



**HAL**  
open science

# Exploration et surveillance des LIPOE : apport de l'échographie

Johanna Detour

► **To cite this version:**

Johanna Detour. Exploration et surveillance des LIPOE : apport de l'échographie. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03824762

**HAL Id: dumas-03824762**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03824762v1>**

Submitted on 21 Oct 2022

**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

**THESE**

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université  
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

École de Médecine Dentaire  
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Exploration et surveillance des LIPOE :  
Apport de l'échographie***

Présentée par

**DETOUR Johanna**

Née le 28 Novembre 1997  
A Aix-en-Provence

Thèse soutenue le **21 Juin 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur BUKIET Frédéric

Assesseurs : Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur GIRAUD Thomas

Docteur MADENIAN Pauline



**THESE**

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université  
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

École de Médecine Dentaire  
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Exploration et surveillance des LIPOE :  
Apport de l'échographie***

Présentée par

**DETOUR Johanna**

Née le 28 Novembre 1997  
A Aix-en-Provence

Thèse soutenue le **21 Juin 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur BUKIET Frédéric

Assesseurs : Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur GIRAUD Thomas  
Docteur MADENIAN Pauline

## ADMINISTRATION

### **Doyens Honoraires**

Professeur	Raymond SANGIUOLO†
Professeur	Henry ZATTARA
Professeur	André SALVADORI
Professeur	Jacques DEJOU

### **Directeur**

Professeur	Bruno FOTI
------------	------------

### **Directeurs adjoints**

Professeur	Michel RUQUET
Professeur	Anne RASKIN

### **Chargés de missions**

Formation Initiale

Professeur	Michel RUQUET
------------	---------------

Recherche

Professeur	Anne RASKIN
------------	-------------

Formation Continue

Professeur	Frédéric BUKIET
------------	-----------------

Relations Internationales

Professeur	Hervé TASSERY
------------	---------------

Internat et Diplômes d'Etudes Spécialisées

Professeur	Virginie MONNET-CORTI
------------	-----------------------

Affaires générales

Docteur	Patrick TAVITIAN
---------	------------------

### **Responsable Administrative**

Madame	Katia LEONI
--------	-------------

### **PROMOTIONS :**

2019 Raymond SANGIUOLO

2020 Gaston BERGER

2021 Joseph MIGOZZI

## LISTE DES ENSEIGNANTS

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS**

BUKIET Frédéric (58-01)  
FOTI Bruno (58-02)  
LE GALL Michel (56-01)  
MONNET-CORTI Virginie (57-01)  
RASKIN Anne (58-01)  
RUQUET Michel (58-01)  
TARDIEU Corinne (56-01)  
TARDIVO Delphine (56-02)  
TASSERY Hervé (58-01)  
TERRER Elodie (58-01)

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS**

ABOUT Imad (65)

### **PROFESSEURS ÉMÉRITES**

DEJOU Jacques (58-01)  
HUE Olivier (58-01)

### **MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS**

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	MAILLE Gérald (58-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MENSE Chloé (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
	TAVITIAN Patrick (58-01)
	TOSELLO Alain (58-0)

### **MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉS**

BALLESTER Benoît (58-01)  
BLANCHET Isabelle (58-01)  
CASAZZA Estelle (58-01)  
SILVESTRI Frédéric (58-01)

### **CHEFS DE CLINIQUE DES UNIVERSITÉS - ASSISTANTS DES HÔPITAUX**

ANTEZACK Angeline (57-01)  
ARNIER Canelle (56-01)  
BAUDINET Thomas (58-01)  
BOREL Guillaume (56-02)  
BRINCAT Arthur (57-01)  
BROS Agnès (56-01)  
CHIARINI Thomas (58-01)  
DUPRAT Florence (56-01)  
FAURE-BRAC Mathias (57-01)  
FERRE Enzo (58-01)  
FOUQUES Agathe (56-01)  
HAMMOUTENE Stéphane (57-01)  
LAFONT Jacinthe (57-01)  
LAURENT Camille (58-01)  
LIOTARD Alicia (58-01)

MADENIAN Pauline (58-01)  
MANSUY Charlotte (58-01)  
MARCHAL Paul (58-01)  
MARTIN William (56-01)  
ONGHENA Tom (56-01)  
PASCHEL Laura (58-01)  
PILLIOL Virginie (58-01)  
PRINCE Fanny (57-01)  
RAYNAUD Camille (58-01)  
REYNAL Florence (56-01)  
ROMAO Vincent (57-01)  
ROUSCOFF Eva (57-01)  
SADOWSKI Camille (57-01)  
TERRER Jérémy (58-01)  
VEILLARD Pierre (56-01)

## ASSISTANT DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉ

GRINE Ghilès (57-01)

### Intitulés des sections CNU :

#### 56<sup>ème</sup> section : Développement, croissance et prévention

56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale

56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale

#### 57<sup>ème</sup> section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale

57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale

#### 58<sup>ème</sup> section : Réhabilitation orale

58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

**Remerciements...**



**A Monsieur le Professeur BUKIET Frédéric,**  
Président de Jury,  
Professeur Universitaire – Praticien Hospitalier

Vous me faites un très grand honneur d'avoir accepté de présider mon jury de thèse.

Je vous exprime ma sincère reconnaissance pour la richesse de vos enseignements en Endodontie pendant ces cinq années d'études.

Je vous remercie tout particulièrement pour les cours que vous avez dispensés et les précieux conseils que vous nous avez transmis au cours de vos « lives » durant les semaines de confinement et qui m'ont été d'une immense aide pendant les révisions du CSCT.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de mon respect et de ma profonde estime à votre égard.

**A Madame le Docteur GUIVARC'H Maud,**  
Directrice de thèse,  
Maitre de conférences des universités – Praticien hospitalier

C'est un immense honneur pour moi de vous avoir en tant que directrice de thèse.

Je souhaite vous exprimer mon immense reconnaissance pour votre investissement dans ce travail. Votre disponibilité et vos précieux conseils m'ont guidée tout au long de la rédaction.

Je vous remercie pour votre pédagogie, pour la qualité de vos enseignements et également pour l'intérêt que vous portez à vos étudiants.

Veillez recevoir l'expression de ma gratitude, de mon estime et de mon plus profond respect.

**A Monsieur le Docteur GIRAUD Thomas,**  
Maitre de conférences des universités – Praticien hospitalier

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury.

Je suis sincèrement reconnaissante d'avoir pu bénéficier de votre enseignement, de votre pédagogie et de votre bienveillance tout au long de ces années d'études.

Soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect à votre égard.

**A Madame le Docteur MADENIAN Pauline,**  
Chefs de clinique des universités - assistants des hôpitaux

Tu me fais un immense honneur d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

Tu partages ton expérience et tes compétences aux étudiants avec bienveillance, patience et compréhension, ce qui t'honore et fait de toi une enseignante exceptionnelle.

À titre personnel, sois sûre de ma profonde affection et de mon amitié sincère.

# TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	1
2. Méthodes d'imagerie conventionnelles .....	4
2.1 Radiographies rétro-alvéolaires.....	4
2.2 CBCT.....	4
3. L'échographie .....	6
3.1 Échographie.....	6
3.2 Échographie Doppler.....	8
3.3 Bénéfices et risques de l'utilisation de l'échographie .....	9
3.4 Échographie en endodontie .....	11
4. Matériel et méthodes.....	15
5. Resultats.....	17
5.1 Utilité de l'échographie pour la détection et le diagnostic des LIPOE .....	17
5.2 Utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical	21
5.3 Utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des lipoe .....	26
6. Discussion.....	29
7. Conclusion .....	35
Table des tableaux .....	A
Table des Figures.....	B
Bibliographie .....	I

# 1. INTRODUCTION

Les lésions inflammatoires périapicales d'origine endodontique (LIPOE), également appelées parodontites apicales, se caractérisent par une réaction de défense de l'organisme en réponse à l'infection endodontique, engendrant une zone de destruction osseuse périapicale (1).

D'un point de vue épidémiologique, ces lésions constituent un véritable problème de santé publique. En 2004, les actes endodontiques représentent 8,9% de la totalité des actes techniques effectués par les chirurgiens-dentistes en France et 15,9% des actes conservateurs, soit 7 580 393 actes (2). Une revue systématique conduite en 2012 et portant sur plus de 300 000 dents (33 études) montre que la prévalence des dents avec une LIPOE est élevée avec environ 5% de toutes les dents, ce qui équivaut environ à une lésion radioclaire par patient (3). Une étude conduite en 2002 montre qu'en France, 63 % des patients ont au moins une parodontite apicale soit presque deux patients sur trois qui présentent une infection dont ils n'ont le plus souvent pas conscience (4). La prévalence des LIPOE sur les dents ayant déjà reçu un traitement endodontique est également élevée, approximativement 36% (3), et cela peut être mis en lien avec la mauvaise qualité globale des traitements endodontiques réalisés. Des études épidémiologiques montrent qu'en moyenne seulement 25% des traitements endodontiques observés remplissent les critères de qualité conformes aux recommandations européennes édictées par l'ANDEM en 1996 (4)(5).

Le tableau clinique des LIPOE peut être celui d'une pathologie aiguë ou chronique et n'est donc pas nécessairement symptomatique. Le diagnostic est le plus souvent posé sur la base d'examens radiographiques où les LIPOE apparaissent comme une zone radioclaire de raréfaction osseuse en contact avec la surface radiculaire. La LIPOE sera dite « primaire » ou « secondaire » selon qu'elle existe préalablement au traitement endodontique ou bien qu'elle apparaisse dans un second temps, signant un échec de traitement endodontique (6). Elle est dite « persistante » lorsqu'une lésion périapicale primaire, déjà présente au moment du traitement endodontique initial, persiste sans donner de signe de guérison après celui-ci, les facteurs responsables de l'inflammation n'ayant pas totalement été éradiqués (7). D'un point de vue histologique, on distinguera parmi les LIPOE les granulomes des kystes : les 1ers sont vascularisés et constitués d'une masse tissulaire molle avec présence chronique de cellules

inflammatoires tandis que les kystes sont des cavités non vascularisées, bordées d'épithélium, et renfermant un contenu liquidien, des débris cellulaires et parfois des débris semi-solides (8)

Le traitement des LIPOE est étiologique et aura pour objectif d'éliminer les agents infectieux (bactéries, toxines) au sein de l'endodonte et de prévenir les récurrences grâce à une obturation étanche du réseau canalaire (9). Il pourra s'agir en fonction de la situation d'un traitement canalaire initial, d'un retraitement par voie orthograde et/ou rétrograde et parfois d'une avulsion lorsque les thérapeutiques précédemment citées ont échoué ou sont contre-indiquées (contexte parodontal, fêlure/fracture, délabrement coronaire extensif...). La différence histologique et anatomique qui existe entre granulome et kyste comme évoquée précédemment pourrait expliquer en partie l'échec de certains traitements orthogrades, les kystes étant susceptibles de ne pas être ouverts sur le canal (10).

Même quiescentes les LIPOE font partie avec les lésions parodontales des foyers infectieux bucco-dentaires (FIBD) chroniques qui nécessitent dépistage et prise en charge pour les raisons suivantes :

- Il existe une menace permanente et de temporalité non prédictible de passage d'une LIPOE en phase aiguë symptomatique. Cet état peut être favorisé par les états pathologiques diminuant les défenses de l'organisme qui sont susceptibles de favoriser la réactivation des infections buccales (11) ;
- Les LIPOE peuvent évoluer à bas bruits vers d'importants volumes de perte de substance et/ou engendrer des phénomènes de résorption radiculaire inflammatoire mettant en péril la conservation des dents mais également leur remplacement (12);
- La présence de FIBD chroniques peut aggraver ou déstabiliser certaines pathologies (comme le diabète) mais également générer à distance des répercussions importantes sur différents appareils de l'organisme. Ainsi la recherche des FIBD revêt une importance toute particulière chez les malades présentant un risque infectieux majeur (patient à haut risque d'endocardite infectieuse ou patient immunodéprimé selon la classification de l'ANSM de 2011) ou une pathologie d'étiologie inconnue (fièvre au long cours inexplicite, septicémie) (13).

En conséquence, les chirurgiens-dentistes ont un rôle primordial à jouer dans le dépistage, la prise en charge et la surveillance de l'évolution post-thérapeutique des LIPOE. Historiquement, cela est assuré par l'utilisation d'outils radiographiques (radiographie intra buccale et plus récemment CBCT) dont les résultats doivent être corrélés à l'examen clinique. Ces outils sont cependant connus pour présenter un certain nombre de limites parmi lesquelles une sensibilité variable, une irradiation des patients et des difficultés à établir un diagnostic différentiel entre granulome et kyste. Depuis quelques temps on trouve trace dans la littérature de l'évaluation de l'utilisation de méthodes échographiques pour l'exploration des LIPOE. L'échographie est d'une grande utilité en termes de diagnostic dans de nombreux domaines de la médecine et a été proposée comme une technique alternative qui peut fournir des images en temps réel à faible coût et sans rayonnement ionisant. Elle est reconnue comme l'une des méthodes de diagnostic les moins risquées. Dans la région de la tête et du cou, elle est utilisée régulièrement pour diagnostiquer des pathologies des glandes salivaires, ce travail s'intéresse à son utilisation pour l'exploration des lésions osseuses d'origine endodontique. Il a pour objectifs :

- De présenter succinctement dans une 1<sup>ère</sup> partie les différentes techniques radiographiques « traditionnelles » actuellement utilisées pour le diagnostic et la surveillance des LIPOE afin d'en exposer les avantages et limites ;
- De présenter une revue de littérature sur les études évaluant l'utilisation de l'échographie dans le diagnostic et la surveillance des LIPOE ;
- De mettre en perspective cette technique avec les outils radiographiques traditionnels.

La question de recherche est la suivante :

L'échographie (I) est-elle plus performante (O) que les radiographies intrabuccales ou le CBCT (C) dans le diagnostic et l'évaluation des LIPOE (P) ?



