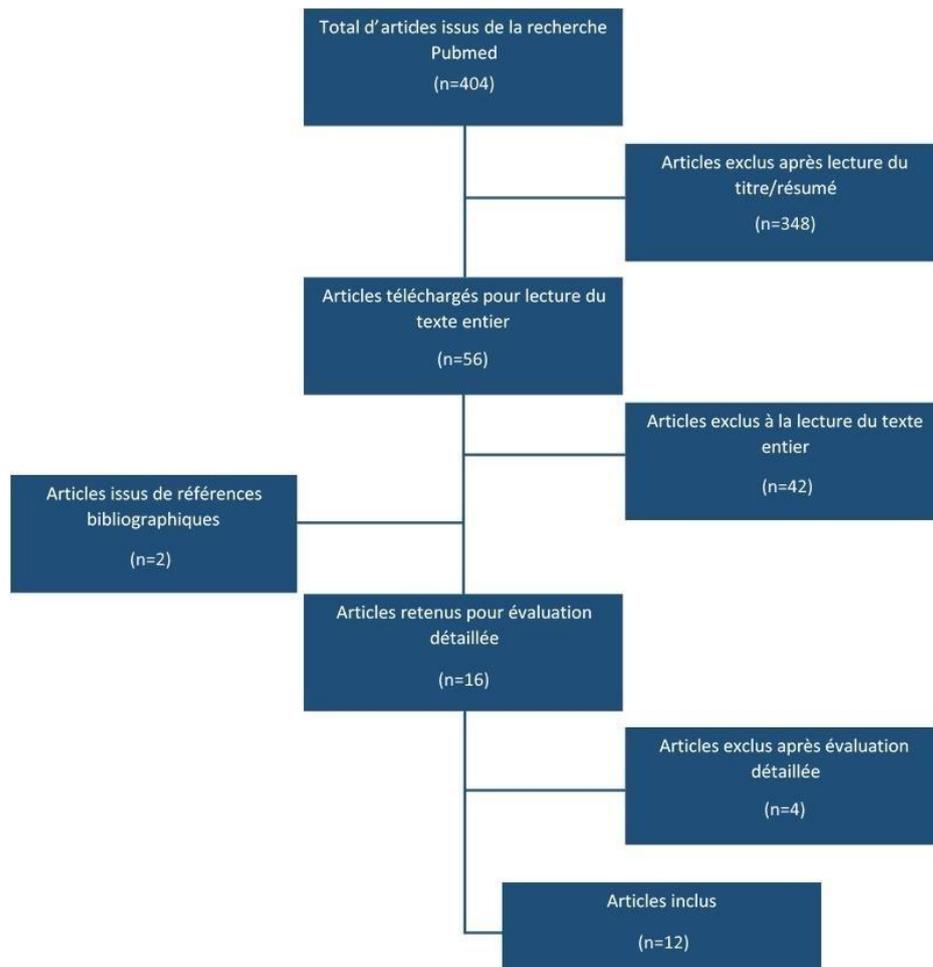
- Type de connexion non précisé ou pas de groupe à connexion conique : 7
- Pas de comparaison avec un groupe à connexion plane : 27
- Etudes rétrospectives : 3
- Durée d'étude insuffisante : 5

Après évaluation détaillée des 16 articles restants, 4 articles ont encore été exclus pour les raisons suivantes :

- Comparaison entre implants juxta-osseux et transmuqueux : 1
- Moyenne de la perte osseuse non renseignée : 1
- Articles sur la même population avec une plus longue durée d'étude disponibles : 2

Au final, ce sont donc 12 articles qui ont été retenus pour être inclus dans notre analyse.

Figure 8 : Etapes de sélection des publications (flow chart)



Source : Auteur, 2017

2.1.2. Grille de lecture des articles

Afin de valider la pertinence des articles retenus, ceux-ci ont été soumis à la grille de lecture proposée par Eid et al., composée de dix items pondérés et qui permet d'attribuer une note sur 20. Un grade est ensuite attribué en fonction de la note obtenue : grade A pour une note de 13 à 20, grade B pour une note de 8 à 12, grade C pour une note de 0 à 7.⁴⁷ (fig 9)

Figure 9 : Grille de lecture pour étude clinique

TABLEAU I - GRILLE DE LECTURE : ETUDE CLINIQUE PRONOSTIQUE OU THERAPEUTIQUE		
Notice d'emploi :		
<ul style="list-style-type: none"> • vérifier que la grille utilisée correspond à la nature de l'étude, • pendant la lecture de l'article, identifier la présence des critères numérotés de 1 à 10, • en cas de réponse négative aux critères 2 et/ou 5 exclure l'article, • pour les autres critères, en cas de réponse positive attribuer le nombre de points correspondant, dans le cas contraire noter 0. 		
	Non	Oui
1. L'objectif de l'étude est clairement défini dans l'introduction	0	2
Description et suivi de la population étudiée		
2. Les critères d'inclusion et d'exclusion sont spécifiés (étude pronostique) Des groupes comparables sont créés (étude thérapeutique)	Exclu	Oui
3. L'étude est prospective ¹ (étude pronostique) L'attribution du traitement est randomisée ² (étude thérapeutique)	0	3
4. La durée du suivi est adaptée à la problématique concernée ³	0	4
Définition des critères d'évaluation		
5. Les critères d'évaluation sont définis	Exclu	Oui
6. Les critères d'évaluation sont pertinents et fiables	0	4
Résultats et discussion		
7. Les biais ⁴ possibles dans la méthodologie sont discutés	0	2
8. L'analyse statistique est décrite	0	2
9. Les résultats sont présentés de façon exploitable	0	2
10. Les résultats énoncés correspondent aux objectifs de l'étude	0	1
Évaluation chiffrée de l'article note sur 20 :		/20

Source : Eid et al., « Dentisterie fondée sur la preuve. Proposition de grilles de lecture simplifiées. », 2004

Les 12 articles sélectionnés ont tous obtenu un score supérieur ou égal à 17, et se sont donc vus attribuer le grade A qui correspond à un niveau de preuve élevé.

REMARQUE : Dans les analyses de résultats qui suivent, les nombres de patients et d'implants exprimés sont ceux étant arrivés au bout de chaque étude. Le nombre de perdus de vue pour chaque article est consigné dans le tableau récapitulatif de la partie 2.3.

⁴⁷ Eid et al., « Dentisterie fondée sur la preuve. proposition de grilles de lecture simplifiées. »

2.2. Résultats

2.2.1 Etude de Cooper et al. 2015 ⁴⁸ note 18, grade A

Cet essai contrôlé randomisé a eu pour objectif d'évaluer cliniquement, photographiquement et radiographiquement les modifications des tissus mous et du niveau osseux autour d'implants placés dans le maxillaire antérieur.

141 patients ont reçu un total de 156 implants, tous positionnés au maxillaire dans la région allant de 14 à 24. Les implants étudiés ont été posés 5 mois minimum après extraction, en employant ou non des techniques de préservation ou d'augmentation du volume osseux. Chaque implant a ensuite été immédiatement connecté au pilier correspondant parmi les trois connexions employées :

- Double hexagone interne et platform-switching, n=44 (NanoTite Certain Prevail, Biomet 3i);
- Trilobe interne, n=49 (NobelSpeedy Replace, Nobel Biocare);
- Connexion conique, n= 48 (NobelSpeedy Replace, Nobel Biocare).

Des couronnes provisoires sans contacts occlusaux ont été mises en place, les couronnes d'usage étant scellées 12 semaines plus tard.

Un an après implantation, 6 implants à double hexagone interne et 7 à trilobe interne ont été perdus. Les résultats mesurés à un an, radiographiquement pour l'os, cliniquement et photographiquement pour les tissus mous sont les suivants :

Tableau 1 : Résultats de l'étude de Cooper et al. 2015

Connexion	Double hexagone interne	Trilobe interne	Connexion conique
Variation du niveau osseux / implantation	- 1,32 ± 1,01 mm	- 1,20 mm ± 0,64 mm	- 0,22 ± 0,28 mm
Variation du zénith muqueux / pose de la couronne d'usage	0,0 ± 0,4 mm	-0,2 ± 1,0 mm	0,0 ± 0,5 mm
Taux de succès	86,4%	85,7%	100%

Source : Auteur

Les auteurs concluent que les implants à connexion conique engendrent une perte de hauteur d'os significativement plus faible que les autres groupes ($p < 0,05$). Par contre, aucune différence significative n'est relevée pour la hauteur des tissus mous.

⁴⁸ Cooper et al., « A multicenter randomized comparative trial of implants with different abutment interfaces to replace anterior maxillary single teeth ».

2.2.2 Etude de Bilhan et al. 2010 ⁴⁹ note 17, grade A

L'objectif de cette étude était d'évaluer les complications prothétiques et biologiques d'implants supportant des prothèses fixées sur une période de 2 ans.

26 patients présentant des édentements partiels ont reçu un total de 107 implants, parmi lesquels :

- 36 implants à connexion hexagonale externe (Mk III TiUnite, Nobel Biocare) ;
- 71 implants à connexion conique :
 - 42 implants juxta-osseux Astra Tech (Astra Tech AB Dental Implant system) ;
 - 29 implants transmuqueux ITI (ITI Dental Implant System, Straumann).

Les implants Astra Tech et Mk III ont été enfouis, ce qui a rendu nécessaire un second temps chirurgical à 3 mois pour connecter les piliers de cicatrisation. Trois semaines plus tard les restaurations d'usage ont été réalisées en céramo-métal puis scellées.

A la fin de la période d'observation de 2 ans, tous les implants ont survécu. La mesure du niveau osseux sur radiographies rétroalvéolaires montre les résultats suivants :

Tableau 2 : Résultats de l'étude de Bilhan et al. 2010

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique Astra	Connexion conique ITI
Variation du niveau osseux / implantation	- 1,1 ± 0,1 mm	- 0,66 ± 0,1 mm	- 0,8 ± 0,1 mm

Source : Auteur

La perte d'os marginale est significativement plus élevée dans le groupe à hexagone externe que dans le groupe à connexion conique juxta-osseuse ($p < 0,05$).

Les différences observées à 2 ans pour l'indice de plaque, l'indice de saignement et l'inflammation muqueuse péri-implantaire ne sont pas significatives.

⁴⁹ Bilhan et al., « Astra Tech, Brånemark, and ITI implants in the rehabilitation of partial edentulism ».

2.2.3 Etude de Pessoa et al. 2016 ⁵⁰ note 20, grade A

L'objectif de cet essai randomisé contrôlé sur bouche divisée était d'évaluer les paramètres cliniques, radiographiques, microbiologiques et biomécaniques liés au remodelage osseux autour d'implants à connexion hexagonale externe et à connexion conique.

12 patients présentant un édentement mandibulaire total ont été inclus dans l'étude. Chacun a reçu 4 implants sur-mesure dans la région située entre les deux forams de la mandibule, dont 2 présentant la même conception macroscopique mais une connexion différente. Les implants sur lesquels l'étude a porté sont donc :

- 12 implants à hexagone externe (Unitite, SIN – Sistema de Implante) ;
- 12 implants à connexion conique (Unitite, SIN – Sistema de Implante).

Une prothèse complète implanto-portée a été mise en place pour chaque patient dans les 48 heures suivant la pose des implants.

Tous les patients se sont présentés au contrôle à un an, et aucun implant n'a été perdu.

Les modifications du niveau osseux ont été mesurées sur des radiographies rétroalvéolaires, effectuées selon la technique des plans parallèles avec des porte-capturs individualisés s'appuyant sur les piliers. 36 modèles numériques ont également été réalisés pour simuler la situation de chaque patient sous trois charges différentes. Les résultats de la perte osseuse sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résultats de l'étude de Pessoa et al. 2016

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux / implantation	- 1,17 ± 0,44 mm	- 0,17 ± 0,54 mm

Source : Auteur

La perte osseuse péri-implantaire observée est significativement moins élevée pour les implants à connexion conique ($p < 0,001$).

