UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2017 2017 TOU3 3048

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Vincent Benouaich

le 6 juin 2017

INTERETS EN IMPLANTOLOGIE DE LA TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITRONS AU 18-FLUORODESOXYGLUCOSE COUPLEE A LA TOMODENSITOMETRIE AUX RAYONS X

Directeur de thèse : Pr Serge Armand

JURY

Président :	Pr Serge Armand
1er assesseur :	Dr Bruno Courtois
2ème assesseur :	Dr Karim Nasr
3ème assesseur :	Dr Michel Knafo

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2017 2017 TOU3 3048

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Vincent Benouaich

le 6 juin 2017

INTERETS EN IMPLANTOLOGIE DE LA TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITRONS AU 18-FLUORODESOXYGLUCOSE COUPLEE A LA TOMODENSITOMETRIE AUX RAYONS X

Directeur de thèse : Pr Serge Armand

JURY

Président :	Pr Serge Armand
1er assesseur :	Dr Bruno Courtois
2ème assesseur :	Dr Karim Nasr
3ème assesseur :	Dr Michel Knafo

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN
Mr Philippe POMAR

ASSESSEUR DU DOYEN
Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION
Mr Karim NASR
Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE
Mme Anne-Marie GRIMOUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF
Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES
Mr Jean LAGARRIGUE +
Mr Jean-Philippe LODTER
Mr Gérard PALOUDIER
Mr Michel SIXOU
Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN
Mme Geneviève GRÉGOIRE
Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :	***Mme BAILLEUL-FORESTIER***
Professeurs d'Université :	Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE
Maîtres de Conférences :	Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mme VALERA
Assistants :	Mme DARIES, Mr MARTY,
Adjoint d'Enseignement :	Mr. DOMINE, Mme BROUTIN,

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :	***Mr BARON***
Maîtres de Conférences :	Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,
Assistants :	Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :	***Mr HAMEL***
Professeurs d'Université :	Mme NABET, Mr SIXOU
Maîtres de Conférences :	Mr HAMEL, Mr VERGNES
Assistant:	Mlle. BARON,
Adjoints d'Enseignement :	Mr. DURAND, Mr. PARAYRE, Mr. ROSENZWEIG

57.01 PARODONTOLOGIE

Chef de la sous-section :	*Mr BARTHET*
Maîtres de Conférences :	Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
Assistants:	Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER
Adjoints d'Enseignement :	Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr SANCIER, Mr BARRE, Mme KADDECH, Mme VINEL

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION

Chef de la sous-section :	*Mr COURTOIS*
Maîtres de Conférences :	Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
Assistants :	Mme CROS, Mme COSTA-MENDES
Assistant Associé :	Mr DAUZAT,
Adjoints d'Enseignement :	Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE

Chef de la sous-section :	*Mr POULET*
Professeur d'Université :	Mr KEMOUN
Maîtres de Conférences :	Mme GRIMOUD, Mr POULET, Mr BLASCO-BAQUE
Assistants :	Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE,
Adjoints d'Enseignement :	Mr SIGNAT, Mr PUISSOCHET, Mr FRANC

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Chef de la sous-section :	*Mr DIEMER*
Professeur d'Université :	Mr DIEMER
Maîtres de Conférences :	Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants :	Mr BONIN, Mr BUORO, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr DUCASSE
Adjoints d'Enseignement :	Mr. BALGUERIE, Mr. ELBEZE, Mr. MALLET, Mr. FISSE

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)

Chef de la sous-section :	*Mr CHAMPION*
Professeurs d'Université :	Mr ARMAND, Mr POMAR
Maîtres de Conférences :	Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
Assistants:	Mr. EMONET-DENAND, Mr. KNAFO, Mme. SELVA, Mme. ROSCA, Mr. LEMAGNER
Adjoints d'Enseignement :	Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GHRENASSIA, Mme. LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. RAYNALDY, Mr. GINESTE, Mr. CHAMPION, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. HENNEQUIN

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Chef de la sous-section :	*Mme JONIOT*
Maîtres de Conférences :	Mme JONIOT, Mr NASR
Assistants:	Mr. CANCEILL, Mme. GARNIER, Mr. OSTROWSKI
Adjoints d'Enseignement :	Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr VERGÉ, Mme BOUSQUET, Mr MONSARRAT

L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Délibération en date du 12 Mai 1891).

Mise à jour au 03 Avril 2017

Remerciements

Je dédie cette thèse

A mon épouse Cathy, modèle de patience et de douceur, qui m'a offert les plus merveilleux cadeaux du monde.

A ma fille Chloé et à mon fils Julien.

A ma mère et à mon père. Vous avez toujours fait passer vos enfants avant vous-même, avec une affection et un dévouement intarrissables. Si vous trouviez dans ce travail un peu de fierté, j'en serais heureux.

A mon frère Xavier, qui a toujours été un modèle pour moi.

A Catherine, Roxane et Alexandre qui le rendent si heureux.

A mes grands-parents. Ce que je suis n'est que l'héritage de vos destins improbables et extraordinaires.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

Au Docteur Valérie Bounan et à son équipe.

Au Docteur Anne Hitzel, maître de conférences universitaire et praticien hospitalier dans le service de médecine nucléaire du CHU de Toulouse. L'enthousiasme et la bienveillance avec lesquels tu m'as accueilli dans ton service ont été précieux pour moi. Ta disponibilité, ton expertise et le temps que tu m'as consacré font que ce travail est aussi le tien. Sois sûre de ma gratitude.

Au Docteur Viala et au Docteur Massol pour leur aide et leur disponibilité.

A NOTRE PRESIDENT ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le professeur Serge ARMAND

-Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Docteur en Sciences Odontologiques,

-Docteur d'Etat en Odontologie,

-Responsable du Diplôme d'Université d'Implantologie,

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier,

Nous vous remercions d'avoir accepté la présidence et la direction de cette thèse. C'est grâce à votre enseignement que nous avons découvert les bases et les grands principes de l'implantologie. Nous vous prions de trouver dans cet ouvrage le témoignage de notre reconnaissance et de notre considération.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le docteur Bruno Courtois

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Diplôme d'Etudes Supérieures en Chirurgie Buccale,

-D.E.A. Rayonnement et Imagerie en Médecine,

-CES Odontologie Chirurgicale,

-CES de Prothèse Dentaire, option : Prothèse maxillo-faciale,

-Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes très sensibles à votre présence dans notre jury de thèse.

Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre sincère gratitude.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le docteur Karim Nasr

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Master1 mention Biotechnologie-Biostatistiques

-Master 2 Recherche en Science des Matériaux

-Certificat d'Etudes Supérieures de technologie des matériaux employés en Art Dentaire

-Certificat d'Etudes Supérieures de prothèse Dentaire (Option prothèse Scellée)

-Responsable du domaine d'enseignement Imagerie et Numérique

-Responsable de l'Attestation d'Etudes Universitaires d'Imagerie Maxillo-Faciale (CBCT).

-Responsable du Diplôme Universitaire de CFAO en Odontologie

-Responsable de la commission sur la Formation continue

-Chargé de mission à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulous

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Vous avez la gentillesse d'accepter de participer à notre jury de thèse.

Nous vous exprimons ici nos sincères remerciements.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le docteur Michel Knafo

-Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-CES d’Odontologie Prothétique, mention : Prothèse conjointe,

-CES d’Odontologie Prothétique, mention : Prothèse Maxillo-Faciale,

-DU de Réhabilitation des Maxillaires

Nous sommes très honorés de votre présence dans notre jury de thèse.

Nous avons été très sensibles à l’enthousiasme avec lequel vous nous avez transmis vos connaissances cliniques au cours de notre formation.

Veuillez trouver ici l’expression de notre respect et de notre reconnaissance.

Table des matières

Introduction - Objectifs 15

1. Patients et méthodes 19

Type d'étude 19

Modalités de recueil des données 19

Mesures quantitatives 20

Recueil iconographique 22

Corrélations anatomo-fonctionnelles et cliniques 23

2. Résultats 24

Caractéristiques de la cohorte 24

Description des tissus péri-implantaires 28

Cas de l'implant 120, patiente 30 29

TEP-FDG/TDM réalisée à visée diagnostique 33

3. Discussion 36

Méthodologie 36

Limites de l'étude 38

Sélection des patients. 38

Artefacts de mouvement 38

Artefacts métalliques 39

Irradiation des patients 39

Facteurs médico-économiques 40

Intérêts de l'étude 41

Caractère innovant 41

Méthodologie 41

Validation du modèle 42

Intérêt dans le diagnostic des péri-implantites 42

Intérêt dans le traitement des péri-implantites 44

Perspectives 45

Conclusion 46

Bibliographie 47

Abréviations 52

Introduction - Objectifs

Depuis la pose du premier implant dentaire en 1965, l'implantologie n'a cessé de se développer. Grâce à l'évolution des concepts, des matériaux et des techniques, le nombre d'implants posés à travers le monde est en constante augmentation. L'amélioration continue des résultats a été grandement favorisée par l'évolution des techniques d'imagerie médicale, notamment par la tomodensitométrie aux rayons X (TDM) et par l'avènement de la tomographie volumique à rayon conique (cone beam computed tomography = CBCT). L'intérêt de l'imagerie est fondamental, non seulement pour la planification et la réalisation du projet implantaire, mais aussi pour le suivi des implants. Cette phase de suivi des implants a pour buts d'étudier le devenir des implants, mais aussi de décrire et comprendre les causes de pertes implantaires afin d'améliorer leur traitement.

La péri-implantite est la principale cause de perte implantaire(1). C'est une pathologie complexe, dont l'étiologie est infectieuse et inflammatoire. La péri-implantite se manifeste cliniquement par des profondeurs de sondage pathologiques accompagnées de saignements et de suppurations. Ce n'est qu'au stade terminal que le patient ressent une mobilité puis une perte de l'implant. D'un point de vue paraclinique, le diagnostic et le suivi reposent essentiellement sur l'imagerie aux rayons X (radiographie standard et CBCT principalement)(2,3). Ces techniques d'imagerie largement utilisées ont des avantages : simplicité, disponibilité, reproductibilité(4). Ces qualités ont permis leur validation comme techniques de références par l'ensemble des sociétés savantes en implantologie.

Cependant, ces techniques d'imagerie classiques ont des limites. Tout d'abord, elles donnent des informations anatomiques précises, mais pas fonctionnelles ni physiopathologiques. De plus, dans les cas de péri-implantite, l'information obtenue est rétrospective, c'est-à-dire qu'elle témoigne de la lyse osseuse déjà réalisée au moment de l'examen, mais elle ne permet pas de connaître l'activité de la péri-implantite de façon directe(4). Par ailleurs, il existe de nombreux traitements proposés dans les péri-implantites : lambeaux pour curetage ou décontamination(5), débridements implantaires avec des instruments ultrasoniques(6), antibiothérapies locales(7), désinfection aux lasers(8)… Cependant, il n'existe pas d'examen

permettant d'évaluer avec pertinence la supériorité de l'une ou l'autre de ces techniques.