## **2. METHODES D'IMAGERIE CONVENTIONNELLES**

### **2.1 Radiographies rétro-alvéolaires**

La radiographie rétro-alvéolaire est la technique d'imagerie la plus utilisée en odontologie, elle permet de visualiser la totalité des dents radiographiées ainsi que le parodonte profond. L'utilisation d'un angulateur est indispensable pour obtenir une radiographie aux dimensions fidèles et sans distorsion. Ces clichés peuvent être réalisés avec différentes incidences (orthogonale, mésiale ou distale) et ils représentent l'examen de première intention pour le diagnostic des LIPOE.

Les indications des radiographies rétro-alvéolaires en endodontie sont :

- Le diagnostic et l'évaluation d'une LIPOE,
- Le traitement endodontique qui nécessite au moins 3 clichés rétro-alvéolaires :
  - Radiographie préopératoire : élément de référence de la situation antérieure du patient, évaluation de l'anatomie canalaire et les éventuelles difficultés à prévoir
  - Radiographie peropératoire : contrôle des différentes étapes du traitement
  - Radiographie postopératoire : contrôle de la qualité finale du traitement, image de référence pour le suivi du patient
- Suivi de la cicatrisation d'une LIPOE.

Cependant l'examen rétro-alvéolaire est une projection en 2D d'un système en 3D et ne permet pas la détection de toutes les lésions, notamment à un stade précoce, ni une évaluation fine de leur relation spatiale avec les structures anatomiques environnantes (14).

### **2.2 CBCT**

La tomographie volumique à faisceaux coniques, ou CBCT (Cone Beam Computed Tomography) permet de réaliser des explorations volumiques dento-maxillo-faciales sur la base d'une acquisition tomographique associant la rotation synchrone d'une source radiogène à celle d'un capteur plan matriciel autour du patient. Les données numériques acquises sont ensuite reconstruites par un procédé algorithmique de reconstruction permettant d'obtenir le volume final. La taille des capteurs plans conditionne celle des champs d'exploration permettant l'acquisitions de petits ou grands champs (5x5cm à 18x16cm voire d'avantage).

En termes de résolution spatiale, les performances du CBCT sont bien supérieures à celles du scanner médical. Toutefois, les niveaux de résolutions très élevées sont réservés à de petits volumes d'acquisition afin de ne pas trop allonger les temps de calcul pendant la phase de reconstruction (15).

En endodontie, l'utilisation du CBCT est indiqué pour certaines situations cliniques complexes ou au cours de la planification thérapeutique car ses performances diagnostiques sont supérieures aux radiographies (16) et se révèle particulièrement utile pour la prise en charge des lésions extensives (17). Mais l'utilisation routinière du CBCT pour le diagnostic des lésions périapicales exposerait les patients à une irradiation dont le rapport bénéfice/risque doit être pesé.

Les principales indications du CBCT en endodontie sont :

- Le diagnostic et l'évaluation des LIPOE,
- Les résorptions radiculaires,
- Les fractures radiculaires,
- Les évènements iatrogènes (perforations, canaux non obturés),
- L'exploration d'une morphologie radiculaire et/ou d'une configuration canalaire complexe,
- La planification d'un traitement endodontique chirurgical.

## 3. L'ECHOGRAPHIE

### 3.1 Échographie

L'échographie est basée sur le phénomène de propagation et de réflexion des ondes sonores à l'interface de différents types de tissus. La fréquence des ultrasons utilisés est de l'ordre de millions de Hertz (MHz). L'échographie à haute fréquence fournit de meilleures images, mais elle ne visualise pas bien les structures profondes. A l'inverse, pour une fréquence plus basse, les ultrasons ont une meilleure pénétration, mais une plus faible résolution (18). Pour exemple, une sonde transabdominale ou cardiaque a une fréquence généralement comprise entre 2 et 5 MHz, alors que certaines sondes à ultrasons dermatologiques ont des fréquences pouvant atteindre 100 MHz.

Ces ultrasons sont générés par la sonde d'échographie, ou transducteur, qui comporte un élément en céramique ayant des propriétés piézoélectriques, permettant la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique, et inversement.

Pour produire un faisceau d'ultrasons, une impulsion électrique est appliquée et entraîne une vibration de la céramique piézoélectrique. Les ondes sonores se propagent et elles sont alors transmises, atténuées ou réfléchies lorsqu'elles interagissent avec un milieu. Les ondes sonores réfléchies par les structures observées constituent des échos qui reviennent heurter la céramique et induisent l'apparition de signaux électriques (19).

Pour passer d'un signal électrique à une image, plusieurs opérations seront nécessaires :

- L'amplification des signaux électriques,
- La numérisation et le traitement informatique selon différents modes (A, B, etc.).

Le « mode A » (Amplitude mode) utilise un cristal piézoélectrique unique pour créer une image unidimensionnelle qui n'explore qu'une seule ligne qui est la ligne de tir de la sonde ultrasonore. L'échelle verticale correspond à l'amplitude des échos et l'échelle horizontale au temps qui s'écoule entre l'émission et le moment où reviennent les échos. Ce mode a été le premier à être utilisé mais il est mis de côté de nos jours.

Le « mode B temps réel » (Brightness mode) est le plus utilisé actuellement car il permet la visualisation d'images en 2D grâce à un ensemble de cristaux piézoélectriques (128 ou plus). L'intensité acoustique des échos est représentée non plus par un pic mais par un pixel dont la luminosité en nuance de gris est proportionnelle à l'amplitude de l'onde ultrasonore réfléchie. L'avantage de ce mode est de libérer une dimension sur l'écran, permettant l'affichage d'une image, rafraîchie plusieurs fois par seconde, pour produire une image en mouvement sur l'écran. Le déplacement de la sonde sur la zone d'intérêt modifie le plan anatomique et fournit ainsi une impression tridimensionnelle en temps réel de l'espace (20).

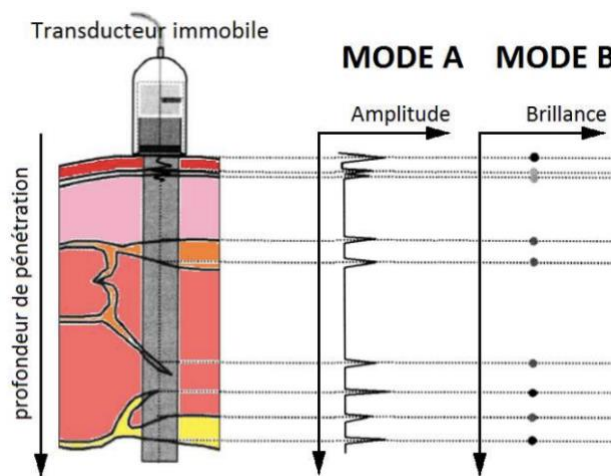


Figure 1: Les modes d'échographie : mode A et B (21)

L'échogénicité correspond à l'intensité d'une structure sur l'image échographique reconstruite. Les tissus peuvent être classés comme plus ou moins échogènes :

- Les tissus échogènes/hyperéchogènes qui provoquent une réflexion d'intensité élevée pour produire des images claires et brillantes(os/calculs)
- Les tissus anéchogènes/hypoéchogènes qui présentent un écho de faible intensité et produisent des images sombres (liquides) (22).