Les prélèvements bactériens intra-sulculaires réalisés à 6 mois ne montrent pas de différences microbiologiques selon les connexions.

L'analyse d'éléments finis révèle un pic de tension équivalente dans l'os plus important pour l'hexagone externe ($p = 0,005$).

⁵⁰ Pessoa et al., « Bone remodeling around implants with external hexagon and morse-taper connections ».

2.2.4 Etude de Gultekin et al. 2013 ⁵¹ note 20, grade A

Cet essai contrôlé randomisé sur bouche divisée a eu pour objectif de comparer le niveau d'os marginal en trois dimensions, la stabilité implantaire et la santé des tissus péri-implantaires, pour deux types d'implants enfouis.

25 sujets ont été recrutés, chacun ayant au moins deux dents absentes depuis plus de 4 mois. Chaque sujet s'est vu poser des implants avec deux systèmes de connexion différents, l'attribution des emplacements se faisant de façon randomisée :

- Trilobe interne et platform-matching, n=50 (NobelReplace Tapered Groovy, Nobel Biocare)
- Connexion conique et platform-switching, n=43 (NobelActive, Nobel Biocare)

La mise en place des implants a eu lieu en 2 temps, les implants étant d'abord enfouis, puis les piliers de cicatrisation connectés 3 mois plus tard. Deux semaines après ce deuxième temps chirurgical, les empreintes ont été réalisées, puis les restaurations scellées sur des piliers ajustés en laboratoire.

A un an après la mise en charge, soit 15 mois après implantation, le taux de survie des implants est de 100%. Les mesures du niveau osseux péri-implantaire ont été réalisées par tomographie volumique cone-beam, permettant d'obtenir les résultats suivants :

Tableau 3 : Résultats de l'étude de Gultekin et al. 2013

Connexion	Trilobe interne	Connexion conique
Variation du niveau osseux / implantation	- 0,83 ± 0,16 mm	- 0,35 ± 0,13 mm

Source : Auteur

La perte d'os marginal est significativement plus faible pour le groupe à connexion conique ($p < 0,01$). Dans les deux groupes, la perte osseuse observée est moins prononcée en lingual qu'en vestibulaire ($p < 0,01$).

L'indice de plaque et l'indice gingival sont similaires entre les groupes. Par contre, la profondeur de sondage est plus élevée dans le groupe à trilobe interne un an après la mise en charge ($p = 0,001$).

⁵¹ Gultekin et al., « Clinical evaluation of marginal bone loss and stability in two types of submerged dental implants ».

2.2.5 Etude d'Arnhart et al. 2012 ⁵² note 20, grade A

L'objectif de cet essai randomisé contrôlé multi-centré était de comparer deux versions d'un implant à « filetage variable » avec un implant à corps conique standard.

127 patients, présentant au moins une dent absente depuis plus de 6 mois, ont été traités puis suivis sur une période de 36 mois par 12 centres de soins. Après répartition randomisée, ils ont reçu un total de 236 implants répartis comme suit :

- 86 implants à connexion trilobée interne et corps conique standard (NobelReplace, Nobel Biocare) ;
- 66 implants à connexion transgingivale externe et corps à filetage de largeur variable (NobelActive external connection, Nobel Biocare) ;
- 84 implants à connexion conique et corps à filetage de largeur variable (NobelActive, Nobel Biocare).

Tous les patients ont reçu des prothèses immédiates provisoires, les restaurations d'usage (prothèse unitaire, partielle ou totale, scellée ou vissée) étant toutes réalisées lors de la première année après l'implantation.

Le niveau osseux a été mesuré sur des radiographies rétroalvéolaires, réalisées selon la technique des plans parallèles. 36 mois après mise en place des implants, les résultats observés sont les suivants :

Tableau 5 : Résultats de l'étude d'Arnhart et al. 2012

Connexion	Trilobe interne	Connexion transgingivale	Connexion conique
Variation du niveau osseux / implantation	- 0,85 ± 1,32 mm	- 0,16 ± 1,06 mm	- 0,89 ± 1,65 mm
Taux de survie	95,7%	96,3%	96,6%

Source : Auteur

Les auteurs concluent que la perte d'os marginale est équivalente pour les groupes à connexion conique et trilobée interne, et significativement plus faible pour les implants à connexion transgingivale ($p=0,041$). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les groupes pour la hauteur de papilles sur la durée d'étude. A 3 ans, il n'y a pas non plus de différence significative concernant la quantité de plaque visible, par contre le saignement au sondage est plus important dans le groupe à connexion trilobée interne ($p<0,010$).

⁵² Arnhart et al., « Comparison of variable-thread tapered implant designs to a standard tapered implant design after immediate loading. a 3-year multicentre randomised controlled trial ».

2.2.6 Etude de Kaminaka et al. 2014 ⁵³ note 17, grade A

L'objectif de cette étude était d'évaluer les variations de dimensions verticale et horizontale des tissus durs et tissus mous péri-implantaires selon le type de connexion pilier-implant employée.

32 patients ont reçu 34 implants dans les secteurs antérieurs maxillaire ou mandibulaire (région de 15 à 25 et de 35 à 45) :

- 11 implants à connexion hexagonale externe (NobelSpeedy Groovy, Nobel Biocare) ;
- 11 implants à connexion trilobée interne (NobelSpeedy Replace, Nobel Biocare) ;
- 12 implants à connexion conique (Nobel Active, Nobel Biocare).

Les piliers de cicatrisation ont été posés dans un deuxième temps chirurgical, après 2 à 3 mois de cicatrisation à la mandibule et 4 à 6 mois au maxillaire, puis les restaurations d'usage ont été réalisées et scellées sur des piliers en titane.

Les variations du niveau osseux et des tissus mous péri-implantaires ont été mesurées sur des images de tomographie volumique cone-beam réalisées un an après la pose des prothèses. Le taux de survie observé était de 100% dans tous les groupes. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Résultats de l'étude de Kaminaka et al. 2014

Connexion	Hexagone externe	Trilobe interne	Connexion conique
Variation du niveau osseux vertical / pose des prothèses	- 1,85 ± 0,90 mm	- 1,00 ± 1,08 mm	- 0,21 ± 0,28 mm
Variation du niveau vertical des tissus mous / pose des prothèses	- 0,39 ± 0,19 mm	- 0,28 ± 0,30 mm	- 0,06 ± 0,10 mm

Source : Auteur

La perte de hauteur d'os péri-implantaire observée est significativement plus importante dans le groupe à connexion hexagonale externe que dans le groupe à connexion conique ($p < 0,05$). Les variations de la largeur de la crête ne montrent pas de différences significatives.

La perte de hauteur des tissus mous est significativement plus importante pour le groupe à hexagone externe que pour les deux autres groupes ($p < 0,05$). La perte d'épaisseur des tissus mous au niveau de la plateforme implantaire est aussi plus importante dans le groupe à hexagone externe que dans le groupe à connexion conique ($p < 0,05$).

⁵³ Kaminaka et al., « Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue ».

2.2.7 Etude de Pieri et al. 2011 ⁵⁴ note 20, grade A

Cet essai randomisé contrôlé a eu pour objectif de comparer la réponse des tissus durs et des tissus mous après la pose immédiate d'implants selon le type de connexion employée.

38 patients nécessitant le remplacement d'une unique prémolaire maxillaire ont subi une intervention d'extraction – implantation immédiate, recevant tous le même type d'implant (Samo Smiler Implants, Biospark). On a ensuite assigné à chaque patient par randomisation un des deux piliers suivants :

- Pilier à octogone interne et platform-matching, n=19 ;
- Pilier à connexion conique et platform-switching, n=19.

Immédiatement après la chirurgie, des couronnes provisoires sans contacts occlusaux ont été mises en place. Les restaurations d'usage ont été scellées 4 mois plus tard.

Les variations du niveau osseux ont été mesurées sur des radiographies rétroalvéolaires standardisées obtenues grâce à des porte-films sur mesure. Les paramètres de santé parodontale ont été évalués cliniquement, et la hauteur des tissus mous mesurée sur les photographies de modèles en plâtre. A 12 mois après la pose des implants, les résultats sont les suivants :

Tableau 7 : Résultats de l'étude de Pieri et al. 2011

Connexion	Octogone interne	Connexion conique
Variation du niveau osseux / implantation	- 0,49 ± 0,25 mm	- 0,19 ± 0,17 mm
Variation du zénith muqueux / implantaion	- 0,73 ± 0,52 mm	- 0,61 ± 0,54 mm
Taux de survie	100%	94,7%

Source : Auteur

Les auteurs concluent que la perte d'os marginal depuis la mise en charge est significativement plus faible dans le groupe à connexion conique que dans le groupe témoin ($p=0,0003$).

Par contre, les autres facteurs évalués (hauteur et épaisseur des tissus mous, indice de plaque, indice de saignement, profondeur de sondage) ne présentent pas de différences significatives.

⁵⁴ Pieri et al., « Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants ».

2.2.8 Etude de Crespi et al. 2009 ⁵⁵ note 18, grade A

Cet essai randomisé contrôlé a eu pour objectif de comparer les modifications du niveau osseux autour de deux implants présentant des connexions différentes.

45 patients ont été suivis, nécessitant l'extraction d'une ou deux dents dans les régions incisive, canine ou prémolaire du maxillaire ou de la mandibule. Après répartition randomisée, les patients ont suivi un protocole d'extraction – implantation immédiate, recevant un des deux types d'implants suivants :

- Implants à connexion hexagonale externe, n=34 (Seven Sweden & Martina) ;
- Implants à connexion conique, n=30 (Ankylos Plus, Dentsply-Friadent).

Immédiatement après la pose des implants, ceux-ci ont reçu des couronnes provisoires avec contacts en occlusion statique. Les restaurations d'usage métallo-céramiques ont été scellées 6 mois plus tard. Les variations du niveau osseux ont été mesurées via des radiographies rétroalvéolaires prises selon la technique des plans parallèles en utilisant un gabarit occlusal. A 12 mois puis 24 mois après l'implantation, le taux de survie était de 100% pour chaque groupe et les résultats suivants ont été relevés :

Tableau 8 : Résultats de l'étude de Crespi et al. 2009

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux à 12 mois / implantation	- 0,82 ± 0,40 mm	- 0,78 ± 0,49 mm
Variation du niveau osseux à 24 mois / implantation	- 0,78 ± 0,45 mm	- 0,73 ± 0,52 mm

Source : Auteur

Les auteurs concluent à l'absence de différence significative concernant la perte de niveau osseux entre les groupes, que ce soit un an ou deux ans après la pose des implants ($p>0,05$).

Les paramètres de santé parodontale ont été évalués cliniquement mais n'ont pas été comparés entre les deux groupes.

⁵⁵ Crespi, Capparè, et Gherlone, « Radiographic evaluation of marginal bone levels around platform-switched and non-platform-switched implants used in an immediate loading protocol ».

2.2.9 Etude de Pozzi et al. 2014 ⁵⁶ note 18, grade A

L'objectif de cet essai randomisé contrôlé sur bouche divisée était de comparer les résultats cliniques et radiographiques de deux types d'implants présentant des interfaces prothétiques et des cols de configurations différentes.

34 patients ont participé à l'intégralité de l'étude, présentant chacun un édentement partiel dans la région mandibulaire postérieure et ne nécessitant pas de greffe osseuse. Les patients se sont vu poser un implant de chacun des deux types testés :

- Connexion hexagonale externe, col droit, n=34 (NobelSpeedy Groovy, Nobel Biocare) ;
- Connexion conique et platform-switching, col à conicité inversée, n=34 (NobelActive, Nobel Biocare).