Aux vues de ces éléments, il apparaît intéressant de rechercher une technique d'imagerie qui apporterait des informations complémentaires aux techniques classiques déjà validées. Une approche médicale à la fois anatomique et fonctionnelle est réalisée dans de nombreuses situations grâce aux explorations de médecine nucléaire, notamment la scintigraphie. En effet, l'utilisation de radio-traceurs permet de poser ou d'améliorer des diagnostics dans de nombreuses situations : scintigraphie thyroïdienne, osseuse, myocardique, rénale, pulmonaire de ventilation et de perfusion,… Une des limites de ces techniques est le manque de résolution spatiale de la scintigraphie seule.

Parmi les progrès majeurs de l'imagerie médicale, la tomographie par émission de positrons couplée à la densitométrie aux rayons X (TEP-FDG/TDM) a vu le jour dans les années 1960. Cette technique d'imagerie repose sur le couplage de deux examens : la TDM et la TEP-FDG. La TDM fonctionne en mesurant l'absorption de faisceaux de rayons X par les tissus et permet d'obtenir des images anatomiques tridimensionnelles. La TEP-FDG est une scintigraphie qui permet de mesurer une activité métabolique tissulaire en utilisant le ^{18}F-fluorodésoxyglucose (FDG). Le FDG est un dérivé synthétique du glucose dont le groupement hydroxyle du carbone 2 a été remplacé par un atome de ^{18}fluor (figure 1). Ainsi, le FDG se comporte dans l'organisme comme du glucose. Injecté par voie intraveineuse, il se distribue dans la circulation sanguine puis va transiter vers les tissus proportionnellement à leur activité métabolique. Le^{18}fluor du FDG est un isotope du fluor qui se désintègre en ^{18}oxygène en émettant des positrons avec une demi-vie de 110 minutes, ce qui le rend utilisable en imagerie médicale. Les positrons émis interagissent avec les électrons, qui sont leur antiparticule, ce qui aboutit à leur annihilation en deux photons gamma de 0,511 MeV, qui sont détectés par les caméras. Le point faible de la TEP est sa résolution spatiale limitée.

En résumé, la TEP-FDG/TDM est un examen qui permet d'obtenir une information non seulement anatomique par la TDM, mais aussi métabolique par la TEP-FDG.

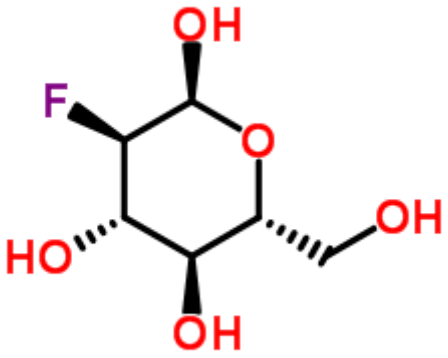


Figure 1 : formule du FDG

La TEP-FDG/TDM a permis des progrès diagnostics et pronostics dans de nombreuses situations cliniques par rapport aux techniques radiologiques ou scintigraphiques isolées : bilan d'extension des pathologies cancéreuses(9), recherche de foyers infectieux(10), diagnostic des ostéites et ostéomyélites(11), recherche d'infections sur prothèses (notamment sur prothèses de hanche)(12),… Dans ces situations, la TEP-FDG/TDM permet d'améliorer le diagnostic grâce à un gain de sensibilité et de spécificité par rapport à l'imagerie morphologique seule(13). Elle améliore la précocité de diagnostic(14). De plus, cet examen reproductible permet de mesurer l'évolution des pathologies, d'évaluer la réponse à une thérapeutique, de détecter l'apparition de nouvelles lésions(14,15).

Parmi les nombreuses indications de la TEP-FDG/TDM, le modèle de l'infection prothétique après arthroplastie de hanche présente de nombreux points communs avec le modèle des implants dentaires : ostéointégration utilisant des biomatériaux similaires (titane micro-macro texturé +/- recouvert d'hydroxyapatite), modèle mécanique et physiologique proche (interface os-titane), infections précoces

(nosocomiales) et/ou tardives, avec des tableaux cliniques souvent aspécifiques et torpides(12).

Malgré le développement de l'implantologie d'une part et de la TEP-FDG/TDM d'autre part au cours des dernières décennies, nous n'avons retrouvé aucune étude dans la littérature (recherches réalisées sur Pubmed et Google scholar) décrivant une association entre ces deux disciplines médicales. Pourtant, la synthèse des éléments précédents permet d'espérer un intérêt de la TEP-FDG/TDM en implantologie. Plusieurs questions se posent :

- La TEP-FDG/TDM est un examen de routine en médecine nucléaire, mais les implants dentaires n'ont jamais été spécifiquement décrits dans la littérature. Quel est l'aspect normal d'un implant dentaire en TEP-FDG/TDM ? Quelles corrélations anatomo-cliniques peuvent être établies devant une image pathologique ?
- La péri-implantite est une pathologie inflammatoire d'origine infectieuse dont le diagnostic radiologique conventionnel est délicat. La TEP-FDG/TDM peut-elle améliorer notre approche diagnostique de la péri-implantite ? La TEP-FDG/TDM peut-elle participer à la décision thérapeutique ? La TEP-FDG/TDM pourrait-elle constituer un outil d'évaluation des pratiques dans le suivi et le traitement des péri-implantites ?

1. Patients et méthodes

Type d'étude

Cette étude était une étude prospective observationnelle ouverte monocentrique. Du 15/09/2016 au 16/02/2017, une recherche d'implants dentaires systématique a été réalisée chez tous les patients ayant réalisé une TEP-FDG/TDM dans le service de médecine nucléaire du CHU de Toulouse. La grande majorité des examens étaient réalisés dans le cadre de bilans d'extension de pathologies néoplasiques, ou pour rechercher des foyers infectieux profonds. La recherche d'implants dentaires s'est faite par l'interrogatoire des patients et par l'observation des images lors de l'interprétation des résultats. Le seul critère d'exclusion a été l'impossibilité d'interprétation des résultats liée à des artefacts (4 patients exclus).

Modalités de recueil des données

Dans la mesure où il s'agissait d'une étude observationnelle, le protocole de réalisation des examens était le protocole habituel du service de médecine nucléaire du CHU de Toulouse.

Avant le début de l'examen, le patient observait un repos de 2 heures et un jeun de 4 heures. Une voie veineuse périphérique était posée. Un contrôle glycémique était réalisé, puis une injection intraveineuse de ^{18}FDG était réalisée en bolus à une posologie de 2,5mBq par kg de poids. Un repos de 60 minutes post-injection dans un box calme était ensuite observé. Le patient était installé, puis une acquisition TDM faible dose et une TEP étaient réalisées. La caméra utilisée était une TEP couplée à un appareil TDM corps entier modèle Biograph 6 (Siemens, Knoxville), installée en 2008 au centre TEP du CHU Toulouse Purpan. La partie TEP était constituée de 32448 cristaux LSO (NEC 165 kcps, sensibilité 7,9) autorisant l'acquisition de 109 coupes pour un champ de vue physique axial de 21.6cm. Les mesures nécessaires à

la correction de l'auto-atténuation étaient acquises à l'aide d'un tomodensitomètre. Cet outil était doté d'un logiciel de correction de l'effet de volume partiel autorisant une résolution spatiale après correction voisine de 2.5 mm. Les images étaient reconstruites par méthode de reconstruction itérative (14 subsets, 4 itérations) avec un filtrage gaussien (FWHM = 5 mm) pour 74 coupes de 128 X 128 pixels.

La lecture des images des tissus péri-implantaires était réalisée conjointement par un médecin nucléaire et un chirurgien-dentiste.

Mesures quantitatives

Pour tous les examens, le plan d'occlusion a été choisi comme plan de référence pour positionner le volume d'acquisition. Pour mesurer la valeur de fixation normalisée (Standardized Uptake Value = SUV), une coupe parallèle au plan d'occlusion passant par le col de chaque implant a été sélectionnée (Figure 2). Une zone d'intérêt (Region Of Interest = ROI) a été définie pour réaliser la mesure de la SUV péri-implantaire. Cette ROI péri-implantaire a été définie par 3 disques de 2 mm de diamètre dont le centre était situé dans la zone péri-implantaire (Figure 3). La ROI témoin a été définie comme un disque de 5 mm de diamètre situé dans l'os spongieux du ramus (Figure 4). Conformément aux données de la littérature, la valeur de SUV maximale (SUVmax) a été retenue pour quantifier la SUV péri-implantaire. Pour la SUV témoin, mesurée dans l'os spongieux du ramus, c'est la SUV moyenne (SUVmoy) qui a été mesurée.

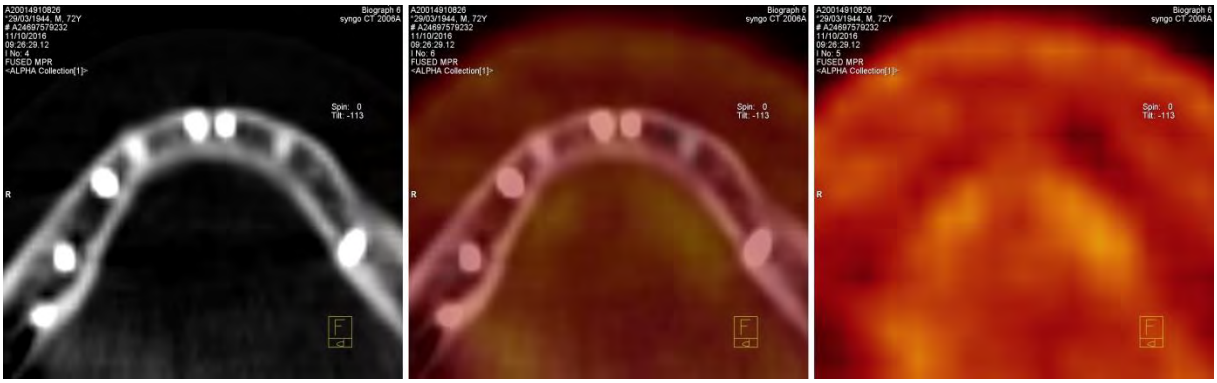


Figure 2 : image de fusion PET-FDG/TDM. A gauche : image de tomodensitométrie aux rayons X, la densité aux rayons X est codée en niveaux de gris (noir = densité faible, gris = densités intermédiaires, blanc = densité élevée). A droite : image de TEP-FDG, l'intensité du rayonnement est codé en niveaux colorés (noir = rayonnement minimum, rouge = rayonnement faible, jaune = rayonnement élevé, blanc = rayonnement maximum). Au centre : fusion des deux images avec une transparence de 50% pour chacune des deux acquisitions.