Certaines fois, l'aspect échographique de l'image est faussé par un manque ou un surplus de signal. On parle de « cônes d'ombre » et de « renforcement postérieurs » :

- Les cônes d'ombre apparaissent quand les ultrasons rencontrent une structure plus échogène que les régions voisines (os, calcifications), il n'y a alors plus d'écho émis en arrière de la structure, d'où la présence d'une zone anéchogène : le cône d'ombre.

- Les renforcements postérieurs apparaissent quand la structure est moins échogène que les structures voisines (liquides) ce qui laissera apparaître des échos plus intenses en arrière de cette structure (19).

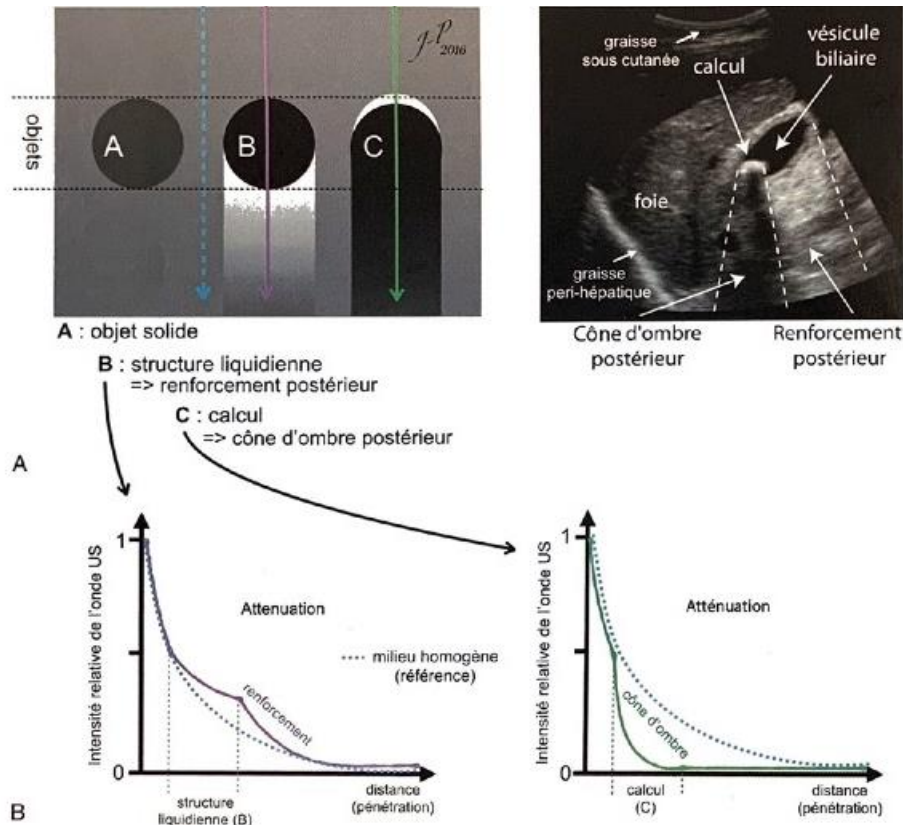


Figure 2: Échogénicité des tissus en échographie (A) et principes d'apparition des cônes d'ombres et des renforcements postérieurs (B) (19)

### 3.2 Échographie Doppler

L'examen échographique peut être amélioré avec un système Doppler, qui utilise « l'effet Doppler » pour effectuer une étude détaillée de la vascularisation des tissus en temps réel. Deux types d'imagerie Doppler sont fréquemment utilisés : le « color-Doppler » et le « power-Doppler ».

Le « color-Doppler » fournit des informations sur la vitesse moyenne des cellules sanguines en tous points de l'image échographique en mode B. Le signal Doppler produit des images sur une échelle de couleur, généralement en utilisant rouge pour indiquer les flux qui se rapprochent de

la sonde et bleu pour les flux s'éloignant de la sonde. Les vitesses d'écoulement faibles sont affichées sous forme de tons foncés de rouge ou de bleu, tandis que les vitesses d'écoulement élevées sont en teintes plus claires, selon une échelle de vitesse. (23)

Le « power-Doppler » représente une cartographie en couleurs des écoulements sanguins dans les tons de « orange ». Ce mode ne prend pas en compte le sens et la vitesse des flux mais permet une bonne visualisation de la lumière canalaire avec une plus grande sensibilité et une meilleure résolution spatiale, offrant la possibilité de visualiser les flux mêmes dans de petits vaisseaux. (19)

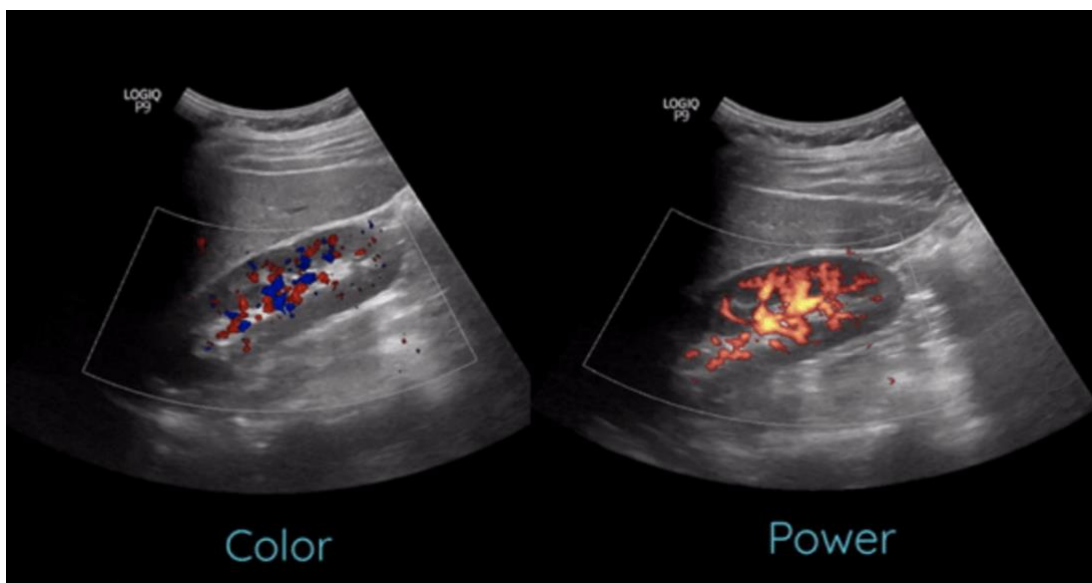


Figure 3: Images échographiques avec « color-Doppler » et « power-Doppler » d'un rein droit (24)

### 3.3 Bénéfices et risques de l'utilisation de l'échographie

L'utilisation des ultrasons en médecine clinique a connu un essor important dans les années 80 et s'est imposée dans de nombreuses spécialités comme la cardiologie, la gynéco-obstétrique, l'urologie, la chirurgie abdominale...

L'usage courant de l'échographie dans divers champs de la médecine s'explique par les nombreux avantages qu'elle présente :

- L'échographie a une bonne innocuité, elle n'utilise pas de rayonnement, il n'y a pas d'allergie, et donc aucune contre-indication à cet examen, y compris chez la femme enceinte,
- Elle est indolore pour le patient et ne nécessite, sauf exceptions, ni hospitalisation, ni anesthésie,
- C'est une technique peu coûteuse,
- L'échographe est transportable et l'examen peut être réalisé rapidement au lit du patient,
- Elle permet une image dynamique en temps réel,
- La résolution de l'image est de l'ordre du millimètre.