8 semaines après la pose des implants, un deuxième temps chirurgical a eu lieu pour connecter les piliers de cicatrisation. Les couronnes d'usage ont été scellées 4 mois après l'implantation.

36 mois après la mise en charge, soit 40 mois après la pose des implants, le taux de survie était de 100% dans les deux groupes. Le niveau osseux a été mesuré sur des radiographies rétroalvéolaires, prises selon la technique des plans parallèles à l'aide de porte-films personnalisés. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 9 : Résultats de l'étude de Pozzi et al. 2014

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux vertical à 40 mois / implantation	- 1,24 ± 0,47 mm	- 0,67 ± 0,39 mm
Variation du niveau osseux horizontal à 40 mois / implantation	- 0,60 ± 0,20 mm	- 0,20 ± 0,21 mm

Source : Auteur

La perte osseuse verticale et horizontale est significativement plus faible pour le groupe à connexion conique ($p=0,000$).

Par contre, le score de plaque et le saignement au sondage ne montrent pas de différences significatives selon les groupes testés ($p > 0,05$).

⁵⁶ Pozzi, Tallarico, et Moy, « Three-year post-loading results of a randomised, controlled, split-mouth trial comparing implants with different prosthetic interfaces and design in partially posterior edentulous mandibles ».

2.2.10 Etude d'Esposito et al. 2012 ⁵⁷ note 18, grade A

L'objectif de cet essai contrôlé randomisé multi-centré était d'évaluer les avantages et les inconvénients d'implants identiques présentant des connexions différentes.

112 patients ont été suivis pour cette étude. Requirant une prothèse implanto-portée, ils ont été sélectionnés dans 4 centres de soins puis répartis aléatoirement en deux groupes pour recevoir un ou plusieurs des implants suivants :

- Implants à connexion hexagonale externe, n=92 (EZ Plus, MegaGen Implant)
- Implants à connexion conique, n=97 (EZ Plus, MegaGen Implant)

Les modes opératoires ont varié selon les opérateurs : extraction-implantation immédiate ou intervention sur sites cicatrisés, cicatrisation enfouie ou non, mise en charge immédiate, précoce ou différée. De la même façon, les restaurations prothétiques incluaient aussi bien des restaurations unitaires que plurales, scellées ou transvissées.

Les variations du niveau osseux ont été mesurées à la pose des implants, à la mise en charge, puis 1 an et 5 ans après la mise en charge par des radiographies rétroalvéolaires.

Les auteurs mentionnent un certain nombre de déviations par rapport au protocole établi : 11 pour les implants à hexagone externe, 6 pour les implants à connexion conique, incluant notamment l'utilisation d'implants avec la même connexion mais une morphologie différente, l'absence de certaines données radiographiques ou la réalisation d'une radiographie panoramique au lieu de clichés rétroalvéolaires.

Les résultats obtenus pour le niveau osseux sont les suivants :

Tableau 10 : Résultats de l'étude d'Esposito et al. 2012

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux à 60 mois / implantation	- 1,39 ± 0,25 mm	- 1,25 ± 0,15 mm
Complications	10	9
Echecs prothétiques	1	2
Echecs implantaire	1	3

Source : Auteur

Les auteurs concluent à l'absence de différence significative pour la perte d'os marginal, le taux d'échec implantaire ou prothétique et le nombre de complications ($p>0,05$).

⁵⁷ Esposito et al., « Dental implants with internal versus external connections ».

2.2.11 Etude de Peñarrocha-Diago et al. 2013 ⁵⁸ note 20, grade A

Cet essai contrôlé randomisé a eu pour objectif de comparer l'effet de deux implants avec des cols et connexions différents sur la perte d'os marginal, avant et après mise en charge.

15 patients totalement édentés ont été inclus dans l'étude pour réhabilitation de l'arcade maxillaire, mandibulaire ou des deux. La répartition du type d'implants reçus a été faite aléatoirement :

- Implants à hexagone externe et col usiné, n=56 (Osseous, Mozo-Grau)
- Implants à connexion conique et col rugueux microfileté, n=64 (Inhex, Mozo-Grau)

Après une période de cicatrisation enfouie de 3 mois, les prothèses complètes ont été réalisées : fixes, ou amovibles retenues par des barres ou des attachements Locator.

Des radiographies rétroalvéolaires avec angulateur ont été réalisées au moment du placement des implants, à la mise en charge, puis 6 et 12 mois après la mise en charge.

Tableau 11 : Résultats de l'étude de Peñarrocha-Diago et al. 2013

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux à la mise en charge / implantation	- 0,16 ± 0,31 mm	- 0,05 ± 0,11 mm
Variation du niveau osseux à 6 mois / mise en charge	- 0,27 ± 0,43 mm	- 0,07 ± 0,13 mm
Variation du niveau osseux à 12 mois / mise en charge	- 0,38 ± 0,51 mm	- 0,12 ± 0,17 mm
Taux de survie	98,4%	98,2%

Source : Auteur

Une corrélation est mise en avant entre le diamètre et la longueur des implants et la lyse osseuse péri-implantaire : celle-ci est plus importante quand le diamètre est plus large ($p = 0,034$) ou quand la longueur de l'implant est plus faible ($p=0,012$).

Les auteurs concluent que la perte osseuse est significativement plus faible à 6 et 12 mois dans le groupe d'implants à connexion conique que dans le groupe à connexion hexagonale externe ($p=0,047$).

⁵⁸ Peñarrocha-Diago et al., « Influence of implant neck design and implant-abutment connection type on peri-implant health. radiological study ».

2.2.12 Etude de Canullo et al. 2012 ⁵⁹ note 18, grade A

L'objectif de cet essai randomisé contrôlé multi-centré avec paires appariées était d'évaluer les altérations du niveau d'os marginal et des tissus mous autour d'implants présentant des concepts de connexion différents.

40 patients ont été suivis pour cette étude, nécessitant la pose de deux implants au maxillaire postérieur (dans la région allant de la première prémolaire à la deuxième molaire). Chaque patient s'est vu poser deux implants adjacents, un de chacun des types testés, leur position étant attribuée par randomisation. Une élévation du sinus a été réalisée en même temps que la pose dans les cas qui l'exigeaient. Les implants étudiés ont donc été :

- Implants à connexion hexagonale externe, n=40 (EH, P-I Branemark Philosophy)
- Implants à connexion conique et platform-switching amplifié, n=40 (Amplified, P-I Branemark Philosophy)

Après une période de cicatrisation enfouie de 2 à 3 mois, le deuxième temps chirurgical a eu lieu. Les restaurations prothétiques, des couronnes solidarisiées, ont été scellées.

Des radiographies rétroalvéolaires ont été effectuées lors de la connexion des piliers, puis à 6, 12 et 18 mois. La hauteur des tissus mous a été mesurée à l'aide d'une sonde parodontale à la mise en charge puis à 18 mois. Aucun patient n'a été perdu et tous les implants ont survécu.

Tableau 12 : Résultats de l'étude de Canullo et al. 2012

Connexion	Hexagone externe	Connexion conique
Variation du niveau osseux à 18 mois / mise en charge	- 1,6 ± 0,3 mm	- 0,5 ± 0,1 mm
Hauteur moyenne des tissus mous à 18 mois	0,6 mm	2,4 mm

Source : Auteur

Les auteurs concluent que la perte d'os marginal est significativement plus faible autour des implants à connexion conique qu'autour des implants à connexion hexagonale externe ($p \leq 0,05$). Ils soutiennent également que la hauteur des tissus mous est significativement plus élevée pour le groupe à connexion conique, mais aucune valeur- p n'est renseignée.

⁵⁹ Canullo et al., « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept ».

2.3. Tableau récapitulatif

Auteur et année	Type d'étude	Nombre de patients et d'implants	Type de connexion	Implantation et mise en charge	Type de prothèse	Perte verticale d'os marginal	Suivi en mois	Taux de survie	Conclusion
Cooper et al., 2015	Essai randomisé contrôlé (multi-centré)	141 patients, 156 implants (+ 4 patients perdus de vue)	- TI (NobelSpeedy Replace, Nobel Biocare) - Double HI (NanoTite Certain Prevail, Biomet 3i) -CC (OsseoSpeed, AstraTech Implant System)	Sites cicatrisés, mise en charge esthétique immédiate	Couronnes unitaires scellées	-TI 1,20±0,64mm -HI 1,32±1,01mm -CC 0,22±0,28mm Mesure par radiographie, type non précisé	12	-TI 85,7% -HI 86,4% -CC 100%	POM plus faible pour la CC ($p<0,05$). Pas de différence significative pour la hauteur des tissus mous.
Bilhan et al., 2010	Essai contrôlé	26 patients, 107 implants	-HE (Mk III TiUnite, Nobel Biocare) -CC Astra Tech (AstraTech Implant System) -CC ITI (ITI Dental Implant System, Straumann)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants Mk III et Astratech enfouis)	Couronnes scellées	-HE 1,1±0,1 mm -CC Astra 0,66±0,1mm -CC ITI 0,8±0,1mm Mesure par rétroalvéolaires	24	100%	POM significativement plus élevée dans le groupe à HE ($p<0,05$) par rapport au groupe AstraTech. Pas de différence pour l'indice de plaque, l'indice de saignement et l'inflammation péri-implantaire.
Pessoa et al., 2016	Essai randomisé contrôlé sur bouche divisée	12 patients, 48 implants (24 évalués)	-HE (Uniteite, S.I.N.) -CC (Uniteite, S.I.N.)	Sites cicatrisés, mise en charge immédiate	Prothèses complètes fixes	-HE 1,17±0,44 mm -CC 0,17±0,54 mm Mesure par rétroalvéolaires	12	100%	POM plus faible pour la CC ($p<0,001$). Pas de différences microbiologiques selon les connexions. L'AEF montre un pic de tension équivalente dans l'os plus important pour l'HE ($p=0,005$).
Gultekin et al., 2013	Essai randomisé contrôlé sur bouche divisée	25 patients, 93 implants (+ 2 patients exclus de l'étude)	-TI (NobelReplace Tapered Groovy, Nobel Biocare) -CC (NobelActive, Nobel Biocare)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants enfouis)	Couronnes scellées	-TI 0,83±0,16 mm -CC 0,35±0,13 mm Mesure par tomographie volumique cone-beam	15	100%	POM plus faible pour la CC ($p<0,01$). Dans les deux groupes, perte d'os plus importante en lingual qu'en vestibulaire ($p<0,01$). Pas de différences pour l'indice de plaque et l'indice gingival, profondeur de sondage plus importante pour le TI.