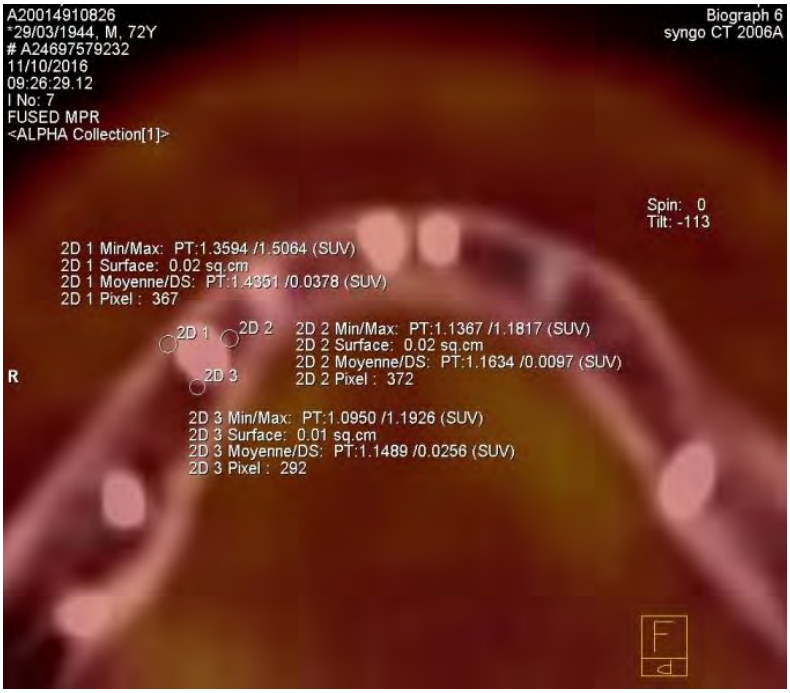


Figure 3 : mesure de la SUV péri-implantaire autour d'un implant mandibulaire.

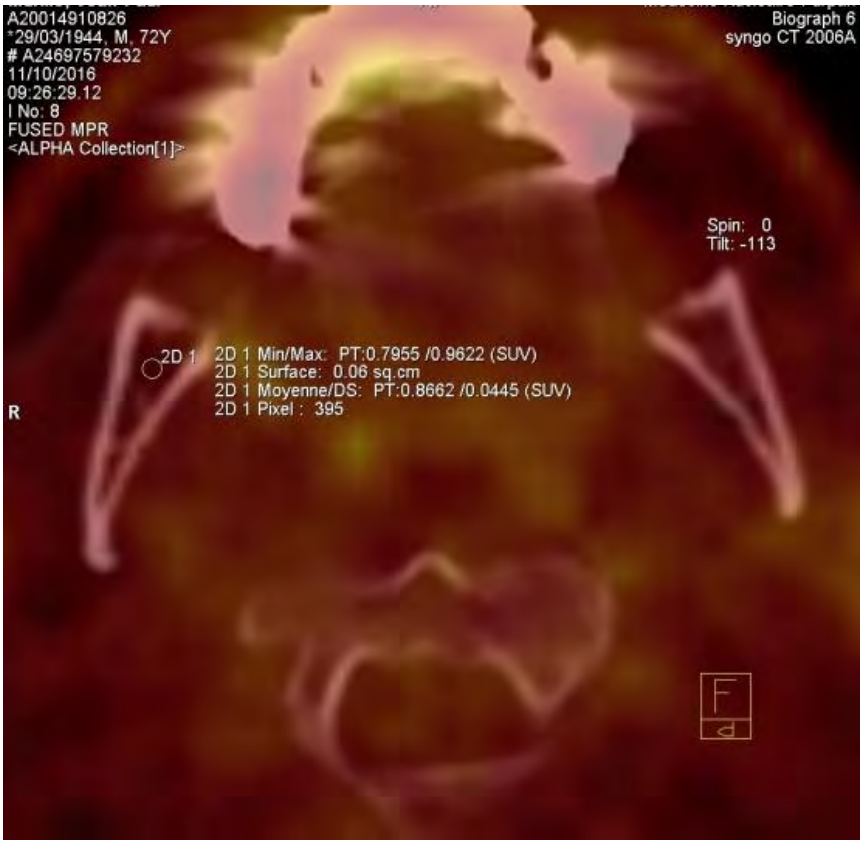


Figure 4 : mesure de la SUV ramique (témoin)

Recueil iconographique

Les examens paraissant les plus démonstratifs ont été sélectionnés afin de réaliser une base de données iconographique. Des coupes dans différents plans ont été réalisées afin d'obtenir des images didactiques et comparables aux images classiquement utilisées en imagerie par CBCT.

Corrélations anatomo-fonctionnelles et cliniques

La recherche de pathologies implantaires a été réalisée par l'interrogatoire systématique des patients. Dans certains cas, le chirurgien-dentiste traitant a été contacté afin de recueillir des éléments cliniques et iconographiques du dossier médico-dentaire des patients.

En plus de cette cohorte prospective observationnelle, et après avoir analysé les résultats, une TEP-FDG/TDM a été réalisée chez un patient suspect de péri-implantite. Contrairement aux patients de la cohorte, la TEP-FDG/TDM a été centrée sur la cavité orale avec une résolution spatiale de la TDM améliorée par rapport aux examens « corps-entier ».

2. Résultats

Caractéristiques de la cohorte

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 1.

Le nombre de patients inclus a été de 32. Il y avait 17 femmes (53 %). L'âge moyen était de 63,3 ans (+/- 9,29). L'indication de la TEP-FDG/TDM était un bilan d'extension de néoplasie dans presque tous les cas. Le nombre d'implants inclus dans l'étude était de 126, soit une moyenne de 3,94 implants par patient (1 à 16).

Quatre patients ont été exclus en raison d'artefacts de mouvement du patient entre la réalisation de la TEP-FDG et la réalisation de la TDM, altérant la fiabilité de la superposition TEP-FDG et TDM.

Numéro implant	Numéro Patient	Date de naissance	Genre	Position implant	Date d'examen	SUV max péri-implantaire	SUV moy témoin	Ecart type témoin
1	1	25/03/1940	F	36	22/09/2016	0,77	0,63	0,06
2	1	25/03/1940	F	37	22/09/2016	0,84	0,63	0,06
3	1	25/03/1940	F	43	22/09/2016	0,68	0,63	0,06
4	1	25/03/1940	F	44	22/09/2016	0,98	0,63	0,06
5	1	25/03/1940	F	46	22/09/2016	0,83	0,63	0,06
6	1	25/03/1940	F	47	22/09/2016	0,83	0,63	0,06
7	2	02/08/1932	F	33	28/09/2016	0,67	0,55	0,07
8	2	02/08/1932	F	43	28/09/2016	0,63	0,55	0,07
9	3	19/05/1948	M	46	30/09/2016	1,1	0,71	0,07
10	4	06/10/1957	M	46	06/10/2016	1,2	0,67	0,03
11	5	09/05/1927	F	32	10/10/2016	1,48	0,7	0,03
12	5	09/05/1927	F	33	10/10/2016	1,31	0,7	0,03
13	5	09/05/1927	F	42	10/10/2016	1,29	0,7	0,03
14	5	09/05/1927	F	43	10/10/2016	1,26	0,7	0,03
15	6	16/10/1944	F	34	11/10/2016	2,42	0,74	0,02
16	6	16/10/1944	F	35	11/10/2016	4,11	0,74	0,02
17	6	16/10/1944	F	36	11/10/2016	1,96	0,74	0,02
18	6	16/10/1944	F	37	11/10/2016	1,65	0,74	0,02
19	7	31/08/1934	F	44	11/10/2016	1,26	1,2	0,07
20	7	31/08/1934	F	45	11/10/2016	1,33	1,2	0,07

21	8	29/03/1944	M	11	11/10/2016	1,36	1,04	0,02
22	8	29/03/1944	M	14	11/10/2016	1,29	1,04	0,02
23	8	29/03/1944	M	15	11/10/2016	1,39	1,04	0,02
24	8	29/03/1944	M	21	11/10/2016	1,13	1,04	0,02
25	8	29/03/1944	M	22	11/10/2016	1,46	1,04	0,02
26	8	29/03/1944	M	23	11/10/2016	1,77	1,04	0,02
27	8	29/03/1944	M	24	11/10/2016	1,83	1,04	0,02
28	8	29/03/1944	M	31	11/10/2016	1,09	1,04	0,02
29	8	29/03/1944	M	36	11/10/2016	0,93	1,04	0,02
30	8	29/03/1944	M	41	11/10/2016	1,25	1,04	0,02
31	8	29/03/1944	M	44	11/10/2016	0,89	1,04	0,02
32	8	29/03/1944	M	46	11/10/2016	1,08	1,04	0,02
33	8	29/03/1944	M	47	11/10/2016	0,95	1,04	0,02
34	9	02/07/1956	F	34	14/10/2016	1,18	0,83	0,06
35	9	02/07/1956	F	35	14/10/2016	1,21	0,83	0,06
36	9	02/07/1956	F	36	14/10/2016	0,97	0,83	0,06
37	10	27/02/1956	F	11	18/10/2016	1,14	0,74	0,02
38	11	28/05/1950	M	33	18/10/2016	1,25	0,7	0,06
39	11	28/05/1950	M	43	18/10/2016	1,02	0,7	0,06
40	12	20/05/1970	M	12	19/10/2016	0,44	0,42	0,1
41	13	14/01/1955	M	13	26/10/2016	1,47	1,36	0,03
42	13	14/01/1955	M	14	26/10/2016	0,96	1,36	0,03
43	13	14/01/1955	M	15	26/10/2016	0,87	1,36	0,03
44	13	14/01/1955	M	16	26/10/2016	0,84	1,36	0,03
45	13	14/01/1955	M	17	26/10/2016	0,54	1,36	0,03
46	13	14/01/1955	M	23	26/10/2016	0,9	1,36	0,03
47	13	14/01/1955	M	26	26/10/2016	0,65	1,36	0,03
48	13	14/01/1955	M	27	26/10/2016	0,88	1,36	0,03
49	13	14/01/1955	M	28	26/10/2016	0,98	1,36	0,03
50	13	14/01/1955	M	35	26/10/2016	1,72	1,36	0,03
51	13	14/01/1955	M	36	26/10/2016	1,21	1,36	0,03
52	13	14/01/1955	M	37	26/10/2016	1,62	1,36	0,03
53	13	14/01/1955	M	38	26/10/2016	1,35	1,36	0,03
54	13	14/01/1955	M	44	26/10/2016	1,25	1,36	0,03
55	13	14/01/1955	M	45	26/10/2016	1,78	1,36	0,03
56	13	14/01/1955	M	46	26/10/2016	1,76	1,36	0,03
57	14	06/12/1947	M	14	28/10/2016	0,84	0,77	0,07
58	14	06/12/1947	M	15	28/10/2016	1,27	0,77	0,07
59	14	06/12/1947	M	16	28/10/2016	1,23	0,77	0,07
60	14	06/12/1947	M	24	28/10/2016	1,87	0,77	0,07
61	14	06/12/1947	M	25	28/10/2016	1,32	0,77	0,07
62	15	21/05/1948	F	14	21/11/2016	0,85	0,85	0,06
63	15	21/05/1948	F	16	21/11/2016	0,86	0,85	0,06
64	15	21/05/1948	F	17	21/11/2016	0,86	0,85	0,06