Toutefois, l'échographie présente quelques inconvénients :

- Elle est « opérateur-dépendant », les résultats dépendent de l'habileté et de l'expérience de l'examineur mais aussi de la position de la sonde qui détermine le plan de coupe. Ce positionnement manuel de la sonde varie d'un examen à l'autre et n'est pas connu a priori, ce qui aboutit à des résultats difficilement reproductibles. La capacité de l'opérateur à interpréter correctement les images est également un facteur à prendre en compte.
- La résolution spatiale est limitée car la puissance de la sonde et la résolution sont inversement proportionnelles, ce qui rend impossible l'étude des structures très profondes et peut gêner l'examen chez le patient obèse.
- En échographie obstétricale, l'exposition aux ultrasons doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA), en raison du risque possible d'échauffement des tissus, notamment avec la technique de l'échographie Doppler (25).

### 3.4 Échographie en endodontie

L'échographie est une technique d'imagerie courante dans divers champs de la médecine mais sa pertinence dans le domaine de l'endodontie est étudiée seulement depuis les deux dernières décennies et son utilisation n'est pas développée dans la pratique courante (20). Par conséquent, il n'existe pas de sonde échographique dédiée à cette indication précise. Les sondes existantes peuvent être placées en position intra orale ou extra orale pour la visualisation des structures sous-jacentes. Cependant, la taille et le design de ces sondes rendent l'observation intra orale compliquée dans le secteur antérieur chez les patients avec un vestibule peu profond et est impossible dans le secteur postérieur avec les joues qui empêchent le positionnement de la sonde (26).

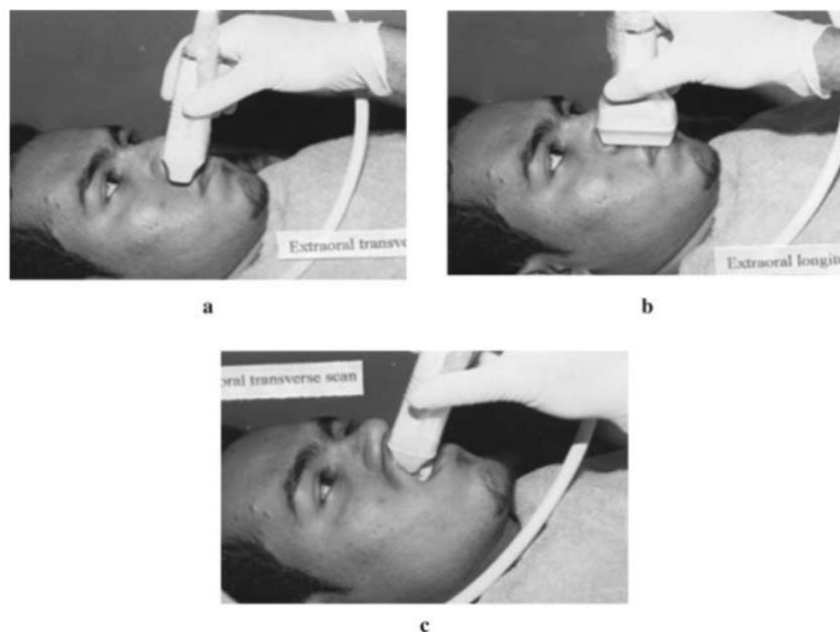


Figure 4 : Positionnement de la sonde d'échographie dans le secteur antérieur maxillaire ; (a) Échographie extraorale transverse, (b) Échographie extraorale longitudinale, (c) Échographie intraorale transverse (26)

Parmi les études portant sur l'échographie endodontique, les fréquences utilisées oscillent entre 2 et 20 MHz (27). Ces fréquences permettent une pénétration des ultrasons dans les différentes structures anatomiques qui, en fonction de leur nature vont apparaître comme plus ou moins échogènes, ce qui permet de les différencier. Ainsi, l'échographie rendra visibles la peau, le tissu adipeux et les muscles en superficie puis l'os sain et les dents, qui seront perçus comme des éléments hyperéchogènes (clairs) du fait d'une grande réflexion des ultrasons. A l'inverse, les LIPOE sont peu ou pas échogènes donc différenciables du tissu osseux. Une lésion d'apparence kystique se définira par une cavité hypoéchogène car liquidienne, bien délimitée,



sans vascularisation interne alors qu'une lésion d'apparence granulomateuse se définira comme une lésion mal définie, présentant une vascularisation interne et qui peut être corpusculée (échogène) ou peut montrer des zones à la fois échogènes et hypoéchogènes (28).

Dans la figure 5, les lésions ont été classées comme kystiques, solides ou semi-solides. Les lésions kystiques simples sont totalement anéchogènes avec un renforcement postérieur (5a). Les lésions solides n'ont pas de composante liquide ni de renforcement postérieur et ont une échogénicité modérée (5c). Les lésions semi-solides étaient définies comme des lésions contenant à la fois des zones kystiques et solides (5d).