Auteur et année	Type d'étude	Nombre de patients et d'implants	Type de connexion	Implantation et mise en charge	Type de prothèse	Perte verticale d'os marginal	Suivi en mois	Taux de survie	Conclusion
Arnhart et al., 2012	Essai randomisé contrôlé multi-centré	127 patients, 236 implants (+50 patients perdus de vue)	-TI (NobelReplace, Nobel Biocare) -CT (NobelActive external connection, Nobel Biocare) -CC (NobelActive, Nobel Biocare)	Sites cicatrisés, mise en esthétique ou mise en charge immédiates	Prothèses unitaires, plurales et complètes fixes, scellées ou vissées	-TI 0,85±1,32 mm -CT 0,16±1,06 mm -CC 0,89±1,65 mm Mesure par rétroalvéolaires	36	-TI 95,7% -CT 96,3% -CC 96,6%	POM comparable pour TI et CC, significativement plus faible pour CT (p=0,041). Pas de différence mise en évidence pour la hauteur des papilles.
Kaminaka et al., 2014	Essai contrôlé	32 patients, 34 implants (+1 patient perdu de vue)	-HE (NobelSpeedy Groovy, Nobel Biocare) -TI (NobelSpeedy Replace, Nobel Biocare) -CC (Nobel Active, Nobel Biocare)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants enfouis)	Couronnes scellées	-HE 1,85±0,90 mm -TI 1,00±1,08 mm -CC 0,21±0,28 mm Mesure par tomographie volumique cone-beam	12 après mise en charge	100%	POM verticale plus faible pour la CC que pour l'HE (p<0,05). Perte verticale et horizontale de tissus mous également plus faible pour la CC (p<0,05).
Pieri et al., 2011	Essai randomisé contrôlé	38 patients, 38 implants (+2 patients perdus de vue)	-OI (Samo Smiler Implants, Biospark) -CC (Samo Smiler Implants, Biospark)	Extraction et implantation immédiate, mise en esthétique immédiate	Couronnes unitaires scellées	-OI 0,49±0,25 mm -CC 0,19±0,17 mm Mesure par rétroalvéolaires	12	-OI 100% -CC 94,7%	POM plus faible pour la CC (p=0,0003). Pas de différence significative pour la santé parodontale ou la hauteur des tissus mous (p>0,05).
Crespi et al., 2009	Essai randomisé contrôlé	45 patients, 74 implants	-HE (Seven Sweden & Martina) -CC (Ankylos Plus, Dentsply-Friadent)	Extraction et implantation immédiate, mise en charge immédiate	Couronnes scellées	-HE 0,78±0,45 mm -CC 0,73±0,52 mm Mesure par rétroalvéolaires	24	100%	Pas de différence significative de POM à 24 mois entre les groupes testés (p>0,05).

Auteur et année	Type d'étude	Nombre de patients et d'implants	Type de connexion	Implantation et mise en charge	Type de prothèse	Perte verticale d'os marginal	Suivi en mois	Taux de survie	Conclusion
Pozzi et al., 2014	Essai randomisé contrôlé sur bouche divisée	34 patients, 68 implants	-HE (NobelSpeedy Groovy, Nobel Biocare) -CC (NobelActive, Nobel Biocare)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants enfouis)	Couronnes unitaires scellées	-HE 1,24±0,47 mm -CC 0,67±0,39 mm Mesure par rétroalvéolaires	40	100%	POM horizontale et verticale plus faible pour la CC ($p=0,000$). Pas de différence significative de santé parodontale entre les groupes ($p>0,05$).
Esposito et al., 2016	Essai randomisé contrôlé multi-centré	112 patients, 189 implants (+8 patients perdus de vue)	-HE (EZ Plus, MegaGen Implant) -CC (EZ Plus, MegaGen Implant)	Sites cicatrisés ou implantation immédiate, mise en charge immédiate, précoce ou différée (implants enfouis ou non)	Restaurations unitaires et plurales, scellées ou vissées	-HE 1,39±0,15 mm -CC 1,25±0,15 mm Mesure par rétroalvéolaires	60 après mise en charge	-HE 100% -CC 96,9%	Pas de différences significatives pour la POM, le taux d'échecs ou le nombre de complications ($p>0,05$).
Peñarrocha-Diago et al., 2013	Essai randomisé contrôlé	15 patients, 120 implants (+3 patients perdus de vue)	-HE (Osseous, Mozo-Grau) -CC (Inhex, Mozo-Grau)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants enfouis)	Prothèses complètes fixes	-HE 0,38±0,51 mm -CC 0,12±0,17mm	15	-HE 98,2% -CC 98,4%	POM significativement plus faible pour la CC ($p=0,047$).
Canullo et al., 2012	Essai randomisé contrôlé multi-centré avec paires appariées	40 patients, 80 implants	-HE (EH, P-I Branemark Philosophy) -CC (Amplified, P-I Branemark Philosophy)	Sites cicatrisés, mise en charge différée (implants enfouis)	Couronnes solidarisées scellées	-HE 1,6±0,3 mm -CC 0,5±0,1 mm	18 après mise en charge	100%	POM significativement plus faible pour la CC ($p\leq0,05$). Hauteur de tissus mous plus faible pour l'HE (p non exprimé).

HE hexagone externe, HI hexagone interne, OI octogone interne, TI trilobe interne, CC connexion conique, CT connexion transgigivale, POM perte d'os marginal, AEF analyse d'éléments finis, surligné non retenu pour la synthèse

Tableau 13 : Récapitulatif des articles retenus. Source : Auteur

2.4. Synthèse des résultats concernant la perte osseuse

Deux types d'implants ont été écartés de cette synthèse :

- Les implants à connexion conique ITI de l'étude de Bilhan et al.⁶⁰, en raison de leur morphologie transmuqueuse ;
- Les implants à connexion transgingivale de l'étude d'Arnhart et al.⁶¹, en raison de la conception particulière de leur connexion (**fig 10**). Il est à noter que ces implants ont d'ailleurs cessé d'être commercialisés, rendant toute comparaison peu pertinente.

Les deux études concernées n'ont cependant pas été exclues, car il restait pour chacune deux groupes répondant aux critères de sélection et pouvant être comparés.

Figure 10 : Implants utilisés dans l'étude d'Arnhart et al. De gauche à droite : implant à connexion conique, implant à connexion transgingivale, implant témoin à connexion interne trilobée.



Source : Arnhart et al., « Comparison of variable-thread tapered implant designs to a standard tapered implant design after immediate loading. a 3-year multicentre randomised controlled trial », 2012

⁶⁰ Bilhan et al., « Astra Tech, Brånemark, and ITI implants in the rehabilitation of partial edentulism ».

⁶¹ Arnhart et al., « Comparison of variable-thread tapered implant designs to a standard tapered implant design after immediate loading. a 3-year multicentre randomised controlled trial ».

2.4.1 Connexion conique vs connexion externe

Sur les 12 articles retenus, 8 ont comparé des implants à connexion conique et des implants à connexion hexagonale externe :

- Bilhan et al., 2010
- Pessoa et al., 2016
- Kaminaka et al., 2014
- Crespi et al., 2009
- Pozzi et al., 2014
- Esposito et al., 2016
- Peñarrocha-Diago et al., 2013
- Canullo et al., 2012

Sur ces 8 études, 6 ont conclu que les implants à connexion conique présentaient une perte d'os verticale significativement plus faible que les implants à hexagone externe.

2 études concluent à l'absence de différence significative, celles de Crespi et d'Esposito.

2.4.2 Connexion conique vs connexion interne plane

Sur les 12 articles retenus, 5 ont comparé des implants à connexion conique et des implants à connexion interne plane :

- Cooper et al., 2015, connexion à double hexagone interne et connexion interne trilobée ;
- Gultekin et al., 2013, connexion interne trilobée ;
- Arnhart et al., 2012, connexion interne trilobée ;
- Kaminaka et al., 2014, connexion interne trilobée ;
- Pieri et al., 2011, connexion à octogone interne.

Sur les 6 groupes à connexion interne plane auxquels ils sont comparés, les implants à connexion conique montrent une perte de niveau osseux vertical significativement plus faible dans 4 cas.

2 études concluent à l'absence de différence significative, celles d'Arnhart et de Kaminaka.

2.4.3 Bilan

Sur le total des 12 études, ce sont 12 groupes d'implants à connexion conique qui ont été comparés à 14 groupes d'implants à connexion plane. La perte de niveau osseux péri-implantaire était significativement plus faible pour les implants à connexion conique dans 10 cas sur 14.

Les résultats obtenus ne permettent pas de répondre de façon définitive à la question posée : cependant il semble que globalement l'utilisation d'implants à connexion conique permet d'obtenir un meilleur maintien du niveau d'os péri-implantaire. La différence avec les implants à connexion externe est légèrement mieux établie qu'avec les implants à connexion interne plane.

Nous allons maintenant passer en revue les différents facteurs pouvant expliquer ou nuancer ces résultats, et tenter de dégager les possibles implications cliniques.

3 : Discussion

3.1. Durée des études

Nous avons établi comme critère de sélection des études une durée de suivi minimale de 12 mois. En effet, il est admis que la perte osseuse est plus importante pendant la première année après la mise en fonction de l'implant, et qu'elle se stabilise ensuite.⁶² Nous avons donc considéré que le niveau de preuves apporté par des études plus courtes ne serait pas suffisant.

Parmi les articles que nous avons sélectionnés :

- 7 portaient sur une période de 12 à 18 mois ;
- 2 amenaient la période de suivi à 24 mois ;
- 3 bénéficiaient d'une durée d'étude de 3 à 5 ans.

Même s'il est appréciable d'avoir eu accès à des études allant jusqu'à 5 ans, la majorité porte sur des périodes courtes par rapport à la durée de vie espérée d'un implant. Certes, comme on vient de le souligner, le niveau d'os est censé se stabiliser et moins évoluer passée la première année, cependant il serait intéressant de pouvoir confronter la théorie à des données cliniques et donc de pouvoir apprécier la perte osseuse différentielle sur une plus longue durée.

En l'état, le recul clinique reste donc faible et pourrait être amélioré.

3.2. Techniques de mesure du niveau osseux

La radiographie s'impose comme technique de mesure non invasive du niveau osseux. Certains auteurs ont discuté des possibilités de réaliser un sondage parodontal ou d'obtenir un accès chirurgical, mais uniquement pour les écarter : le sondage ne permet pas une bonne calibration, et réaliser un lambeau d'accès serait inconfortable pour le patient tout en risquant de provoquer une lyse osseuse.⁶³

En 1998, Zarb et Albrektsson établissent un consensus qui décrit la radiographie rétroalvéolaire comme la technique de référence pour la mesure osseuse, à condition d'avoir l'angulation et les points de référence adéquats.⁶⁴ Sur les 12 études sélectionnées, 9 ont eu recours à des rétroalvéolaires en utilisant la technique des plans parallèles et 4 d'entre elles précisent avoir utilisé des porte-films individualisés, enfin une étude a utilisé des gabarits occlusaux.

⁶² Adell et al., « A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw ».

⁶³ Gultekin et al., « Clinical evaluation of marginal bone loss and stability in two types of submerged dental implants ».

⁶⁴ Zarb et Albrektsson, « Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants ».

Pourtant, les techniques de radiographie 2D ne permettent d'estimer les défauts osseux qu'en mésial et distal des implants : les faces vestibulaires et linguales restent inaccessibles par ce biais. Si l'on veut mesurer le niveau osseux dans les trois plans de l'espace, il est nécessaire d'avoir recours à une technique de tomographie, par exemple le scanner ou préférentiellement le cone-beam. Le cone-beam permet d'obtenir des images de plus grande qualité que le scanner tout en étant moins irradiant,⁶⁵ cependant la dose reçue par le patient reste très supérieure à celle d'une radiographie rétroalvéolaire ou panoramique, ce qui constitue l'inconvénient majeur de la technique.⁶⁶ Sur les 12 articles étudiés, 2 seulement ont employé la tomographie cone-beam pour mesurer les variations de niveau osseux.

L'étude de Bilhan explique avoir eu recours aux rétroalvéolaires et panoramiques pour l'évaluation radiographique, mais les mesures du niveau osseux ont été pratiquées sur les rétroalvéolaires.⁶⁷ La radiographie panoramique est en effet connue pour générer des distorsions importantes⁶⁸, ce qui la rend peu pertinente pour effectuer des mesures précises du niveau d'os péri-implantaire. Pourtant certaines études récentes y ont encore recours.⁶⁹

3.3 Cicatrisation et chronologie de la perte osseuse

Les différentes études retenues lors de la revue de littérature n'ont pas toutes suivi le même calendrier pour effectuer leurs mesures du niveau osseux péri-implantaire. Si une majorité d'articles mesure les variations de la hauteur d'os à partir de la pose des implants, les études de Kaminaka, Peñarrocha-Diago et Canullo ont choisi comme référence initiale la mise en charge prothétique.⁷⁰ Cela nous amène à nous demander dans quelle mesure les résultats peuvent en être affectés, et donc comment varie le niveau osseux avant et après la mise en charge.