65	15	21/05/1948	F	31	21/11/2016	0,98	0,85	0,06
66	15	21/05/1948	F	32	21/11/2016	0,67	0,85	0,06
67	15	21/05/1948	F	33	21/11/2016	1,16	0,85	0,06
68	15	21/05/1948	F	34	21/11/2016	0,76	0,85	0,06
69	15	21/05/1948	F	35	21/11/2016	0,37	0,85	0,06
70	15	21/05/1948	F	41	21/11/2016	0,68	0,85	0,06
71	16	05/03/1949	F	11	24/11/2016	2,88	1,05	0,04
72	16	05/03/1949	F	13	24/11/2016	1,14	1,05	0,04
73	16	05/03/1949	F	15	24/11/2016	1,73	1,05	0,04
74	16	05/03/1949	F	21	24/11/2016	3,75	1,05	0,04
75	16	05/03/1949	F	23	24/11/2016	1,63	1,05	0,04
76	17	18/09/1958	F	25	28/11/2016	0,65	0,53	0,05
77	17	18/09/1958	F	34	28/11/2016	1,09	0,53	0,05
78	17	18/09/1958	F	35	28/11/2016	1,5	0,53	0,05
79	18	07/11/1946	F	31	01/12/2016	0,74	0,41	0,04
80	18	07/11/1946	F	41	01/12/2016	0,62	0,41	0,04
81	19	05/11/1959	M	24	02/12/2016	0,85	0,85	0,2
82	20	04/03/1965	F	14	06/12/2016	2,15	0,75	0,08
83	20	04/03/1965	F	15	06/12/2016	2,13	0,75	0,08
84	20	04/03/1965	F	16	06/12/2016	1,73	0,75	0,08
85	20	04/03/1965	F	17	06/12/2016	1,71	0,75	0,08
86	20	04/03/1965	F	23	06/12/2016	1,07	0,75	0,08
87	20	04/03/1965	F	24	06/12/2016	0,94	0,75	0,08
88	20	04/03/1965	F	25	06/12/2016	0,94	0,75	0,08
89	20	04/03/1965	F	27	06/12/2016	0,81	0,75	0,08
90	20	04/03/1965	F	31	06/12/2016	1,28	0,75	0,08
91	20	04/03/1965	F	35	06/12/2016	1,47	0,75	0,08
92	20	04/03/1965	F	41	06/12/2016	1,28	0,75	0,08
93	20	04/03/1965	F	44	06/12/2016	3,19	0,75	0,08
94	21	27/02/1942	F	13	14/12/2016	1,83	0,75	0,02
95	21	27/02/1942	F	21	14/12/2016	1,46	0,75	0,02
96	21	27/02/1942	F	22	14/12/2016	1,42	0,75	0,02
97	22	19/02/1954	M	21	14/12/2016	1,07	0,65	0,04
98	23	15/05/1944	M	14	16/12/2016	1,36	1,38	0,12
99	23	15/05/1944	M	15	16/12/2016	1,25	1,38	0,12
100	23	15/05/1944	M	16	16/12/2016	1,32	1,38	0,12
101	23	15/05/1944	M	24	16/12/2016	1,42	1,38	0,12
102	23	15/05/1944	M	25	16/12/2016	1,14	1,38	0,12
103	23	15/05/1944	M	26	16/12/2016	1,24	1,38	0,12
104	24	09/08/1947	M	33	20/12/2016	1,58	1,61	0,05
105	24	09/08/1947	M	43	20/12/2016	1,46	1,61	0,05
106	25	08/07/1955	F	35	22/12/2016	1,71	1,05	0,11
107	25	08/07/1955	F	47	22/12/2016	1,83	1,05	0,11
108	26	28/05/1948	M	14	23/12/2016	1,96	1,61	0,2

109	26	28/05/1948	M	15	23/12/2016	2,19	1,61	0,2
110	26	28/05/1948	M	16	23/12/2016	2,14	1,61	0,2
111	27	23/02/1963	M	11	27/12/2016	2,63	0,61	0,06
112	27	23/02/1963	M	22	27/12/2016	3,48	0,61	0,06
113	28	06/07/1948	M	11	05/01/2017	2,58	2,73	0,16
114	28	06/07/1948	M	21	05/01/2017	2,51	2,73	0,16
115	28	06/07/1948	M	22	05/01/2017	2,31	2,73	0,16
116	29	06/10/1955	F	14	23/01/2017	0,97	0,75	0,04
117	29	06/10/1955	F	15	23/01/2017	1	0,75	0,04
118	29	06/10/1955	F	16	23/01/2017	0,73	0,75	0,04
119	30	10/08/1941	F	35	23/01/2017	2,14	0,6	0,05
120	30	10/08/1941	F	36	23/01/2017	5,12	0,6	0,05
121	30	10/08/1941	F	44	23/01/2017	2,86	0,6	0,05
122	30	10/08/1941	F	45	23/01/2017	2,58	0,6	0,05
123	30	10/08/1941	F	46	23/01/2017	1,18	0,6	0,05
124	31	07/06/1930	F	24	26/01/2017	1,62	0,62	0,01
125	32	09/12/1954	F	25	16/02/2017	2,13	0,61	0,07
126	32	09/12/1954	F	26	16/02/2017	2,26	0,61	0,07

Tableau 1 : Caractéristiques des patients et des implants de la cohorte.

Description des tissus péri-implantaires

La SUVmax péri-implantaire moyenne était de 1,432 (+/- 1,05). La SUVmoy témoin était en moyenne de 0,965 avec un écart type intrinsèque au sein des témoins de 0,059. La plus grande SUV péri-implantaire mesurée avait une valeur de 5,12. Cette valeur a été enregistrée sur l'implant numéro 120, en position de 36, chez la patiente 30. L'étude clinique par l'interrogatoire et l'examen du dossier dentaire montrait une péri-implantite sévère, avec perte de l'implant quelques jours après la réalisation de la TEP-FDG/TDM. Tous les autres implants avaient une SUV inférieure ou égale à 4,11 (implant numéro 24).

Tous les implants inclus dans cette étude avaient été posés plus de 6 mois avant la réalisation de la TEP-FDG/TDM.

La grande majorité des implants observés étaient cliniquement normaux, sans signes fonctionnels décrits par les patients (Figures 5 et 6)

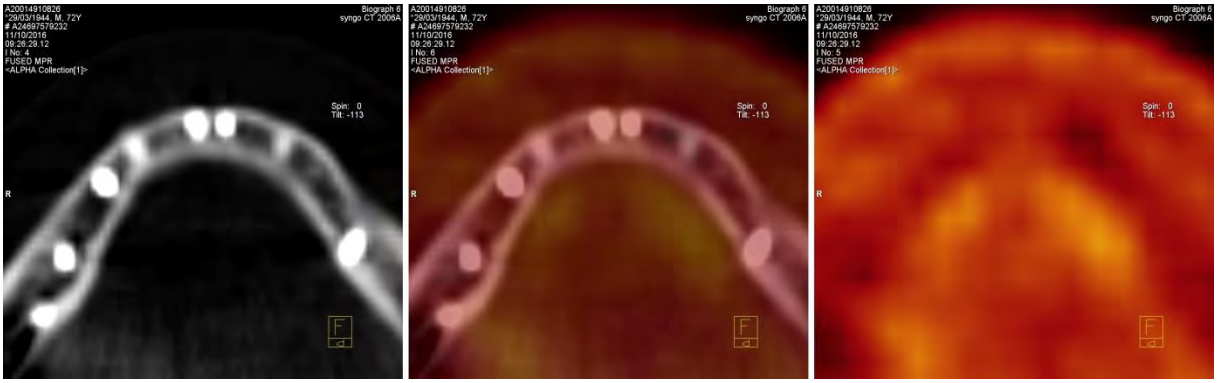


Figure 5 : implants mandibulaires (patient 8)

Figure 6 : implant en position de 16 avec soulevée de sinus (patient 14).

Cas de l'implant 120, patiente 30

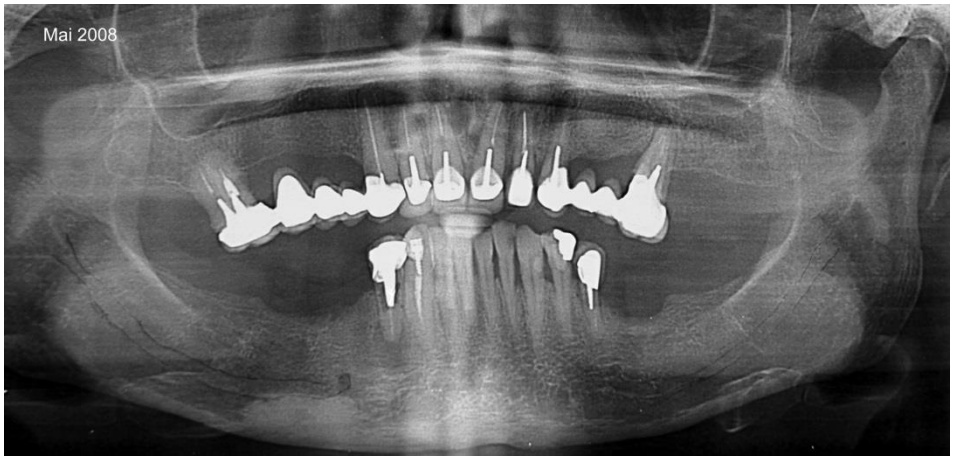
L'implant 120, en position de 36, avait une SUV max de 5,12 : la plus élevée de toute l'étude (5,12). Cette valeur était très supérieure à celle de tous les autres implants de la cohorte, mais aussi très supérieure aux 4 autres implants de la patiente (Tableau 2). La SUV moyenne témoin était de 0.6 +/- 0.05.

Position de l'implant	SUV max Péri-implantaire
35	2,14
36	5,12
44	2,86
45	2,58
46	1,18

Tableau 2 : Valeurs des SUV péri-implantaires des différents implants de la patiente 30. L'implant en position de 36 présente la SUV la plus élevées de toute la cohorte.

Il s'agissait d'une patiente de 75 ans suivie pour une hémopathie maligne. La pose de ses implants avait été réalisée 4 ans avant la date de l'examen, sans aucune complication, par un praticien expérimenté. La patiente avait ultérieurement développé un lymphome pour lequel elle avait bénéficié de plusieurs cycles de chimiothérapie. Ce traitement avait été accompagné de mucites invalidantes à plusieurs reprises. Le suivi clinique avait été sans particularité pendant 3 ans après la pose des implants. Durant les mois précédant la TEP-FDG/TDM, un tableau de péri-implantite avait été observé par son chirurgien-dentiste. La dépose de l'implant a été réalisée 4 semaines après la TEP-FDG/TDM, dans un tableau de péri-implantite terminale. Tous les autres implants chez cette patiente ont eu une évolution simple sur le plan clinique et radiologique.

Les 5 orthopantomogrammes réalisés au décours de l'évolution clinique sont regroupés dans la figure 7. Des images de TEP-FDG/TDM sont présentées dans les figures 8 et 9.