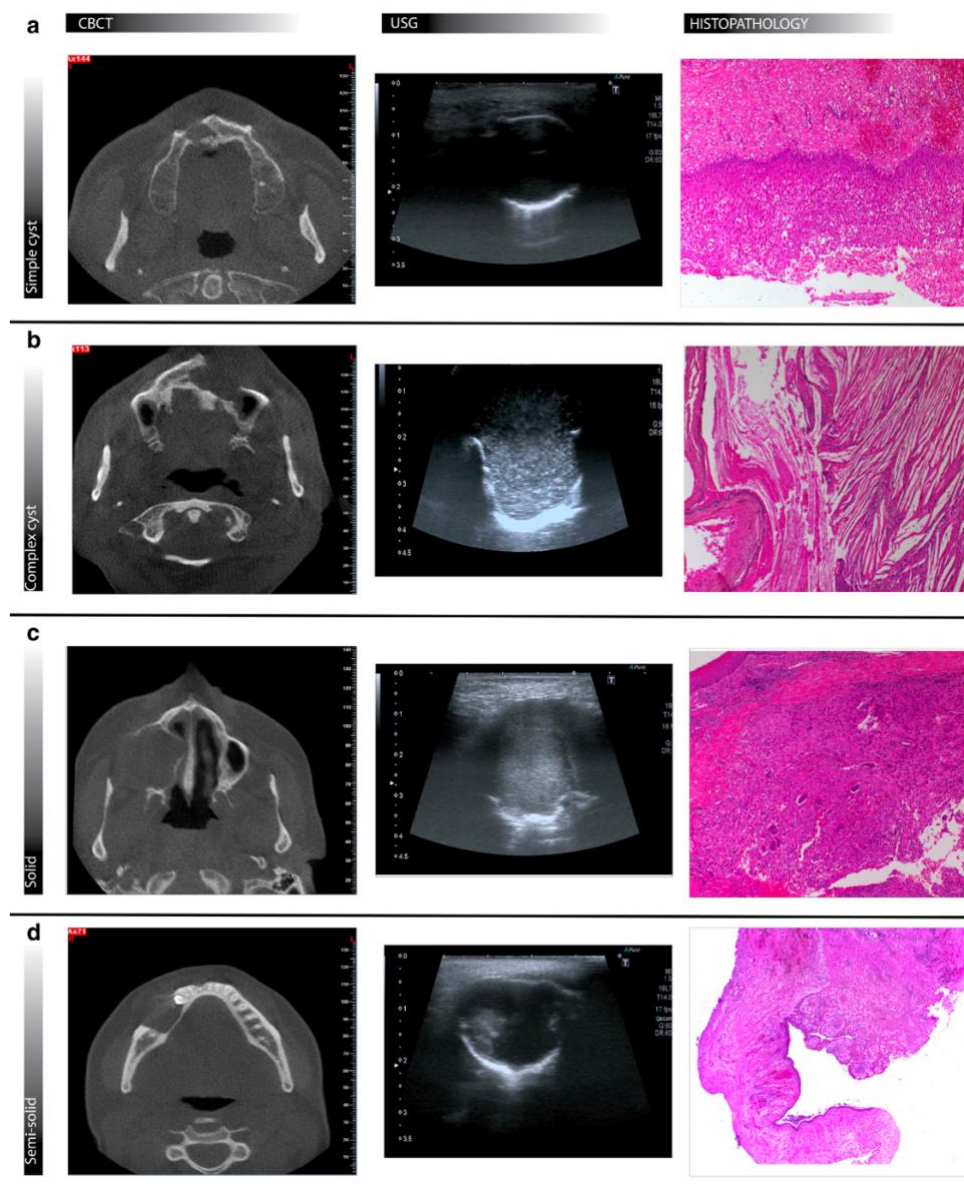


Figure 5 : Caractéristiques échographiques de différentes LIPOE (a) Kyste simple, (b) Kyste complexe, (c) Solide, (d) Lésion mixte (29)

Sur la figure 6, l'image de gauche est une radiographie rétro alvéolaire montrant une radioclarité périapicale bien définie en rapport avec les dents 11 et 12. L'image du centre est une prise de vue issue de l'échographie de la même lésion montrant du haut vers le bas (vestibulaire vers lingual) : la peau, le tissu adipeux, les muscles, l'os avec la rupture de corticale vestibulaire, l'os spongieux avec la LIPOE et en son centre une coupe du bout de l'apex, et plus profondément, le renforcement postérieur dû à la LIPOE. L'image de droite est un schéma de l'image du centre qui montre la perforation de la corticale (P), la surface du fond de la lésion périapicale (S) et la zone anéchogène entre P et S due au contenu liquide.

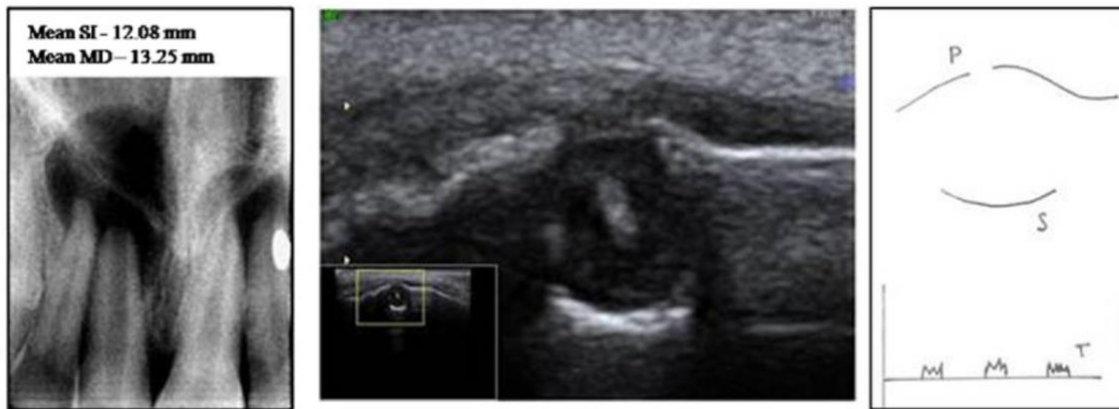


Figure 6 : Cas d'un kyste périapical (30)

Toutefois, il arrive que lorsque la corticale osseuse est trop épaisse, les ultrasons ne parviennent pas à pénétrer jusqu'à la lésion et elle n'est alors pas détectée à l'examen échographique, comme dans la figure 7.

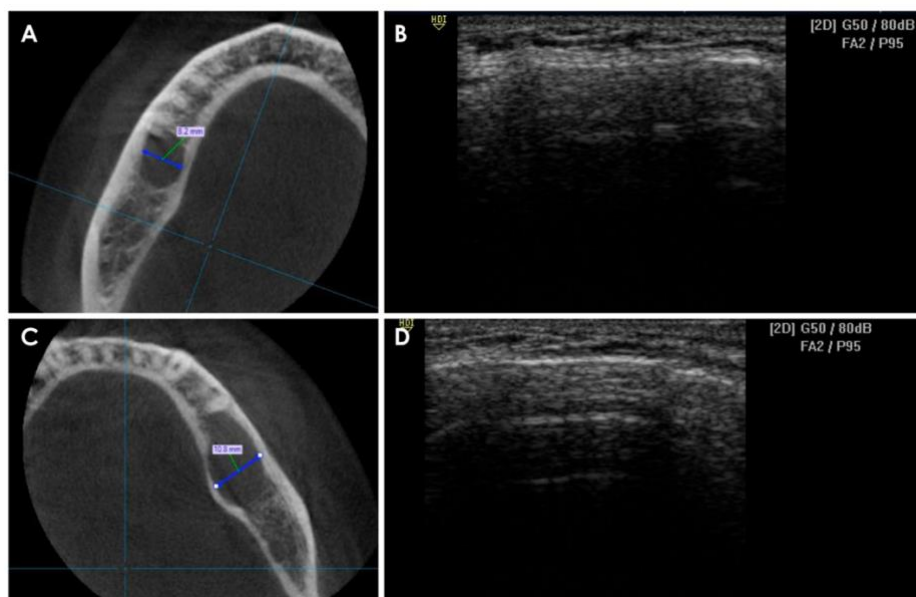
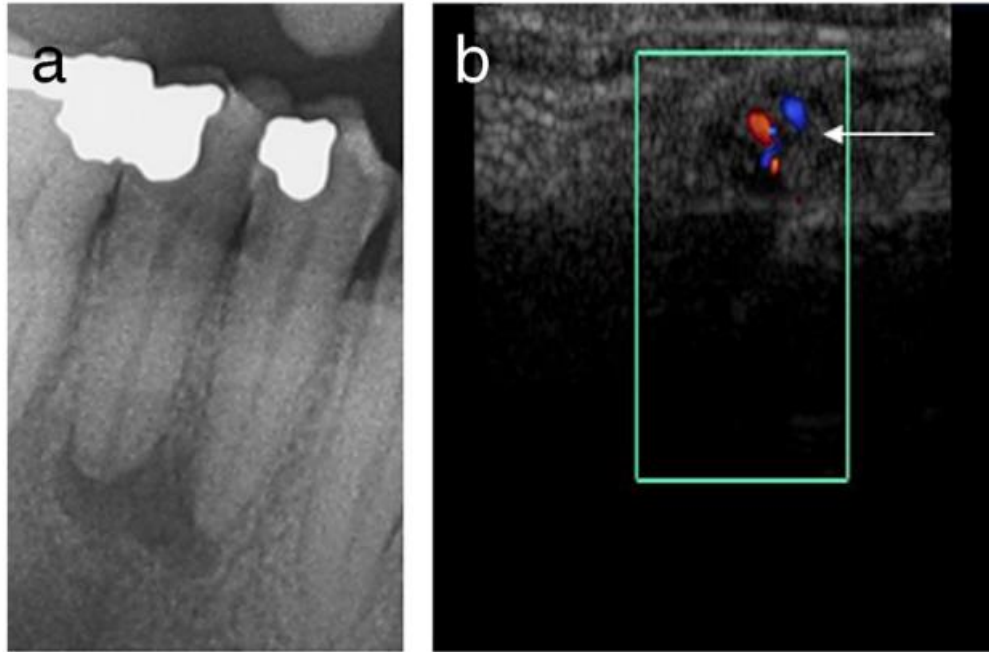