Pour rappel, après la pose des implants, trois types de protocole peuvent être appliqués :

- Mise en charge immédiate : les implants sont placés sous des restaurations provisoires en contact occlusal dans les 48 heures suivant la pose. Cette technique est essentiellement utilisée dans les cas de restaurations plurales, particulièrement dans les cas de bridges

⁶⁵ Mengel, Kruse, et Flores-de-Jacoby, « Digital volume tomography in the diagnosis of peri-implant defects ».

⁶⁶ Schulze et al., « Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography ».

⁶⁷ Bilhan et al., « Astra Tech, Brånemark, and ITI implants in the rehabilitation of partial edentulism ».

⁶⁸ Dudhia et al., « Accuracy of angular measurements and assessment of distortion in the mandibular third molar region on panoramic radiographs ».

⁶⁹ Enkling et al., « Influence of platform switching on bone-level alterations ».

⁷⁰ Kaminaka et al., « Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue »; Peñarrocha-Diago et al., « Influence of implant neck design and implant-abutment connection type on peri-implant health. radiological study »; Canullo et al., « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept ».

complets implanto-portés. Parmi les 12 études sélectionnées, celles de Pessoa et Crespi y ont eu recours ; celle de Pessoa pour des cas de prothèse complète, celle de Crespi pour des restaurations unitaires provisoires avec contacts en occlusion statique.

- Mise en esthétique immédiate : les implants sont placés sous des restaurations provisoires sans contacts occlusaux, que ce soit en occlusion statique ou fonctionnelle. Les études de Cooper et de Pieri ont utilisé cette technique.
- Mise en charge différée : il n'est pas réalisé de restaurations provisoires. Les implants juxta-osseux peuvent être enfouis pendant le temps de l'ostéointégration, ce qui nécessite alors un deuxième temps chirurgical pour connecter les piliers de cicatrisation muqueuse. Les études de Bilhan, Gultekin, Kaminaka, Pozzi, Peñarrocha-Diago et Canullo ont ainsi suivi un protocole de cicatrisation enfouie en deux temps chirurgicaux.

Les études d'Arnhart et d'Esposito ont laissé aux opérateurs le choix de la technique employée, l'on y retrouve donc à la fois des cas de mise en charge immédiate ou différée, et de cicatrisation enfouie ou non.

Dans le protocole de mise en charge immédiate, les temps de l'implantation et de la mise en charge sont confondus, il n'est donc évidemment pas possible de comparer la perte osseuse survenant avant et après la mise en fonction.

Parmi les cas de mise en esthétique immédiate, l'étude de Pieri a relevé des changements de la hauteur osseuse significativement différents à 4 mois, au moment de la mise en charge ($-0,22 \pm 0,16$ mm pour le groupe à octogone interne, $-0,08 \pm 0,1$ mm pour le groupe à connexion conique, $p=0,0045$). Le remaniement osseux de 4 à 12 mois n'a par contre pas été calculé.⁷¹

L'étude de Cooper a aussi mesuré les variations du niveau osseux survenues depuis le placement des implants jusqu'à la pose des prothèses d'usage, 12 semaines plus tard : en moyenne $-0,19$ mm pour la connexion conique, contre $-1,12$ mm pour les implants à trilobe interne et $-1,20$ mm pour ceux à hexagone interne. Cependant ces résultats n'ont pas été comparés entre eux par les auteurs, ils ne permettent donc de tirer aucune conclusion.⁷²

Parmi les protocoles chirurgicaux en deux temps, l'équipe de Gultekin a réalisé des mesures du niveau osseux trois mois après l'implantation, au moment de la connexion des piliers de cicatrisation. La

⁷¹ Pieri et al., « Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants ».

⁷² Cooper et al., « A multicenter randomized comparative trial of implants with different abutment interfaces to replace anterior maxillary single teeth ».

moyenne de la perte osseuse à la fin du temps de cicatrisation enfouie ne montre pas de différence significative entre le groupe à connexion trilobée et celui à connexion conique ($-0,22 \pm 0,11$ mm ; $-0,24 \pm 0,14$ mm ; $p > 0,05$). Une analyse des pertes osseuses sur chaque face des implants révèle une différence significative selon la connexion uniquement en lingual ($-0,21 \pm 0,12$ mm pour la connexion trilobée, $-0,15 \pm 0,09$ mm pour la connexion conique ; $p = 0,013$).⁷³

L'étude de Pozzi nous offre le plus de précisions, puisque des radiographies ont été effectuées à 8 semaines lors du deuxième temps chirurgical, et à 16 semaines lors de la mise en place des restaurations scellées. Les auteurs relèvent une perte d'os significativement plus faible pour la connexion conique que l'hexagone externe de 0 à 8 semaines ($+0,03 \pm 0,34$ mm vs $-0,29 \pm 0,38$ mm, $p = 0,000$) et de 8 à 16 semaines ($-0,40 \pm 0,38$ mm vs $-0,65 \pm 0,40$ mm, $p = 0,000$). Les résultats de 0 à 40 mois montraient eux aussi une différence significative de hauteur d'os selon les groupes, comme on l'a vu précédemment. Par contre, le remodelage osseux de 16 semaines à 40 mois, soit pendant toute la période de mise en charge, ne révèle aucune différence significative ($-0,28 \pm 0,39$ mm vs $-0,30 \pm 0,57$ mm, $p = 0,813$).⁷⁴

On peut se demander quels facteurs expliquent cette différence de perte osseuse lors de la cicatrisation enfouie. En effet, on a vu que la contamination bactérienne et les micromouvements sont censés expliquer les différences de résorption osseuse autour des différents types de connexion, or pendant la cicatrisation enfouie il n'y a pas d'exposition au milieu extérieur ni de transmission des forces occlusales. D'ailleurs, dans des conditions similaires, l'étude de Gultekin ne relève pas de différence significative sur la perte osseuse moyenne entre les groupes, comme on vient de le voir. Il est également étonnant de n'observer aucune différence de résorption osseuse lors des 36 mois de mise en charge, alors que l'étude de Kaminaka note une différence significative entre la connexion conique et l'hexagone externe sur les 12 mois suivant la mise en fonction.⁷⁵

Si les paramètres propres à la connexion employée n'expliquent pas la différence de résorption osseuse observée lors de la période de cicatrisation, d'autres facteurs ont dû avoir leur influence. Par exemple, les deux types d'implants utilisés par Pozzi et son équipe présentent des plateformes de diamètre légèrement différent : 4,1 mm pour l'implant à hexagone externe et 3,9 pour celui à connexion conique. Le protocole de forage étant exactement le même pour les deux types d'implants, le traumatisme chirurgical pourrait avoir été plus important lors de l'insertion de l'implant à la

⁷³ Gultekin et al., « Clinical evaluation of marginal bone loss and stability in two types of submerged dental implants ».

⁷⁴ Pozzi, Tallarico, et Moy, « Three-year post-loading results of a randomised, controlled, split-mouth trial comparing implants with different prosthetic interfaces and design in partially posterior edentulous mandibles ».

⁷⁵ Kaminaka et al., « Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue ».

plateforme plus large, ce qui expliquerait les différences de remodelage lors de la cicatrisation enfouie. Les auteurs jugent cependant que cette différence de 0,2 mm n'aurait pas eu d'influence sur les résultats.⁷⁶

Une autre étude, celle de Peñarrocha-Diago et al., a mesuré la perte d'os marginal survenue depuis la mise en place des implants jusqu'à la mise en place des prothèses. Les résultats obtenus, à l'instar de ceux de Pozzi, montrent une perte d'os plus importante dans le groupe d'implants à hexagone externe pendant cette période de cicatrisation ($0,16 \pm 0,31$ mm contre $0,05 \pm 0,11$ mm pour les implants à connexion conique).⁷⁷ Cependant aucune comparaison statistique n'a été opérée entre ces chiffres, qui ne sont donc pas significatifs.

Au regard des données obtenues, il n'est pas possible d'apporter une réponse définitive à la question de la chronologie de la perte osseuse. Il semblerait que la résorption présente des différences dès la mise en place des restaurations provisoires, même sans contacts occlusaux, dans le cas des protocoles de mise en esthétique immédiate. Par contre, la disparité des résultats observés dans les protocoles à deux temps chirurgicaux rend nécessaire l'obtention de plus nombreuses données cliniques.

3.4 Facteurs de biais

3.4.1 Morphologie et état de surface

Comme on vient de le voir, les implants comparés dans les études sélectionnées ne différaient pas que par leur connexion, et d'autres facteurs peuvent avoir influencé les résultats. On sait en effet que des différences de morphologie du corps et du col de l'implant peuvent modifier le remodelage de l'os péri-implantaire, comme il a été démontré dans l'étude de Dagonne et al. de 2014.⁷⁸ Récemment, De Bruyn et al. ont aussi mis en avant l'impact de l'état de surface implantaire, en particulier du degré de rugosité, sur la perte d'os autour des implants et le taux de survie.⁷⁹

Les implants des études sélectionnées présentent une grande variété de surfaces différentes :

- Surface mordancée à l'acide,
- Surface traitée au plasma-spray,

⁷⁶ Pozzi, Tallarico, et Moy, « Three-year post-loading results of a randomised, controlled, split-mouth trial comparing implants with different prosthetic interfaces and design in partially posterior edentulous mandibles ».

⁷⁷ Peñarrocha-Diago et al., « Influence of implant neck design and implant-abutment connection type on peri-implant health. radiological study ».

⁷⁸ Dagonne et al., « Clinical evaluation of two dental implant macrostructures on peri-implant bone loss ».

⁷⁹ De Bruyn et al., « Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss ».

- Surface enrichie en fluor, en calcium, en phosphore...

De très nombreux paramètres entrent donc en compte, et il est difficile de les isoler afin de comparer l'impact de chacun. Heureusement, 8 des 12 études sélectionnées comparent des implants présentant le même état de surface : celles de Pessoa, Pieri, Esposito, Canullo, Gultekin, Arnhart, Kaminaka et Pozzi. En particulier, les 4 dernières ont toutes utilisé des implants Nobel, possédant donc la même surface TiUnité d'oxyde poreux enrichie en phosphore.

Ces 8 études nous permettent donc de nous affranchir du facteur « état de surface » comme facteur de biais potentiel. 6 d'entre elles concluent à une perte d'os significativement plus faible lors de l'emploi de la connexion conique, on peut donc raisonnablement conclure que les résultats obtenus dans notre synthèse ne dépendent pas de l'état de surface implantaire.

La question du « macrodesign » des implants est par contre plus problématique. En effet, au même titre que l'état de surface, les implants étudiés présentent des morphologies très différentes :

- Corps cylindrique, cylindro-conique, conique,
- Filetage régulier, progressif,
- Col droit, à conicité inversée, avec micro-filetage, usiné...

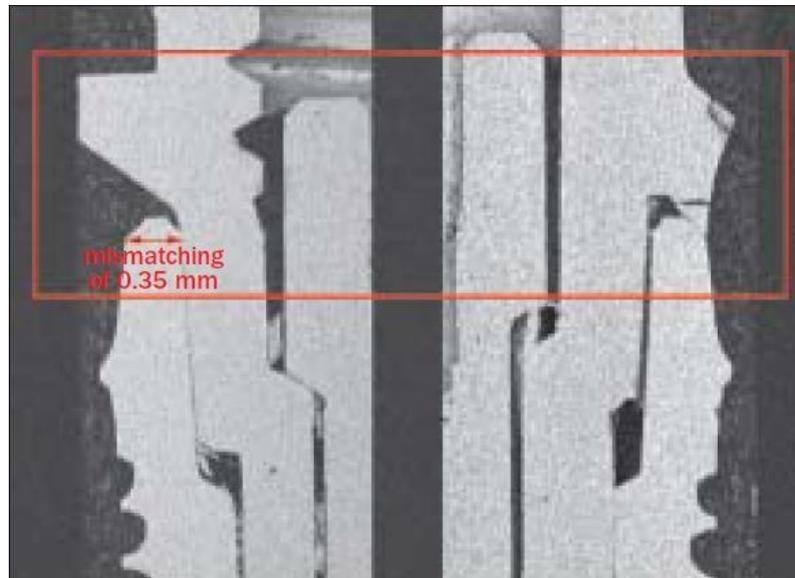
Des 12 études sur lesquelles portent notre revue de littérature, seulement 4 ont comparé des implants présentant le même macrodesign : celles de Pessoa (**fig 11**), Pieri (**fig 12**), Esposito (**fig 13**) et Canullo.