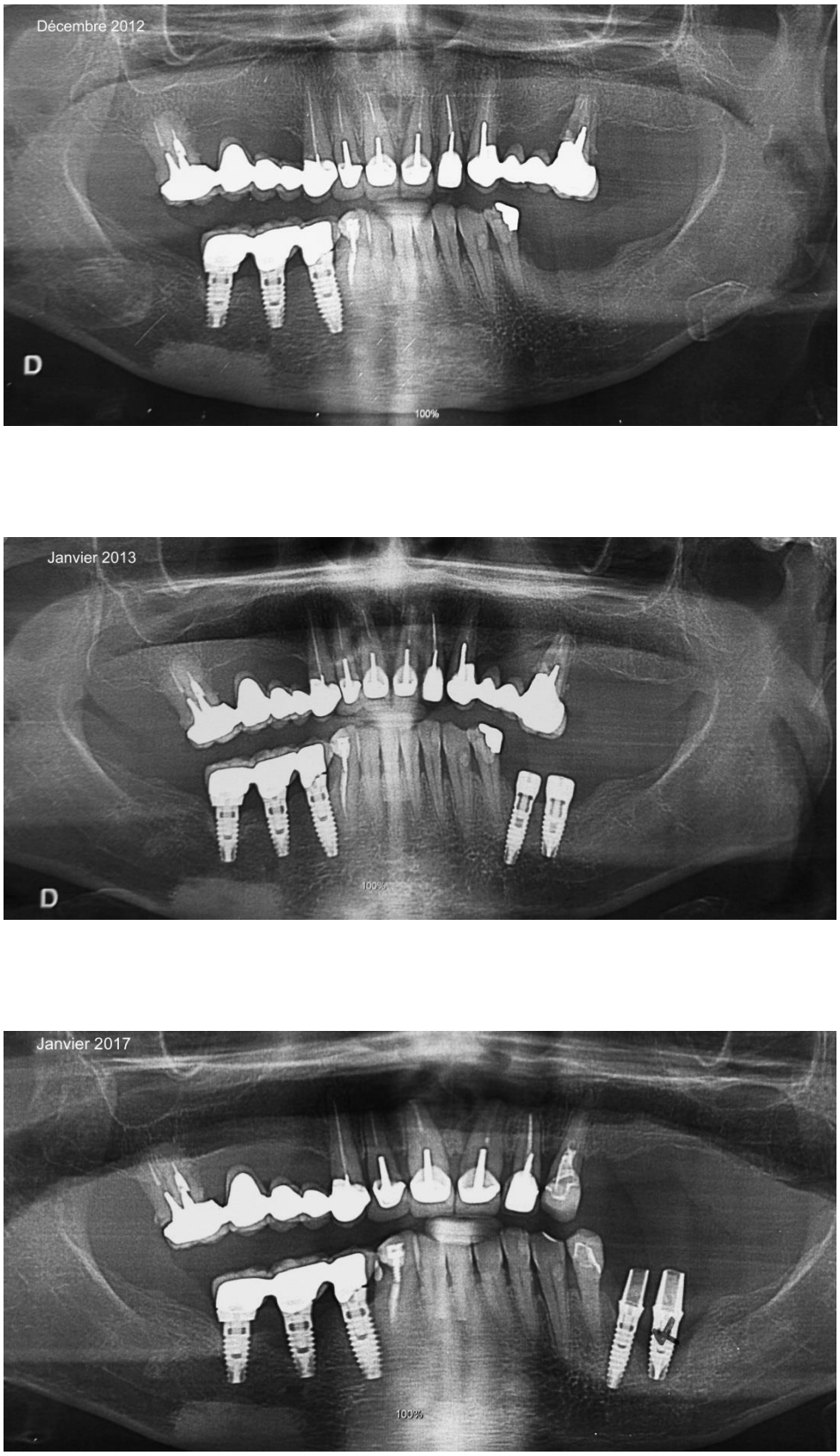


Figure 7 : orthopantomogrammes réalisés chez la patiente 30.

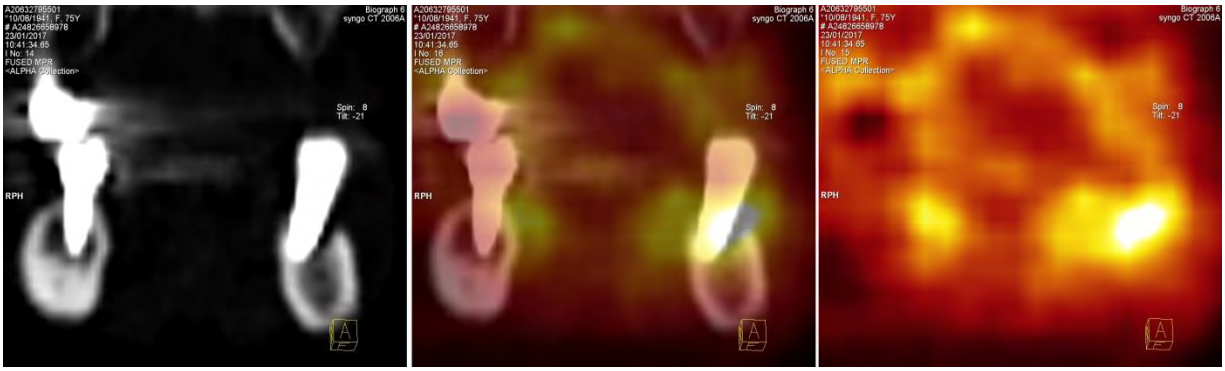


Figure 8 : Images de TEP-FDG/TDM en reconstructions para-frontales passant par l'implant 120 et par un implant sain contro-latéral.

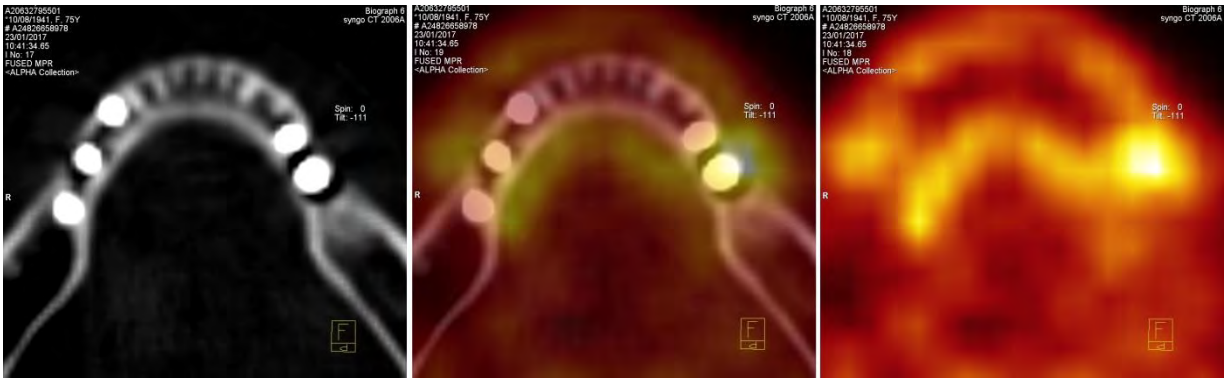


Figure 9 : Images de TEP-FDG/TDM en reconstruction parallèle au plan d'occlusion, visualisant l'implant 120 et les autres implants mandibulaires.

TEP-FDG/TDM réalisée à visée diagnostique

Un patient de 59 ans avait bénéficié de la pose de 6 implants en 2016. Ces implants étaient en position de 24, 26, 44, 45, 46 et 47. La pose de l'implant en position de 47 avait été accompagnée par la mise en place d'un matériau de comblement en distal. Le suivi avait été sans particularité pendant la première année. Après un an, un tableau de parodontite généralisée d'intensité modérée s'était développé, évoluant par poussées. L'examen parodontal objectivait des sites de saignements spontanés et au sondage au niveau parodontal et péri-implantaire. Ces signes étaient diffus, et aucun implant ne paraissait pathologique cliniquement. Le patient décrivait des épisodes de paresthésies de la joue droite mal systématisées, sans atteinte du territoire du nerf mentonnier, d'évolution récidivante avec des intervalles asymptomatiques. Un CBCT avait été réalisé, sans pouvoir orienter avec certitude vers une cible thérapeutique spécifique.

Dans ce contexte, et après décision collégiale multidisciplinaire, une TEP-FDG/TDM centrée sur l'extrémité céphalique a été réalisée, 4 mois après le début de la dégradation clinique, soit 16 mois après la pose des implants. Les images de fusion étaient en faveur d'une lésion contre la face distale de l'implant en position de 47 (Figures 10, 11 et 12). Les SUV max péri-implantaires étaient comprises entre 1,06 à 1,80 pour un témoin à 0,72 +/- 0,06, sauf pour l'implant en position de 47 dont la SUV était de 9,27. Les mesures de SUV sont rapportées dans le tableau 2.

Figure 10 : image de TEP-FDG/TDM en reconstruction parallèle au plan d'occlusion et passant par l'implant en position de 47.

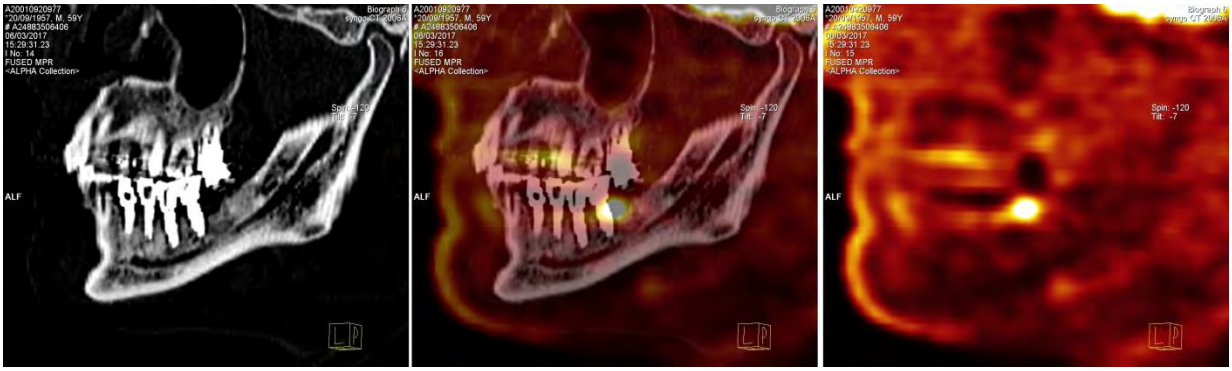


Figure 11 : image en TEP-FDG/TDM en reconstruction dans un plan passant par les implants en positions de 44, 45, 46 et 47.

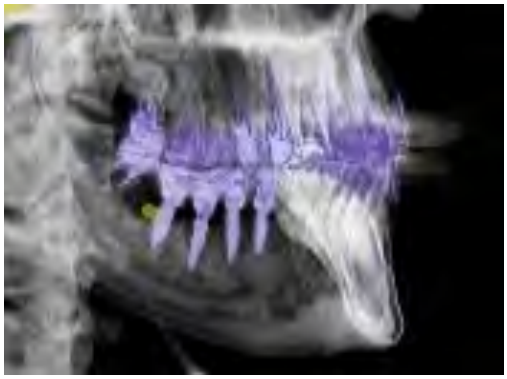


Figure 12 : image en TEP-FDG/TDM avec reconstruction tridimensionnelle colorisée.

Position de l'implant	SUV max péri-implantaire
24	1,78
26	1,06
44	1,65
45	1,8
46	1,73
47	9,27

Tableau 3 : valeurs des SUV péri-implantaires relevées chez le patient suspect de péri-implantite.

Les données de la TEP-FDG/TDM étant en faveur d'une lésion inflammatoire juxta-implantaire en distal de l'implant en position de 47, une intervention a été décidée. Un lambeau d'accès a été réalisé, sous anesthésie locale, en regard de la zone hyper-métabolique visualisée sur la TEP-FDG/TDM. En peropératoire, le site hypermétabolique correspondait à un granulome inflammatoire et nécrotique. L'exérèse de ce tissu a été réalisée de façon à obtenir des berges macroscopiquement saines. Les suites opératoires ont été simples.