Figure 7 : Deux cas de LIPOE visibles au CBCT (A et C) et où la lésion n'est pas visible aux US (B et D) (31)

D'autre part, l'ajout d'un système Color-Doppler ou Power-Doppler permet d'observer et d'évaluer la vascularisation au sein des lésions périapicales. C'est ce que montre la figure 8 avec le cas d'une radiographie rétro alvéolaire (a) montrant deux lésions périapicales sur les dents n° 44 et n° 45. L'échographie color-Doppler préopératoire (b) montre la vascularisation au sein des lésions (flèche blanche).



*Figure 8 : Cas d'une LIPOE sur 44 et 45 avec radiographie rétro alvéolaire (a) et échographie avec color-Doppler (b) (32)*

## 4. MATERIEL ET METHODES

La recherche bibliographique a été conduite sur la base de données PubMed le 9 juillet 2021 suivant la combinaison de mots clés :

**((ultrasound scan) OR (sonogram) OR (doppler)) AND (Endodontics)**

Cette première recherche nous a conduit à 155 résultats (n=155).

La méthodologie de recherche et la sélection des articles de cette revue de littérature se sont basées sur la méthodologie PRISMA :

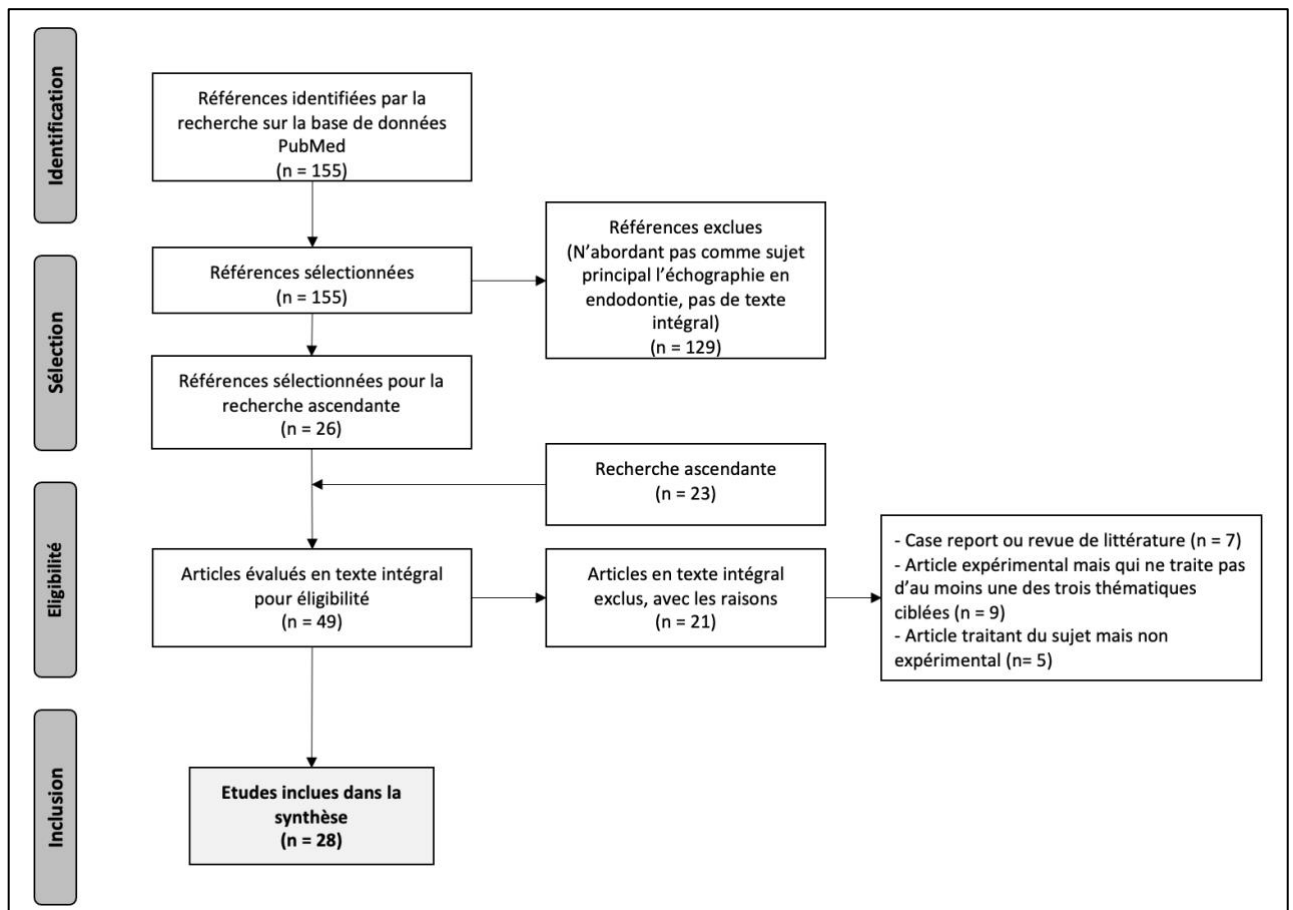


Figure 9 : Diagramme PRISMA

Une recherche bibliographique ascendante a été réalisée à partir des articles qui n'ont pas été exclus après la première sélection permettant d'identifier 23 articles de plus à inclure.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Article en anglais,
- Article disponible en texte intégral,
- Article expérimental traitant au moins une des thématiques ciblées :
  - Utilité de l'échographie pour la détection et diagnostic des LIPOE ;
  - Utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical ;
  - Utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des LIPOE.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Articles n'ayant pas comme thématique principale l'utilisation de l'échographie en endodontie,
- Articles n'abordant pas une des 3 thématiques citées précédemment,
- Case report ou revue de littérature.

Nous tirons de cette méthodologie de recherche un total de **28 articles**, certains pouvant concerner plusieurs thématiques ciblées.

Voici le nombre d'articles par point :

- Utilité de l'échographie pour la détection et le diagnostic des LIPOE : 11 articles ;
- Utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical : 15 articles ;
- Utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des LIPOE : 7 articles.