Figure 11 : Macrodesigns implantaires identiques. A gauche connexion hexagonale externe, à droite connexion conique.



Source : Pessoa et al., « Bone remodeling around implants with external hexagon and morse-taper connections », 2016

Figure 12 : Images de microscopie électronique de la jonction implant-pilier. A gauche pilier à connexion conique, à droite pilier à connexion octogonale interne.



Source : Pieri et al., « Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants », 2011

Figure 13 : Implants EZ Plus. A gauche connexion hexagonale externe, à droite connexion interne conique



Source : Esposito et al., « Dental implants with internal versus external connections », 2016

Sur ces 4 études, 3 ont conclu que les implants à connexion conique présentaient une perte d'os significativement plus faible que les implants à connexion hexagonale externe ou octogonale interne. Cependant, cela ne nous permet pas d'affirmer que les différences morphologiques n'ont pas influencé les résultats des autres études, d'autant plus qu'étant généralement de conception plus récente, les implants à connexion conique présentent aussi des designs supposés plus favorables au maintien du niveau osseux.

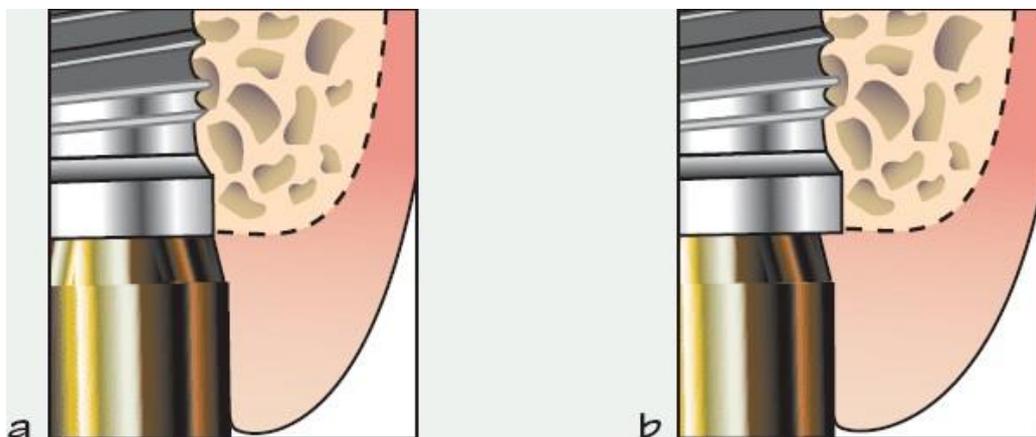
3.4.2 Platform-switching

Un autre facteur de confusion possible réside dans l'emploi du platform-switching.

Pour rappel, le système platform-switching repose sur l'utilisation d'un pilier de diamètre inférieur à celui du plateau implantaire, ce qui crée un méplat entre le bord externe de l'implant et la jonction au pilier. (fig 14)

Figure 14 : Comparaison de la conception classique avec la conception « platform-switching »

- a. Joint implant-pilier classique : les bords du pilier coïncident avec les bords du col de l'implant.
- b. Joint implant-pilier avec platform-switching : les bords du pilier sont en retrait par rapport aux bords du col de l'implant.



Source : Davarpanah et al., « Le concept platform-switching et ses implications. », 2008

L'emploi de ce système aurait plusieurs avantages :

- D'un point de vue biologique, le micro-hiatus est mis à distance de l'os, recréant un espace biologique horizontal plutôt que vertical.⁸⁰

⁸⁰ Lazzara et Porter, « Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels ».

- D'un point de vue biomécanique, il y aurait une diminution des contraintes transmises à l'os cortical.⁸¹

Ces facteurs sont avancés pour expliquer la diminution de la perte osseuse marginale observée avec ce système, confirmée par plusieurs revues de synthèse : celle d'Atieh et al. en 2010, celles de Strietzel et de Santiago en 2015.^{82,83,84}

Or, de par sa conception, la connexion conique intègre nécessairement le platform-switching, puisqu'il n'y a pas de contact entre le pilier et le bord du plateau implantaire. On peut pourtant retrouver dans la littérature des exemples de « connexion conique sans platform-switching »⁸⁵ (fig 15). D'après Wiskott cependant, ce genre de conception est invalide, intégrant à la fois une composante plat-à-plat et une composante cône-dans-cône : soit les surfaces parallèles empêchent le cône de se serrer, soit c'est le cône qui s'engage d'abord et ne permet pas la transmission de forces à travers les surfaces périphériques planes.⁸⁶

Figure 15 : « Connexion conique sans platform-switching », conception hybride mêlant la connexion conique et le plat-à-plat



Source : Wang et al., « Marginal bone response of implants with platform switching and non-platform switching abutments in posterior healed sites », 2015

⁸¹ Schrottenboer et al., « Effect of microthreads and platform switching on crestal bone stress levels ».

⁸² Atieh, Ibrahim, et Atieh, « Platform switching for marginal bone preservation around dental implants ».

⁸³ Strietzel, Neumann, et Hertel, « Impact of platform switching on marginal peri-implant bone-level changes. a systematic review and meta-analysis ».

⁸⁴ Santiago et al., « Platform-switching implants and bone preservation ».

⁸⁵ Wang et al., « Marginal bone response of implants with platform switching and non-platform switching abutments in posterior healed sites ».

⁸⁶ Wiskott, « Implant prosthodontics ».

Puisque la connexion conique est intrinsèquement associée au concept de platform-switching, et que les deux systèmes mettent en avant comme avantage un meilleur maintien de la stabilité osseuse autour de l'implant, on peut se demander quelle est la part de chaque dans les résultats observés cliniquement. Or, sur les 12 études de notre revue, sur les 14 groupes témoins à connexion plane, un seul exploitait le platform-switching, celui des implants à double connexion hexagonale interne de l'étude de Cooper. Dans tous les autres cas donc, la comparaison portait sur des implants à connexion conique avec platform-switching contre des implants à connexion plane sans platform-switching.

L'étude de Cooper met en avant un avantage significatif en termes de maintien du niveau osseux pour la connexion conique, par rapport à la double connexion interne intégrant le platform-switching.⁸⁷ Une autre étude, menée par Romanos et al. en 2013, a également comparé des implants à connexion plane et platform-switching et des implants à connexion conique. L'étude de Romanos a été exclue de notre recherche documentaire car les résultats de perte osseuse étaient présentés sous la forme de fréquence des différentes classes (perte osseuse inférieure ou supérieure à 2mm), et que la moyenne arithmétique n'était pas exprimée ce qui ne permettait pas la comparaison avec les autres articles. Néanmoins, comme l'étude de Cooper, l'étude de Romanos a montré une diminution du niveau osseux significativement plus faible pour les implants à connexion conique que pour les implants avec platform-switching et connexion plane.⁸⁸

Ces résultats restent malgré tout largement insuffisants pour éclaircir la confusion possible entre les effets de la connexion conique et ceux du platform-switching. Qui plus est, l'étude de Canullo et al. recourt à un système de platform-switching dit « amplifié », où la plateforme implantaire s'incline vers l'intérieur et augmente donc obliquement le décalage entre le pilier et le bord du col.⁸⁹ (fig 16) Les biais liés à l'emploi du platform-switching pourraient ainsi être majorés dans les résultats de cet article.

Puisqu'il n'est pas pertinent de comparer des implants à connexion conique « avec ou sans platform-switching », pour les raisons que nous avons citées, il faudrait donc davantage d'études comparant la connexion conique aux connexions planes avec platform-switching. Cela afin de déterminer si les résultats de cette connexion tiennent à ses qualités supposées de réduction du micro-hiatus et des micromouvements, ou s'ils sont simplement dus aux avantages du platform-switching dont on peut aussi bénéficier avec une connexion plane.

⁸⁷ Cooper et al., « A multicenter randomized comparative trial of implants with different abutment interfaces to replace anterior maxillary single teeth ».

⁸⁸ Romanos et al., « Immediately loaded platform-switched implants in the anterior mandible with fixed prostheses ».

⁸⁹ Canullo et al., « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept ».

Figure 16 : Concept platform-switching « amplifié », vue microscopique



Source : Canullo et al., « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept », 2012

3.5 Impact sur les tissus mous péri-implantaires

Comme rappelé en introduction, le bénéfice lié à la réduction des pertes osseuses réside aussi dans une meilleure stabilité des tissus mous péri-implantaires, indispensables à la réussite esthétique à long terme d'un traitement.

Les études sélectionnées ont, pour la plupart, mesuré à la fois l'impact des connexions sur la stabilité des tissus mous et le niveau de perte osseuse. Les critères d'évaluation sont cependant très variables d'une étude à l'autre :

- Hauteur des tissus mous : hauteur du zénith muqueux, hauteur des papilles, épaisseur de la muqueuse péri-implantaire ;
- Santé parodontale : indice de plaque, inflammation, indice de saignement, profondeur au sondage...

Notons que 5 études ont comparé la hauteur et/ou l'épaisseur des tissus mous, à savoir celles de Cooper, Arnhart, Kaminaka, Pieri et Canullo. Seule celle de Kaminaka relève une différence significative selon les groupes : les implants à connexion conique montrent une hauteur et une épaisseur muqueuses plus importantes que celles du groupe à hexagone externe.⁹⁰ L'équipe de Canullo affirme avoir observé une différence significative d'épaisseur des tissus mous selon les groupes (2,4 mm en

⁹⁰Kaminaka et al., « Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue ».

moyenne pour les implants à connexion conique contre 0,6 mm pour les implants à hexagone externe), cependant la valeur-*p* n'est pas communiquée, ces résultats doivent donc être considérés avec circonspection.⁹¹

5 études ont quant à elles comparé les indices de santé parodontale, celles de Bilhan, Gultekin, Arnhart, Pieri et Pozzi. Gultekin et son équipe notent une profondeur de sondage plus importante dans le groupe à connexion trilobée que dans le groupe à connexion conique.⁹² Arnhart relève un indice de saignement plus important pour les implants à trilobe interne que pour ceux à connexion conique.⁹³ Sinon, tous les résultats mènent à la conclusion de différences non significatives.

Il apparaît donc qu'en dépit de la diminution avérée de perte osseuse, l'impact de la connexion conique sur les tissus mous péri-implantaires est peu perceptible, comparée aux connexions planes. Les études que nous avons choisies ne suffisent pas à établir la preuve que la connexion conique permet un meilleur maintien des tissus mous, et il est nécessaire d'acquérir davantage de données cliniques pour apporter une réponse à cette problématique.

⁹¹ Canullo et al., « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept ».

⁹² Gultekin et al., « Clinical evaluation of marginal bone loss and stability in two types of submerged dental implants ».

⁹³ Arnhart et al., « Comparison of variable-thread tapered implant designs to a standard tapered implant design after immediate loading. a 3-year multicentre randomised controlled trial ».