3. Discussion

Ce travail avait pour but d'étudier, pour la première fois, des images d'implants dentaires en TEP-FDG/TDM. Il s'agissait d'un travail inédit, dont les buts étaient de décrire des images normales et pathologiques, et d'envisager l'établissement de corrélations anatomo-cliniques. Après une première analyse des données observationnelles, une TEP-FDG/TDM a été réalisée dans un but diagnostic chez un patient présentant une suspicion de lésion péri-implantaire dans un contexte clinique atypique.

Méthodologie

Cette étude rétrospective a été réalisée sur des patients non sélectionnés. En conséquence, elle présente l'avantage d'observer un échantillon non biaisé de la population qui bénéficie de TEP-FDG/TDM en routine clinique. Par contre, la majorité des patients étaient des patients en cours de bilan d'extension de pathologies néoplasiques, ce qui constitue un biais de sélection si l'on veut extrapoler ces observations à une population de patients porteurs d'implants sans autres comorbidités.

En ce qui concerne le choix des valeurs mesurées, le fait de comparer la SUV maximum en zones péri-implantaires avec la SUV moyenne en zone témoin ramique peut sembler un choix arbitraire. En réalité, ce choix est expliqué en détails dans l'article « TEP-TDM pour l'exploration du nodule pulmonaire solitaire : acquis et perspectives » publié en 2009 dans la Revue Des Maladies Respiratoires en 2009 par Groheux et al.(14). En résumé, la résolution actuelle des systèmes TEP-FDG/TDM est voisine de 3 à 5 mm. De ce fait, l'activité d'une source de petite taille est « diluée » dans un volume plus grand, entraînant une sous-estimation de l'activité réelle. Cet effet, appelé effet de volume partiel concerne toute lésion

hypermétabolique de taille inférieure à 2 fois la résolution spatiale du système. Cet effet est d'autant plus important que la lésion est petite. En pratique, la TEP-FDG/TMD est peu sensible pour la caractérisation de lésions de taille inférieure à 5 mm. Une fixation dans un tel cas a toutefois une valeur diagnostique importante. L'activité dans chaque pixel des images de TEP-FDG/TDM corrigées de l'atténuation peut être évaluée par l'utilisation d'un index quantitatif dénommé « Standardized Uptake Value » (SUV). Cet index prend en compte l'activité injectée et la masse corporelle selon la formule suivante :

SUV = [Concentration du traceur (kBq/mL)] / [Activité injectée (kBq)/ Poids du patient (g)]

Dans une région d'intérêt, il est possible de mesurer la SUVmoy ainsi que la SUVmax, qui correspond à la valeur du pixel le plus intense dans le volume considéré.

Au total, les mesures quantitatives, bien qu'intégrant des valeurs choisies arbitrairement, sont un bon reflet de l'activité métabolique réelle.

Ces mesures quantitatives sont tout de même sujettes à variations. En pratique, une analyse qualitative visuelle est toujours réalisée. Le plus souvent, le seuil de positivité visuelle est défini qualitativement comme une fixation plus élevée que le bruit de fond vasculaire médiastinal(14). Dans notre étude, le bruit de fond de l'os spongieux ramique a été retenu comme site de référence du bruit de fond en raison de sa proximité avec les implants et de son métabolisme comparable à l'os alvéolaire. L'analyse visuelle qualitative utilise des échelles de gradient de fixation fondées sur l'intensité de fixation physiologique des organes sains. Certains auteurs utilisent simplement une évaluation binaire : nodule fixant ou non fixant, quel que soit le degré de fixation(16).

Limites de l'étude

Sélection des patients.

Dans cette étude, les TEP-FDG/TDM n'étaient pas réalisées dans un but implantaire, mais le plus souvent pour la recherche de métastases cancéreuses ou de foyers infectieux profonds dans le corps entier. La TDM couplée à la TEP-FDG n'était donc pas adaptée pour une étude optimale de la cavité orale. Dans le but d'obtenir une irradiation minimale, la TDM était réalisée avec une faible dose de rayons X (TDM « low dose »), ce qui ne permet pas d'obtenir des images aussi précises que lors d'une TDM classique ou d'un CBCT réalisés dans une indication implantaire. Cependant, comme nous l'avons montré dans le cas de TEP-FDG/TDM réalisée à visée diagnostique implantaire, on peut aisément augmenter la résolution de la TDM dans la zone d'intérêt.

Artefacts de mouvement

Dans le cas d'une TEP-FDG/TDM corps entier, le protocole habituel comporte un recueil TDM différé de plusieurs minutes par rapport au recueil TEP-FDG. Ainsi, le patient doit rester strictement immobile pendant toute la durée de l'examen. Si le patient bouge, la fusion de la TEP-FDG et de la TDM sera artefactée par un décalage spatial : les images ne seront plus « en face l'une de l'autre »(5). Dans notre étude, 4 patients ont été exclus à cause de ce type d'artefact. S'il existe une zone hypermétabolique, elle sera tout de même objectivée par la TEP-FDG, mais on ne pourra pas la corréler précisément avec une structure anatomique. Dans le cas d'une TEP-FDG/TDM centrée sur l'extrémité céphalique, le délai entre l'acquisition TEP-FDG et l'acquisition TDM est significativement réduit, ce qui limite considérablement l'artefact de mouvement. Enfin, en cas de décalage lié à un mouvement du patient entre les deux acquisitions, le logiciel permet de recentrer les volumes de données, mais le résultat reste inférieur à une acquisition normale.

Artefacts métalliques

Une autre limite couramment rapportée dans la littérature est la présence d'artefacts métalliques en TDM dus aux alliages utilisés en prothèse dentaire(17,18). Ces artefacts rendent difficiles, voire impossible, l'analyse des structures métalliques et de leur environnement proche. Cependant, dans notre étude, la radio-opacité du titane était moins importante que celles des alliages utilisés pour les prothèses, et il n'y avait pas d'artefacts métalliques autour des implants. Les acquisitions spiralées de la TDM étant anatomiquement proches de coupes horizontales, les artefacts au niveau des couronnes dentaires et des ancrages radiculaires métalliques étaient intenses aux environs du plan d'occlusion, mais n'avaient pas de répercussions sur les zones péri-implantaires.

Irradiation des patients

La TEP-FDG/TDM est un examen « doublement irradiant » par la TEP-FDG d'une part (injection de 2,5 MBq/kg), et par la TDM d'autre part (absorption de rayons X). Le cumul de ces doses est globalement équivalent à une TDM standard en radiologie. Pour un adulte de 70 kg à qui on injecte 180 MBq, la dose efficace sera d'environ 3,4 mSv. La dose d'irradiation liée à la TDM low dose est de 5 à 10 mSv. La dose d'irradition efficace varie donc entre 10 et 20 mSv.

L'irradiation naturelle est en moyenne, en France, de l'ordre de 2,4 mSv/an. La limite d'exposition annuelle pour le public est de 1 mSv/an (hors examens médicaux). Les limites autorisées pour les travailleurs du nucléaire (manipulateurs radio, médecins...) sont de 6 à 20 mSv/an selon la catégorie. Les doses délivrées en imagerie médicale sont de l'ordre de 8 mSv pour une TDM classique, et de 20 mSv pour une TDM thoracique sans puis avec injection de produit de contraste. En imagerie bucco-dentaire, une radiographie rétro-alvéolaire délivre 4 µSv, un orthopantomogramme 20 µSv et un CBCT 100 à 300 µSv.

L'irradiation liée à une TEP-FDG/TDM est donc significativement plus élevée que celle engendrée par l'imagerie classique, mais sans être supérieure aux examens classiquement réalisés en radiologie. La balance bénéfice/risque reste favorable si l'indication de l'examen est bien posée et si l'examen permet d'orienter un geste thérapeutique. De plus, les évolutions techniques permanentes permettent de diminuer graduellement l'irradiation subie par les patients.

Facteurs médico-économiques

Une autre limite au développement potentiel de la TEP-FDG/TDM en implantologie est constituée par le coût et la disponibilité de cet examen. Le coût d'un examen de TEP-FDG/TDM est élevé en raison du prix élevé de la machine, de son entretien, des locaux, du personnel, du 18FDG (production, transport, stockage, élimination). A titre indicatif, une TEP-FDG/TDM est facturée entre 500 et 1100 € par le CHU de Toulouse en fonction de la machine utilisée et du volume d'examens réalisés au cours d'une année civile. Seulement 5 centres réalisent des TEP-FDG/TDM sur la zone Midi-Pyrénées. Chaque centre réalise environ une vingtaine d'examen par jour ouvrable. La disponibilité est donc restreinte en raison du nombre limité de machines et parce que la priorité est donnée aux patients atteints de pathologies engageant le pronostic vital en cancérologie et en infectiologie.

Ces différentes limites techniques et financières doivent être relativisées car les progrès technologiques constants et l'élargissement progressif des indications permettent une amélioration constante du rapport coût/bénéfice clinique et de l'accès aux machines.

De plus, bien que le coût d'une TEP-FDG/TDM est élevé, le prix reste modéré en comparaison du montant global d'un projet implantaire(19).

Intérêts de l'étude

Caractère innovant

Cette étude constitue à notre connaissance la première base de données implantaire en TEP-FDG/TDM. Son intérêt est donc double : elle représente une perspective d'avenir en implantologie et elle participe à la meilleure analyse des images de la cavité orale en médecine nucléaire.

Ce travail montre avant tout qu'un implant normalement ostéointégré sans pathologie péri-implantaire a une activité métabolique normale, comparable aux tissus dentaires et parodontaux normaux. De plus, en cas de péri-implantite cliniquement active, il existe une augmentation significative de la fixation du FDG par les tissus péri-implantaires. Cet hypermétabolisme des tissus inflammatoires peut permettre de localiser une cible thérapeutique en cas de tableau clinique douteux. Un autre intérêt de la TEP-FDG/TDM est la possibilité de réaliser des images aisément utilisables pour communiquer entre praticiens et pour communiquer avec le patient, comme cela a été le cas pour le patient ayant bénéficié d'une TEP-FDG/TDM à visée diagnostique implantaire.

Méthodologie

D'un point de vue méthodologique, ce travail n'a pas pour vocation de calculer une sensibilité ou une spécificité diagnostiques de la TEP-FDG/TDM pour les pathologies péri-implantaires. En effet, on ne peut pas comparer statistiquement un bras « normal » avec un bras « pathologique ». Cependant, ce travail est très en faveur d'une valeur diagnostique intéressante de la TEP-FDG/TDM, dans la mesure où les autres techniques d'imagerie actuelles ne prennent pas en compte l'activité métabolique des tissus péri-implantaires.

Validation du modèle

Une autre question soulevée par ce travail est la validation du modèle. En effet, même si la pertinence de ces observations semble étayée par la concordance des résultats avec les données acquises de l'implantologie, le développement de ce modèle doit s'appuyer sur plus de données scientifiques. Cependant, il existe dans la littérature plusieurs éléments dont l'analogie tend à confirmer nos résultats. Tout d'abord, il est validé que la TEP-FDG/TDM est un examen performant pour la recherche de foyers infectieux (c'est l'une de ses principales indications)(20). De plus, la TEP-FDG/TDM a parmi ses indications validées la recherche d'infection et/ou de descellement de prothèses après arthroplastie de hanche(12). Ce modèle présente une double analogie avec la pathologie péri-implantaire : l'ostéointégration d'une prothèse en titane microtexturé, parfois recouvert de biomatériaux similaires à ceux utilisés en implantologie (par exemple l'hydroxyapatite), mais aussi la difficulté diagnostique de l'infection péri-prothétique, surtout lorsqu'elle évolue à bas bruit et plusieurs années après la chirurgie initiale. Ainsi, la performance diagnostique de la TEP-FDG/TDM dans les pathologies péri-prothétiques en orthopédie laisse envisager un intérêt également en implantologie.

Intérêt dans le diagnostic des péri-implantites

Les péri-implantites constituent un enjeu majeur en implantologie. En effet, la conservation à long terme des implants est très étroitement liée à la survenue ou non d'une péri-implantite(21). Sa prévalence varie de 11% à 55,6% des patients (2% à 26% des implants) après un temps de fonction de 6,3 à 10,8 ans(22–27) . Pourtant, la définition de la péri-implantite est vague et subjective. La péri-implantite se définit comme une maladie inflammatoire d'origine infectieuse qui aboutit à une ostéolyse péri-implantaire en cratère, alors que l'ostéointégration initiale semblait normale(2,3). Cette inflammation est liée à des facteurs extrinsèques (tabac(28), alcool(29), flore bactérienne protectrice ou délétère(30–33), iatrogénie) et à des facteurs intrinsèques (génétique(34–36), pathologies inflammatoires ou dysimmunitaires(37)). Sa

description se fait essentiellement par analogie avec la parodontite car ces deux pathologies sont proches (cliniquement et physiopathologiquement) et souvent associées(38). La mucosite péri-implantaire se rapproche de la gingivite, alors que la péri-implantite s'apparente à la poche parodontale. Les tableaux radiologiques sont également proches avec des pertes osseuses, plus ou moins rapides aboutissant à la perte de l'implant ou de la dent. Cependant, il n'existe pas de « seuil objectif » ni de déterminant clinique binaire permettant d'affirmer la présence ou l'absence de péri-implantite. En implantologie, la résorption osseuse est considérée par Albrektsson comme normale si elle n'excède pas 1 mm la première année puis 0,2 mm par an(39,40). Le diagnostic radiologique de péri-implantite est donc rétrospectif, et tardif(39). Cette difficulté diagnostique rend délicat l'interprétation des études épidémiologiques concernant les péri-implantites, puisque les critères diagnostics cliniques sont mal quantifiables et les critères radiologiques difficilement reproductibles à long terme et à grande échelle.

Si on revient à la définition physiopathologique de la péri-implantite comme pathologie inflammatoire, le flou diagnostique peut être considéré comme une difficulté à quantifier objectivement l'inflammation péri-implantaire. Cette inflammation est attestée par de nombreuses études d'immunologie, de bactériologie, d'histologie, de biologie moléculaire et de génétique. Cependant, aucune de ces études n'a conduit à un test diagnostic suffisamment sensible et spécifique pour être utilisé en pratique clinique courante. La TEP-FDG/TDM est donc un examen potentiellement utile dans le diagnostic des péri-implantites, puisqu'elle permet de visualiser directement l'inflammation autour des implants. Elle permet de discriminer des mesures semi-quantitatives et des évaluations qualitatives fiables. La TEP-FDG/TDM pourrait donc améliorer la démarche diagnostique dans le cadre de péri-implantite, comme elle l'a fait de façon largement validée en cancérologie et en infectiologie. Si des études parvenaient à définir un protocole reproductible avec définition de valeurs seuils validées, la TEP-FDG/TDM pourrait non seulement affirmer le diagnostic à l'échelle d'un individu, mais aussi à l'échelle d'une population. Si un protocole parfaitement reproductible peut être trouvé, la TEP-FDG/TDM pourrait également décrire le niveau d'activité de la lésion, la survenue de poussées évolutives, et rechercher la synchronisation avec d'autres facteurs cliniques, biologiques ou radiologiques.

Intérêt dans le traitement des péri-implantites

Les publications concernant la prise en charge des péri-implantites sont de plus en plus nombreuses et variées. La plupart décrivent des prises en charges d'inspiration parodontales : corrections des facteurs de risques, restauration de l'hygiène buccodentaire et maintenance(40), actions sur l'écosystème bactérien(6,7,41), élimination des biofilms par débridement et surfaçage avec une instrumentation ultrasonique(42), sablages(43), utilisation de lasers(8,44), de composés chimiques ou pharmacologiques(45), régénération osseuse guidée(46)… Tous ces traitements, utilisés seuls ou associés, sont des extrapolations des acquis de la parodontologie des dernières décennies(47). Cependant, la péri-implantite et la parodontite ne peuvent pas constituer la même entité nosologique : le titane est un corps étranger inerte microtexturé ostéointégré, alors que le cément est un tissu vivant microporeux avec une vascularisation desmodontale. Le traitement de la péri-implantite est donc une entité propre, et la transposition « telle quelle » de la prise en charge parodontale expose à des biais. L'édification de règles thérapeutiques dans le cadre de la péri-implantite doit donc être réalisée avec des outils d'évaluation propres.

Un grand nombre d'études évaluant l'efficacité des traitements des péri-implantites ont des critères principaux et secondaires non objectivement quantifiables : effet sur la flore, importance de l'inflammation clinique(48,49)... Ces biais pourraient être améliorés par une quantification de l'inflammation, ou par l'instauration de seuils de positivité que la TEP-FDG/TDM pourrait apporter. Ainsi, sous réserve de validation d'outils expérimentaux reproductibles, la TEP-FDG/TDM pourrait contribuer à la conduite d'études de haut niveau de preuve en rationnalisant les critères d'inclusion/exclusion (en améliorant la sensibilité du diagnostic), et en affinant la mesure objective de la réponse aux traitements (pour permettre une comparaison pertinente d'un traitement avec une abstention, un placebo, un autre traitement,…).

En plus de cette utilité potentielle dans le domaine de la recherche académique, la TEP-FDG/TDM présente potentiellement un intérêt dans l'évaluation de la réponse à un traitement à l'échelle de l'individu. La visualisation d'une péri-implantite en TEP-

FDG/TDM, sous réserve qu'un consensus validé soit établi, serait un argument fort pour la mise en œuvre de mesures thérapeutiques spécifiques. Elle permet de cibler un geste thérapeutique local, comme nous l'avons montré dans notre cas clinique, mais elle pourrait également objectiver des modifications du niveau d'inflammation péri-implantaire après réalisation d'une thérapeutique pour évaluer l'efficacité de la réponse au traitement.

Perspectives

Ces considérations ouvrent de nombreuses perspectives et des études complémentaires pourraient être réalisées pour répondre aux questions soulevées par ce travail :

- Quelles sont la sensibilité et la spécificité de la TEP-FDG/TDM dans le diagnostic des péri-implantites dans une étude prospective comparative ?
- La valeur de la SUVmax péri-implantaire peut-elle constituer un indice pronostic de la durée de vie d'un implant sur l'arcade chez un sujet cliniquement asymptomatique ? Chez un sujet présentant une péri-implantite ?
- La TEP-FDG/TDM peut-elle constituer un outil d'évaluation de l'efficacité des traitements des péri-implantites ? Peut-on comparer un traitement par rapport à placebo ou par rapport à un autre traitement en randomisant des cohortes de patients et en comparant l'évolution clinique et les valeurs des SUV ?
- La TEP-FDG/TDM peut-elle avoir une utilité dans d'autres pathologies bucco-dentaires infectieuses, inflammatoires ou tumorales ?

Conclusion

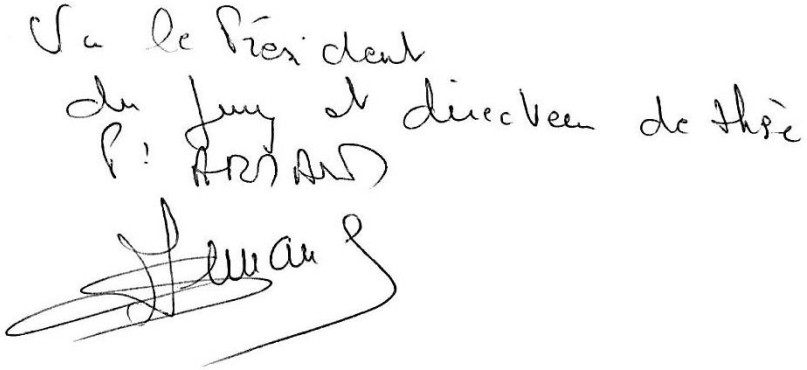
Le but de ce travail était de déterminer si la TEP-FDG/TDM peut avoir un intérêt en implantologie. Le choix de collecter des informations sur les implants de patients bénéficiant de TEP-FDG/TDM pour des indications générales a permis de poser les bases d'une analyse implantaire en TEP-FDG/TDM.

Un implant normalement ostéointégré sans pathologie associée présente une activité métabolique faible, similaire à celle de l'os et du parodonte sains environnants.

Un hypermétabolisme péri-implantaire est pathologique. Il doit faire suspecter une péri-implantite.

La TEP-FDG/TDM peut être un outil diagnostique utile en cas de suspicion de péri-implantite, lorsque l'examen clinique et l'imagerie conventionnelle ne permettent pas d'orienter la thérapeutique.

Malgré des limites techniques (résolution sub-optimale, difficultés d'accès, coût élevé), ce travail permet d'envisager de nombreuses applications potentielles de la TEP-FDG/TDM en implantologie, et plus largement en odontologie.



Bibliographie

1. van Velzen FJJ, Ofec R, Schulten EAJM, Ten Bruggenkate CM. 10-year survival rate and the incidence of peri-implant disease of 374 titanium dental implants with a SLA surface: a prospective cohort study in 177 fully and partially edentulous patients. Clin Oral Implants Res. oct 2015;26(10):1121‑8.

2. Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. J Clin Periodontol. sept 2008;35(8 Suppl):286‑91.

3. Heitz-Mayfield LJA. Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. J Clin Periodontol. sept 2008;35(8 Suppl):292‑304.

4. De Bruyn H, Vandeweghe S, Ruyffelaert C, Cosyn J, Sennerby L. Radiographic evaluation of modern oral implants with emphasis on crestal bone level and relevance to peri-implant health. Periodontol 2000. juin 2013;62(1):256‑70.

5. Chan H-L, Lin G-H, Suarez F, MacEachern M, Wang H-L. Surgical management of peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis of treatment outcomes. J Periodontol. août 2014;85(8):1027‑41.

6. Muthukuru M, Zainvi A, Esplugues EO, Flemmig TF. Non-surgical therapy for the management of peri-implantitis: a systematic review. Clin Oral Implants Res. oct 2012;23 Suppl 6:77‑83.

7. Mombelli A, Feloutzis A, Brägger U, Lang NP. Treatment of peri-implantitis by local delivery of tetracycline. Clinical, microbiological and radiological results. Clin Oral Implants Res. août 2001;12(4):287‑94.

8. Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna RA, Takasaki AA, et al. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. Periodontol 2000. juin 2015;68(1):217‑69.