Conclusion

La connexion conique, par son concept d'un « cône dans un cône », bénéficie de propriétés biologiques et biomécaniques intéressantes, en diminuant les micromouvements du pilier et en limitant, dans une certaine mesure, la pénétration bactérienne à l'interface pilier-implant. Ces qualités nous laissaient supposer un possible impact positif sur la perte osseuse péri-implantaire, et effectivement, l'analyse que nous avons menée semble confirmer qu'à travers les publications d'études cliniques retenues, l'emploi d'implants à connexion conique permet généralement une perte osseuse moindre que lorsque l'on utilise des implants à connexion plane.

Ces résultats, pourtant, ont encore besoin d'être approfondis. Le recul clinique reste assez faible, et plusieurs facteurs de confusion restent à écarter, notamment la morphologie implantaire et le platform-switching. Il reste aussi à déterminer quel est l'impact clinique, immédiat et sur le long terme, de cette différence sur le succès implantaire et sur la réussite esthétique du traitement. En effet, en dépit de ce qui était supposé, la diminution de la perte d'os marginal ne signifiait pas pour autant une amélioration notable du maintien des tissus mous dans nos articles.

Il faudrait encore définir la combinaison « optimale » des facteurs liés au type de connexion, à la morphologie implantaire et à l'état de surface. Mais nous ne devons pas oublier que les qualités intrinsèques d'une fixture sont loin de suffire à la réussite d'un traitement implantaire. Celui-ci nécessite en effet, en amont, une planification minutieuse aussi bien chirurgicale que prothétique ; des protocoles d'implantation et de réalisation des prothèses aussi peu traumatiques que possible ; et enfin, bien sûr, une hygiène stricte de la part du patient et un programme de maintenance implantaire. La connexion conique peut donc être choisie pour rendre plus sûres certaines de nos thérapeutiques implantaires. Elle a ses limites et ne peut constituer une solution miraculeuse, mais associée au concept de platform-switching elle représente un secours appréciable pour optimiser le maintien du niveau osseux péri-implantaire.

Bibliographie

- Adell, R., U. Lekholm, B. Rockler, et P. I. Brånemark. « A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw ». *International journal of oral surgery* 10, n° 6 (1981): 387- 416.
- Akça, K., et M. C. Cehreli. « A photoelastic and strain-gauge analysis of interface force transmission of internal-cone implants ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 28, n° 4 (2008): 391- 99.
- Arnhart, C., A. M. Kielbassa, R. Martinez-de Fuentes, M. Goldstein, J. Jackowski, M. Lorenzoni, C. Maiorana, et al. « Comparison of variable-thread tapered implant designs to a standard tapered implant design after immediate loading. a 3-year multicentre randomised controlled trial ». *European journal of oral implantology* 5, n° 2 (2012): 123- 36.
- Assenza, B., D. Tripodi, A. Scarano, V. Perrotti, A. Piattelli, G. Iezzi, et S. D'Ercole. « Bacterial leakage in implants with different implant-abutment connections: an in vitro study ». *Journal of periodontology* 83, n° 4 (2012): 491- 97. doi:10.1902/jop.2011.110320.
- Atieh, M. A., H. M. Ibrahim, et A. H. Atieh. « Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis ». *Journal of periodontology* 81, n° 10 (2010): 1350- 66. doi:10.1902/jop.2010.100232.
- Baixé, S., G. Fauxpoint, Y. Arntz, et O. Etienne. « Microgap between zirconia abutments and titanium implants ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 25, n° 3 (2010): 455- 60.
- Bernardes, S. R., C. A. de Araujo, A. J. F. Neto, P. Simamoto Junior, et F. D. das Neves. « Photoelastic analysis of stress patterns from different implant-abutment interfaces ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 24, n° 5 (2009): 781- 89.
- Bilhan, H., O. Kutay, S. Arat, A. Cekici, et M. C. Cehreli. « Astra tech, Brånemark, and ITI implants in the rehabilitation of partial edentulism: two-year results ». *Implant dentistry* 19, n° 5 (2010): 437- 46. doi:10.1097/ID.0b013e3181f57110.
- Canullo, L., D. Penarrocha-Oltra, C. Soldini, F. Mazzocco, M. Penarrocha, et U. Covani. « Microbiological assessment of the implant-abutment interface in different connections: cross-sectional study after 5 years of functional loading ». *Clinical oral implants research* 26, n° 4 (2015): 426- 34. doi:10.1111/clr.12383.
- Canullo, L., J. C. Rosa, V. S. Pinto, C. E. Francischone, et W. Götz. « Inward-inclined implant platform for the amplified platform-switching concept: 18-month follow-up report of a prospective randomized matched-pair controlled trial ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 27, n° 4 (2012): 927- 34.
- Cehreli, M., J. Duyck, M. De Cooman, R. Puers, et I. Naert. « Implant design and interface force transfer. A photoelastic and strain-gauge analysis ». *Clinical oral implants research* 15, n° 2 (2004): 249- 57.
- Coelho Goiato, M., A. A. Pesqueira, R. M. Falcón-Antenucci, D. M. Dos Santos, M. F. Haddad, L. C. Bannwart, et A. Moreno. « Stress distribution in implant-supported prosthesis with external and internal implant-abutment connections ». *Acta odontologica scandinavica* 71, n° 2 (2013): 283- 88. doi:10.3109/00016357.2012.672823.
- Cooper, L. F., G. Reside, C. Stanford, C. Barwacz, J. Feine, S. Abi Nader, E. T. Scheyer, et M. McGuire. « A multicenter randomized comparative trial of implants with different abutment interfaces to replace anterior maxillary single teeth ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 30, n° 3 (2015): 622- 32.

- Crespi, R., P. Capparè, et E. Gherlone. « Radiographic evaluation of marginal bone levels around platform-switched and non-platform-switched implants used in an immediate loading protocol ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 24, n° 5 (2009): 920- 26.
- Dagorne, C., J. Malet, G. Bizouard, F. Mora, H. Rangé, et P. Bouchard. « Clinical evaluation of two dental implant macrostructures on peri-implant bone loss: a comparative, retrospective study ». *Clinical oral implants research* 26, n° 3 (2015): 307- 13. doi:10.1111/clr.12498.
- De Bruyn, H., V. Christiaens, R. Doornewaard, M. Jacobsson, J. Cosyn, W. Jacquet, et S. Vervaeke. « Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss ». *Periodontology 2000* 73, n° 1 (2017): 218- 27. doi:10.1111/prd.12177.
- Dibart, S., M. Warbington, M. F. Su, et Z. Skobe. « In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 20, n° 5 (2005): 732- 37.
- Dudhia, R., P. A. Monsour, N. W. Savage, et R. J. Wilson. « Accuracy of angular measurements and assessment of distortion in the mandibular third molar region on panoramic radiographs ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 111, n° 4 (2011): 508- 16. doi:10.1016/j.tripleo.2010.12.005.
- Eid, N., G. Girot, E. Robbiani, et D. Dot. « Dentisterie fondée sur la preuve. proposition de grilles de lecture simplifiées. » *Réalités cliniques* 15, n° 1 (2004): 105- 9.
- Enkling, N., P. Jöhren, J. Katsoulis, S. Bayer, P.-M. Jervøe-Storm, R. Mericske-Stern, et S. Jepsen. « Influence of platform switching on bone-level alterations: a three-year randomized clinical trial ». *Journal of dental research* 92, n° 12 Suppl (2013): 1395- 45S. doi:10.1177/0022034513504953.
- Ericsson, I., L. G. Persson, T. Berglundh, C. P. Marinello, J. Lindhe, et B. Klinge. « Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues ». *Journal of clinical periodontology* 22, n° 3 (1995): 255- 61.
- Esposito, M., H. Maghaireh, R. Pistilli, M. G. Grusovin, S. T. Lee, A Trullenque-Eriksson, et F. Gualini. « Dental implants with internal versus external connections: 5-year post-loading results from a pragmatic multicenter randomised controlled trial ». *European journal of oral implantology* 9 Suppl 1, n° 2 (2016): 129- 41.
- Fauroux, M.-A., C. Anxionnat, C. Biens, M. Mechali, O. Romieu, et J.-H. Torres. « Fuites de la connexion implantaire: comparaison de plusieurs types d'implants par la méthode de diffusion gazeuse ». *Revue de stomatologie, de chirurgie maxillo-faciale et de chirurgie orale* 115, n° 2 (2014): 74- 78. doi:10.1016/j.revsto.2013.09.003.
- Fürhauser, R., D. Florescu, T. Benesch, R. Haas, G. Mailath, et G. Watzek. « Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score ». *Clinical oral implants research* 16, n° 6 (2005): 639- 44. doi:10.1111/j.1600-0501.2005.01193.x.
- Gultekin, B. A., P. Gultekin, B. Leblebicioglu, C. Basegmez, et S. Yalcin. « Clinical evaluation of marginal bone loss and stability in two types of submerged dental implants ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 28, n° 3 (2013): 815- 23.
- Haraldson, T. « A photoelastic study of some biomechanical factors affecting the anchorage of osseointegrated implants in the jaw ». *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery* 14, n° 3 (1980): 209- 14.
- Hermann, J. S., D. L. Cochran, P. V. Nummikoski, et D. Buser. « Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible ». *Journal of periodontology* 68, n° 11 (1997): 1117- 30. doi:10.1902/jop.1997.68.11.1117.
- Hermann, J. S., J. D. Schoolfield, R. K. Schenk, D. Buser, et D. L. Cochran. « Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible ». *Journal of periodontology* 72, n° 10 (2001): 1372- 83. doi:10.1902/jop.2001.72.10.1372.
- Hernigou, P., S. Queindec, et C. H. Flouzat Lachaniette. « One hundred and fifty years of history of the morse taper: from stephen a. morse in 1864 to complications related to modularity in hip