9. Tagliabue L, Del Sole A. Appropriate use of positron emission tomography with [(18)F]fluorodeoxyglucose for staging of oncology patients. Eur J Intern Med. janv 2014;25(1):6‑11.

10. Sioka C, Assimakopoulos A, Fotopoulos A. The diagnostic role of (18)F fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with fever of unknown origin. Eur J Clin Invest. juin 2015;45(6):601‑8.

11. Stumpe KDM, Strobel K. 18F FDG-PET imaging in musculoskeletal infection. Q J Nucl Med Mol Imaging Off Publ Ital Assoc Nucl Med AIMN Int Assoc Radiopharmacol IAR Sect Soc Of. juin 2006;50(2):131‑42.

12. Zoccali C, Teori G, Salducca N. The role of FDG-PET in distinguishing between septic and aseptic loosening in hip prosthesis: a review of literature. Int Orthop. févr 2009;33(1):1‑5.

13. La tomographie par émission de positons au 18Fluoro-deoxy-glucose (18FDG-TEP) et le bilan initial du cancer bronchique - EM|consulte [Internet]. [cité 23 janv 2017]. Disponible sur: http://www.em-consulte.com/rmr/article/157299

14. Groheux D, Hindié E, Trédaniel J, Giraudet A-L, Vaylet F, Berenger N, et al. [PET-CT for evaluation of the solitary pulmonary nodule: an update]. Rev Mal Respir. déc 2009;26(10):1041‑55.

15. d'Amico A. Review of clinical practice utility of positron emission tomography with 18F-fluorodeoxyglucose in assessing tumour response to therapy. Radiol Med (Torino). avr 2015;120(4):345‑51.

16. Rohde M, Dyrvig A-K, Johansen J, Sørensen JA, Gerke O, Nielsen AL, et al. 18F-fluoro-deoxy-glucose-positron emission tomography/computed tomography in diagnosis of head and neck squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. Eur J Cancer Oxf Engl 1990. sept 2014;50(13):2271‑9.

17. Bockisch A, Beyer T, Antoch G, Freudenberg LS, Kühl H, Debatin JF, et al. Positron emission tomography/computed tomography--imaging protocols, artifacts, and pitfalls. Mol Imaging Biol MIB Off Publ Acad Mol Imaging. août 2004;6(4):188‑99.

18. Park H-H, Shin JY, Lee J, Jin GH, Kim HS, Lyu K-Y, et al. A study on the artifacts generated by dental materials in PET/CT image. Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf. 2013;2013:2465‑8.

19. Schwendicke F, Tu Y-K, Stolpe M. Preventing and Treating Peri-Implantitis: A Cost-Effectiveness Analysis. J Periodontol. sept 2015;86(9):1020‑9.

20. Basu S, Chryssikos T, Moghadam-Kia S, Zhuang H, Torigian DA, Alavi A. Positron emission tomography as a diagnostic tool in infection: present role and future possibilities. Semin Nucl Med. janv 2009;39(1):36‑51.

21. Renvert S, Aghazadeh A, Hallström H, Persson GR. Factors related to peri-implantitis - a retrospective study. Clin Oral Implants Res. avr 2014;25(4):522‑9.

22. Fransson C, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. Clin Oral Implants Res. août 2005;16(4):440‑6.

23. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: implant loss and associations to various factors. J Clin Periodontol. avr 2006;33(4):283‑9.

24. Koldsland OC, Scheie AA, Aass AM. Prevalence of implant loss and the influence of associated factors. J Periodontol. juill 2009;80(7):1069‑75.

25. Mir-Mari J, Mir-Orfila P, Valmaseda-Castellón E, Gay-Escoda C. Long-term marginal bone loss in 217 machined-surface implants placed in 68 patients with 5 to 9 years of follow-up: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants. oct 2012;27(5):1163‑9.

26. Cecchinato D, Bengazi F, Blasi G, Botticelli D, Cardarelli I, Gualini F. Bone level alterations at implants placed in the posterior segments of the dentition: outcome of submerged/non-submerged healing. A 5-year multicenter, randomized, controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res. avr 2008;19(4):429‑31.

27. Marrone A, Lasserre J, Bercy P, Brecx MC. Prevalence and risk factors for peri-implant disease in Belgian adults. Clin Oral Implants Res. août 2013;24(8):934‑40.

28. Bergström J. Tobacco smoking and chronic destructive periodontal disease. Odontology. sept 2004;92(1):1‑8.

29. Galindo-Moreno P, Fauri M, Avila-Ortiz G, Fernández-Barbero JE, Cabrera-León A, Sánchez-Fernández E. Influence of alcohol and tobacco habits on peri-implant marginal bone loss: a prospective study. Clin Oral Implants Res. oct 2005;16(5):579‑86.

30. Koyanagi T, Sakamoto M, Takeuchi Y, Ohkuma M, Izumi Y. Analysis of microbiota associated with peri-implantitis using 16S rRNA gene clone library. J Oral Microbiol. 24 mai 2010;2.

31. Koyanagi T, Sakamoto M, Takeuchi Y, Maruyama N, Ohkuma M, Izumi Y. Comprehensive microbiological findings in peri-implantitis and periodontitis. J Clin Periodontol. mars 2013;40(3):218‑26.

32. Dabdoub SM, Tsigarida AA, Kumar PS. Patient-specific analysis of periodontal and peri-implant microbiomes. J Dent Res. déc 2013;92(12 Suppl):168S‑75S.

33. Shahabouee M, Rismanchian M, Yaghini J, Babashahi A, Badrian H, Goroohi H. Microflora around teeth and dental implants. Dent Res J. mars 2012;9(2):215‑20.

34. Kornman KS, Crane A, Wang HY, di Giovine FS, Newman MG, Pirk FW, et al. The interleukin-1 genotype as a severity factor in adult periodontal disease. J Clin Periodontol. janv 1997;24(1):72‑7.

35. Huynh-Ba G, Lang NP, Tonetti MS, Zwahlen M, Salvi GE. Association of the composite IL-1 genotype with peri-implantitis: a systematic review. Clin Oral Implants Res. nov 2008;19(11):1154‑62.

36. Laine ML, Crielaard W, Loos BG. Genetic susceptibility to periodontitis. Periodontol 2000. févr 2012;58(1):37‑68.

37. Ekfeldt A, Christiansson U, Eriksson T, Lindén U, Lundqvist S, Rundcrantz T, et al. A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae. Clin Oral Implants Res. oct 2001;12(5):462‑7.

38. Roccuzzo M, De Angelis N, Bonino L, Aglietta M. Ten-year results of a three-arm prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. Part 1: implant loss and radiographic bone loss. Clin Oral Implants Res. mai 2010;21(5):490‑6.

39. Albrektsson T, Donos N, Working Group 1. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012. Clin Oral Implants Res. oct 2012;23 Suppl 6:63‑5.

40. Costa FO, Takenaka-Martinez S, Cota LOM, Ferreira SD, Silva GLM, Costa JE. Peri-implant disease in subjects with and without preventive maintenance: a 5-year follow-up. J Clin Periodontol. févr 2012;39(2):173‑81.

41. Sahm N, Becker J, Santel T, Schwarz F. Non-surgical treatment of peri-implantitis using an air-abrasive device or mechanical debridement and local application of chlorhexidine: a prospective, randomized, controlled clinical study. J Clin Periodontol. sept 2011;38(9):872‑8.

42. Marconcini S, Genovesi AM, Marchisio O, Gelpi F, Barone A, Corega C, et al. In vivo study of titanium healing screws surface modifications after different debridment procedure. Minerva Stomatol. 14 janv 2014;

43. Schwarz F, Ferrari D, Popovski K, Hartig B, Becker J. Influence of different air-abrasive powders on cell viability at biologically contaminated titanium dental implants surfaces. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. janv 2009;88(1):83‑91.

44. Persson GR, Roos-Jansåker A-M, Lindahl C, Renvert S. Microbiologic results after non-surgical erbium-doped:yttrium, aluminum, and garnet laser or air-abrasive treatment of peri-implantitis: a randomized clinical trial. J Periodontol. sept 2011;82(9):1267‑78.

45. Mussano F, Rovasio S, Schierano G, Baldi I, Carossa S. The effect of glycine-powder airflow and hand instrumentation on peri-implant soft tissues: a split-mouth pilot study. Int J Prosthodont. févr 2013;26(1):42‑4.

46. Froum SJ, Froum SH, Rosen PS. A Regenerative Approach to the Successful Treatment of Peri-implantitis: A Consecutive Series of 170 Implants in 100 Patients with 2- to 10-Year Follow-up. Int J Periodontics Restorative Dent. déc 2015;35(6):857‑63.

47. Heitz-Mayfield LJA, Mombelli A. The therapy of peri-implantitis: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:325‑45.

48. Karring ES, Stavropoulos A, Ellegaard B, Karring T. Treatment of peri-implantitis by the Vector system. Clin Oral Implants Res. juin 2005;16(3):288‑93.

49. Renvert S, Samuelsson E, Lindahl C, Persson GR. Mechanical non-surgical treatment of peri-implantitis: a double-blind randomized longitudinal clinical study. I: clinical results. J Clin Periodontol. juill 2009;36(7):604‑9.

Abréviations

- TEP : tomographie par émission de positrons
- FDG : fluorodesoxyglucose
- TDM : tomodensitométrie aux rayons X
- TEP-FDG/TDM : tomographie par émission de positrons au ^{18}fluorodésoxyglucose couplée à la tomodensitométrie aux rayons X.
- CHU : centre hospitalo-universitaire
- SUV : standardized uptake value (valeur de fixation normalisée)
- SUVmax : SUV maximale
- SUVmoy : SUV moyenne
- ROI : region of interest (zone d'intérêt)
- CBCT : cone beam computed tomography (tomographie volumique à rayon conique)

BENOUAICH Vincent 2017 TOU3 3048

INTERETS EN IMPLANTOLOGIE DE LA TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITRONS AU 18-FLUORODESOXYGLUCOSE COUPLEE A LA TOMODENSITOMETRIE AUX RAYONS X

RESUME EN FRANÇAIS :
Objectif : décrire les intérêts en implantologie de la tomographie par émission de positrons au 18-fluorodesoxyglucose couplée à la tomodensitométrie aux rayons X (TEP-FDG/TDM).

Patients et méthodes : les images de 126 implants chez 32 patients ayant bénéficié d'une TEP-FDG/TDM ont été collectées. Par la suite, une TEP-FDG/TDM a été réalisée chez un patient à visée diagnostique.

Résultats : les implants normalement ostéo-intégrés ont une activité métabolique faible, similaire aux tissus osseux et parodontaux sains environnants. Les péri-implantites s'accompagnent d'un hypermétabolisme visible en TEP-FDG/TDM.

Conclusion : la TEP-FDG/TDM a des intérêts en implantologie, notamment dans le diagnostic des péri-implantites.

TITRE EN ANGLAIS : Interests of fluorodesoxyglucose positron emission tomography with computed tomography in the field of dental implantology.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : Tomographie par émission de positrons, tomographie, émission, positrons, fluorodesoxyglucose, implantologie, dentaire, péri-implantite, imagerie fonctionnelle.

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR:
Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

---

Directeur de thèse : professeur Serge Armand