- arthroplasty ». *International orthopaedics* 37, n° 10 (2013): 2081- 88. doi:10.1007/s00264-013-1927-0.
- Kaminaka, A., T. Nakano, S. Ono, T. Kato, et H. Yatani. « Cone-beam computed tomography evaluation of horizontal and vertical dimensional changes in buccal peri-implant alveolar bone and soft tissue: a 1-year prospective clinical study ». *Clinical implant dentistry and related research* 17 Suppl 2 (2015): e576-585. doi:10.1111/cid.12286.
- Khorshidi, H., S. Raoofi, A. Moattari, A. Bagheri, et M. H. Kalantari. « In vitro evaluation of bacterial leakage at implant-abutment connection: an 11-degree morse taper compared to a butt joint connection ». *International journal of biomaterials*, 2016, 8527849. doi:10.1155/2016/8527849.
- Kitagawa, T., Y. Tanimoto, M. Odaki, K. Nemoto, et M. Aida. « Influence of implant/abutment joint designs on abutment screw loosening in a dental implant system ». *Journal of biomedical materials research. part b, applied biomaterials* 75, n° 2 (2005): 457- 63. doi:10.1002/jbm.b.30328.
- Lazzara, R. J., et S. S. Porter. « Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 26, n° 1 (2006): 9- 17.
- Mengel, R., B. Kruse, et L. Flores-de-Jacoby. « Digital volume tomography in the diagnosis of peri-implant defects: an in vitro study on native pig mandibles ». *Journal of periodontology* 77, n° 7 (2006): 1234- 41. doi:10.1902/jop.2006.050424.
- Merz, B. R., S. Hunenbart, et U. C. Belser. « Mechanics of the implant-abutment connection: an 8-degree taper compared to a butt joint connection ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 15, n° 4 (2000): 519- 26.
- Nascimento, C. do, P. K. Miani, V. Pedrazzi, R. B. Gonçalves, R. F. Ribeiro, A. C. L. Faria, A. P. Macedo, et R. F. de Albuquerque. « Leakage of saliva through the implant-abutment interface: in vitro evaluation of three different implant connections under unloaded and loaded conditions ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 27, n° 3 (2012): 551- 60.
- Nishioka, R. S., L. G. O. de Vasconcellos, et G. N. de Melo Nishioka. « Comparative strain gauge analysis of external and internal hexagon, morse taper, and influence of straight and offset implant configuration ». *Implant dentistry* 20, n° 2 (2011): 24- 32. doi:10.1097/ID.0b013e318211fce8.
- Pellizzer, E. P., R. I. Carli, R. M. Falcón-Antenucci, F. R. Verri, M. C. Goiato, et L. M. R. Villa. « Photoelastic analysis of stress distribution with different implant systems ». *The journal of oral implantology* 40, n° 2 (2014): 117- 22. doi:10.1563/AAID-JOI-D-11-00138.
- Peñarrocha-Diago, M. A., A. J. Flichy-Fernández, R. Alonso-González, D. Peñarrocha-Oltra, J. Balaguer-Martínez, et M. Peñarrocha-Diago. « Influence of implant neck design and implant-abutment connection type on peri-implant health. radiological study ». *Clinical oral implants research* 24, n° 11 (2013): 1192- 1200. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02562.x.
- Pereira, J., C. S. Morsch, B. Henriques, R. M. Nascimento, C. A. M. Benfatti, F. S. Silva, J. López-López, et J. C. M. Souza. « Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 31, n° 4 (2016): 813- 19.
- Perriard, J., W. A. Wiskott, A. Mellal, S. S. Scherrer, J. Botsis, et U. C. Belser. « Fatigue resistance of iti implant-abutment connectors -- a comparison of the standard cone with a novel internally keyed design ». *Clinical oral implants research* 13, n° 5 (2002): 542- 49.
- Pessoa, R. S., L. Muraru, E. M. Júnior, L. G. Vaz, J. V. Sloten, J. Duyck, et S. V. N. Jaecques. « Influence of implant connection type on the biomechanical environment of immediately placed implants : CT-based nonlinear, three-dimensional finite element analysis ». *Clinical implant dentistry and related research* 12, n° 3 (2010): 219- 34. doi:10.1111/j.1708-8208.2009.00155.x.
- Pessoa, R. S., R. M. Sousa, L. M. Pereira, F. D. Neves, F. J. B. Bezerra, S. V. N. Jaecques, J. V. Sloten, et et al. « Bone remodeling around implants with external hexagon and morse-taper connections : a randomized, controlled, split-mouth, clinical trial ». *Clinical implant dentistry and related research* 19, n° 1 (2017): 97- 110. doi:10.1111/cid.12437.

- Pieri, F., N. N. Aldini, C. Marchetti, et G. Corinaldesi. « Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants: a randomized controlled clinical trial ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 26, n° 1 (2011): 169- 78.
- Pozzi, A., M. Tallarico, et P. K. Moy. « Three-year post-loading results of a randomised, controlled, split-mouth trial comparing implants with different prosthetic interfaces and design in partially posterior edentulous mandibles ». *European journal of oral implantology* 7, n° 1 (2014): 47- 61.
- Ranieri, R., A. Ferreira, E. Souza, J. Arcoverde, F. Dametto, C. Gade-Neto, F. Seabra, et C. Sarmiento. « The bacterial sealing capacity of morse taper implant-abutment systems in vitro ». *Journal of periodontology* 86, n° 5 (2015): 696- 702. doi:10.1902/jop.2015.140623.
- Romanos, G. E., H. Malmstrom, C. Feng, C. Ercoli, et J. Caton. « Immediately loaded platform-switched implants in the anterior mandible with fixed prostheses: a randomized, split-mouth, masked prospective trial ». *Clinical implant dentistry and related research* 16, n° 6 (2014): 884- 92. doi:10.1111/cid.12065.
- Santiago, J. F., V. E. de Souza Batista, F. R. Verri, H. M. Honório, C. C. de Mello, D. A. dF Almeida, et E. P. Pellizzer. « Platform-switching implants and bone preservation: a systematic review and meta-analysis ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 45, n° 3 (2016): 332- 45. doi:10.1016/j.ijom.2015.11.009.
- Scarano, A., L. Valbonetti, M. Degidi, R. Pecci, A. Piattelli, P. S. de Oliveira, et V. Perrotti. « Implant-abutment contact surfaces and microgap measurements of different implant connections under 3-dimensional x-ray microtomography ». *Implant dentistry* 25, n° 5 (2016): 656- 62. doi:10.1097/ID.0000000000000465.
- Schrotenboer, J., Y.-P. Tsao, V. Kinariwala, et H.-L. Wang. « Effect of microthreads and platform switching on crestal bone stress levels: a finite element analysis ». *Journal of periodontology* 79, n° 11 (2008): 2166- 72. doi:10.1902/jop.2008.080178.
- Schulze, D., M. Heiland, H. Thurmann, et G. Adam. « Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography ». *Dentomaxillofacial radiology* 33, n° 2 (2004): 83- 86. doi:10.1259/dmfr/28403350.
- Strietzel, F. P., K. Neumann, et M. Hertel. « Impact of platform switching on marginal peri-implant bone-level changes. a systematic review and meta-analysis ». *Clinical oral implants research* 26, n° 3 (2015): 342- 58. doi:10.1111/clr.12339.
- Teixeira, W., R. F. Ribeiro, S. Sato, et V. Pedrazzi. « Microleakage into and from two-stage implants: an in vitro comparative study ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 26, n° 1 (2011): 56- 62.
- Tesmer, M., S. Wallet, T. Koutouzis, et T. Lundgren. « Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study ». *Journal of periodontology* 80, n° 12 (2009): 1991- 97. doi:10.1902/jop.2009.090178.
- Tripodi, D., G. Vantaggiato, A. Scarano, V. Perrotti, A. Piattelli, G. Iezzi, et S. D'Ercole. « An in vitro investigation concerning the bacterial leakage at implants with internal hexagon and morse taper implant-abutment connections ». *Implant dentistry* 21, n° 4 (2012): 335- 39. doi:10.1097/ID.0b013e31825cd472.
- Wang, Y.-C., J. Y. K. Kan, K. Rungcharassaeng, P. Roe, et J. L. Lozada. « Marginal bone response of implants with platform switching and non-platform switching abutments in posterior healed sites: a 1-year prospective study ». *Clinical oral implants research* 26, n° 2 (2015): 220- 27. doi:10.1111/clr.12312.
- Weng, D., M. J. H. Nagata, A. F. H. Bosco, et L. G. N. de Melo. « Influence of microgap location and configuration on radiographic bone loss around submerged implants: an experimental study in dogs ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 26, n° 5 (2011): 941- 46.
- Wiskott, W. A. « Connectique implantaire vissée ». *Réalités cliniques* 26, n° 1 (2015): 61- 68.

- . « Implant prosthodontics ». In *Fixed prosthodontics: principles and clinics*, 441- 75. London: Quintessence Publishing, 2011.
- Yamanishi, Y., S. Yamaguchi, S. Imazato, T. Nakano, et H. Yatani. « Effects of the implant design on peri-implant bone stress and abutment micromovement : three-dimensional finite element analysis of original computer-aided design models ». *Journal of periodontology* 85, n° 9 (2014): e333-338. doi:10.1902/jop.2014.140107.
- Yamanishi, Y., S. Yamaguchi, S. Imazato, T. Nakano, et H. Yatani. « Influences of implant neck design and implant-abutment joint type on peri-Implant bone stress and abutment micromovement : three-dimensional finite element analysis ». *Dental materials* 28, n° 11 (2012):1126- 33. doi:10.1016/j.dental.2012.07.160.
- Zarb, G. A., et T. Albrektsson. « Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants ». *The journal of prosthetic dentistry* 80, n° 6 (1998): 641.
- Zipprich, H., P. Weigl, B. Lange, et H.-C. Lauer. « Erfassung, ursachen und folgen von mikrobewegungen am implantat-abutment-interface ». *Implantologie* 15, n° 1 (2007): 31- 46.

Table des figures

Figure 1 : Connexions coniques avec et sans indexation	5
Figure 2 : Différents types de connexions planes.....	6
Figure 3 : Transmission des forces entre l'implant et le pilier selon le type de connexion	6
Figure 4 : Implant Bicon à connexion impactée	7
Figure 5 : Images de joints implant-pilier après tests d'usure (microscopie électronique à balayage)..	9
Figure 6 : Distribution de la contrainte équivalente (en Mpa) en réponse à une pression de 380N exercée sous un angle de 30° par rapport à l'axe implantaire.....	12
Figure 7 : Distribution de la contrainte équivalente (en Mpa) en réponse à une pression exercée sous un angle de 40° par rapport à l'axe implantaire.).....	12
Figure 8 : Etapes de sélection des publications (flow chart).....	16
Figure 9 : Grille de lecture pour étude clinique.....	17
Figure 10 : Implants utilisés dans l'étude d'Arnhart et al	33
Figure 11 : Macrodesigns implantaires identiques	41
Figure 12 : Images de microscopie électronique de la jonction implant-pilier	42
Figure 13 : Implants EZ Plus.....	42
Figure 14 : Comparaison de la conception classique avec la conception « platform-switching »	43
Figure 15 : « Connexion conique sans platform-switching », conception hybride mêlant la connexion conique et le plat-à-plat	44
Figure 16 : Concept platform-switching « amplifié », vue microscopique.....	46

Table des tableaux

Tableau 1 : Résultats de l'étude de Cooper et al. 2015.....	18
Tableau 2 : Résultats de l'étude de Bilhan et al. 2010	19
Tableau 3 : Résultats de l'étude de Pessoa et al. 2016	20
Tableau 3 : Résultats de l'étude de Gultekin et al. 2013.....	21
Tableau 5 : Résultats de l'étude d'Arnhart et al. 2012.....	22
Tableau 6 : Résultats de l'étude de Kaminaka et al. 2014.....	23
Tableau 7 : Résultats de l'étude de Pieri et al. 2011	24
Tableau 8 : Résultats de l'étude de Crespi et al. 2009	25
Tableau 9 : Résultats de l'étude de Pozzi et al. 2014	26
Tableau 10 : Résultats de l'étude d'Esposito et al. 2012.....	27
Tableau 11 : Résultats de l'étude de Peñarrocha-Diago et al. 2013	28
Tableau 12 : Résultats de l'étude de Canullo et al. 2012	29
Tableau 13 : Récapitulatif des articles retenus	32

Vu, le Directeur de thèse

Docteur Nicolas EID

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

Professeur Louis MAMAN

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

Le Doyen Louis MAMAN

Connexion conique et maintien du niveau osseux péri-implantaire : revue de littérature

Résumé :

La connexion conique est un type particulier de connexion implant-pilier, qui se distingue des connexions planes par son principe d'insertion d'un cône dans un cône. Les partisans de la connexion conique mettent en avant une meilleure résistance à la pénétration bactérienne et une diminution des micromouvements du pilier. Or, ces deux facteurs sont censés exercer une influence sur le remodelage osseux péri-implantaire. Les avantages supposés de la connexion conique devraient donc se traduire cliniquement par une diminution de la perte d'os marginal, ayant également un impact positif sur le maintien des tissus mous et donc sur la réussite esthétique du traitement implantaire. L'objectif de cette thèse a donc été de chercher à vérifier l'impact en clinique de l'utilisation de la connexion conique sur le maintien du niveau osseux péri-implantaire, en réalisant une étude de littérature sur les études cliniques comparatives prospectives publiées entre le 1^{er} janvier 2000 et le 30 septembre 2016.

Discipline :

Implantologie

Mots clés fMesh et Rameau :

Implants dentaires -- Thèses et écrits académiques ; Prothèse dentaire implanto-portée -- Dissertations universitaires ; Conception d'implant dentaire et de pilier -- Dissertations universitaires ; Résorption alvéolaire -- Dissertations universitaires

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