## 5. RESULTATS

### 5.1 Utilité de l'échographie pour la détection et le diagnostic des LIPOE

Auteur	Support d'étude	Objectif de l'étude	Méthode	Résultats	Conclusion
Cotti et al., 2003 (33)	11 patients avec une LIPOE et devant recevoir une chirurgie endodontique dont 3 dans le secteur postérieur	Évaluer si l'échographie Doppler peut aider pour le diagnostic des LIPOE	Chaque lésion est diagnostiquée par un examen clinique et radiographique puis reçoit une échographie	Toutes les lésions ont été détectées par l'examen échographique, même celles en postérieur	L'échographie est une technique d'imagerie simple et reproductible qui peut un complément utile aux radiographies rétro alvéolaires pour le diagnostic des LIPOE
Adhikari et al., 2011 (34)	19 patients issu d'un service d'urgence avec une douleur dentaire	Comparer l'efficacité du panoramique dentaire et des US dans le diagnostic des LIPOE	Comparaison des résultats obtenus par les 2 techniques d'imagerie pour chaque patient	Les US sont en accord avec les panoramiques dans 83% des cas. La sensibilité et la spécificité des US sont respectivement de 92 et 100%	Cette étude comporte trop de biais et ne permet pas de tirer de conclusions sur les différences entre les US et la panoramique mais elle suggère que l'échographie peut être une alternative pour le diagnostic des LIPOE.
Adibi et al., 2015 (35)	20 blocs de scapula bovine	Déterminer l'épaisseur d'os cortical qui reflète complètement les US et entraîne un échec dans la détection des lésions osseuses.	Des lésions artificielles sont créées dans les blocs de sorte à augmenter l'épaisseur de l'os sus-jacent puis sont examinées avec les US	Les lésions n'ont pas été détecté au-delà de 1,1mm d'épaisseur de corticale mais l'os bovin est plus dense que l'os humain et les défauts osseux créés n'excédaient pas 5 mm de diamètre	Étant donné que des lésions de 5 mm sont détectées sous un os cortical relativement épais (1,1mm), on peut conclure que la perforation de la corticale n'est pas nécessaire pour considérer les US comme une technique d'imagerie efficace dans l'évaluation des LIPOE.
Shahidi et al., 2015 (36)	15 patients avec une lésion intra-osseuse de la mâchoire	Diagnostiquer et évaluer la taille des lésions intra-osseuses avec les US en comparaison avec le CBCT.	Un CBCT et une échographie ont été réalisés pour chaque lésion puis la taille des lésions a été mesurée par US et comparée au CBCT	Dans 12 cas sur 15, les US et le CBCT étaient en accord sur la taille des lésions. La taille de 3 lésions n'a pas pu être mesurée par les US à cause de l'épaisseur de la corticale	Les US peuvent estimer la taille des LIPOE et fournir des informations diagnostiques importantes concernant le contenu de la lésion à condition que la corticale soit suffisamment mince

Ferreira et al., 2016 (37)	10 hémi- mandibules de porc	évaluer les US comme outil de diagnostic des lésions intra- osseuse.	2 ost�tomies sont réalisées dans chaque mandibule et examinées par échographie puis classées selon 3 niveaux de difficulté d'observation	Les US sont capables de détecter des images desavit�s intra- osseuse cependant les cryptes n'ont pas été détectées dans 13,3 % des cas	Lesavit�s intra- osseuses peuvent être examinées par l'échographie à condition que l'os cortical soit suffisamment mince
Tikku et al., 2016 (38)	30 patients avec une lésion péri- apicale et nécessitant une chirurgie endodontique	évaluer l'échographie Doppler pour le diagnostic et la d�ttection des lésions périapicales.	En fonction de l'épaisseur moyenne de l'os cortical, les lésions étudiées sont divisées arbitrairement selon le secteur antérieur, prémolaire ou molaire puis subissent un examen échographique	Pour une épaisseur osseuse corticale inférieure à 1,6 mm toutes les lésions ont été détectées, pour une épaisseur supérieure à 1,6 mm, seulement 65 % ont été détectées	L'association entre l'épaisseur osseuse et la d�ttection de la présence d'une lésion est statistiquement significative et les US peuvent jouer un rôle limité lorsque l'os cortical est épais
Bayrakdar et al., 2017 (29)	123 lésions intra-osseuses de la mâchoire chez 121 patients	Comparer les US au CBCT pour la visualisation et la caractérisation des lésions intra- osseuses.	Chaque lésion intra- osseuse subit les 2 techniques d'imagerie et les dimensions des lésions sont mesurées dans 3 plans de l'espace	34 lésions sur 123 n'ont pas été détectées aux US à cause d'un os cortical épais par rapport au CBCT. Entre CBCT et US, les différences de mesures n'étaient pas statistiquement significatives dans 2 dimensions évaluées sur 3.	Le CBCT reste le gold standard pour la mesure de la taille des lésions et la visualisation d'une perforation de la corticale mais les US peuvent compléter le CBCT comme outil de diagnostic pour le diagnostic des LIPOE à la condition que la corticale soit amincie ou perforée.
Gad et al., 2018 (39)	32 patients avec une suspicion de lésion intra- osseuse de la mâchoire	évaluer l'utilité des US dans l'évaluation et la caractérisation des LIPOE	Chaque lésion est observée avec une panoramique, une échographie Doppler et un scanner puis plusieurs critères sont évalués comme la présence d'une lésion, l'érosion de la corticale ou l'atteinte associée des tissus mous.	Les US ont obtenu une sensibilité et une spécificité de 100% pour la d�ttection des lésions, pour l'érosion de la corticale vestibulaire et pour l'atteinte des tissus mous. Ces scores sont plus faibles en ce qui concerne l'érosion de la corticale linguale et la d�ttection d'une dent dans la lésion	Les US apportent de nombreuses informations dans la caractérisation des lésions intra-osseuse et sont supérieurs à la panoramique. Ils permettent la d�ttection de ces lésions, précisent leur localisation spatiale par rapport aux dents et évaluent la résorption osseuse. Le scanner reste supérieur aux US.

Sonmez et al., 2019 (22)	33 patients présentant une LIPOE	Comparer le potentiel diagnostique des US avec les radiographies intra-buccales et le CBCT dans l'évaluation LIPOE	Les dimensions des lésions sont mesurées sur la radiographie intra-buccale, sur l'échographie et sur le CBCT. La superficie et le volume des lésions est aussi évalué pour les US et le CBCT	Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les 3 examens pour la largeur de la lésion (la hauteur ne peut pas être évalué avec les US). Mais les mesures de la profondeur de la lésion, de la surface et du volume étaient plus faibles pour l'échographie que pour le CBCT	Avec les US, la profondeur des lésions, leur surface et leur volume sont sous-estimés donc les US sont supérieurs aux radiographies intra-buccales mais reste inférieurs au CBCT pour la mesure des dimensions
Musu et al., 2020 (40)	60 blocs d'os mandibulaire bovin	Déterminer l'épaisseur corticale minimale qui constitue une barrière pour les US dans le diagnostic des défauts osseux.	Des défauts artificiels sont créés dans chaque bloc d'os avec deux diamètres (2,0 et 5,0 mm) et la corticale est amincie à des épaisseurs variables (de 5,0 à 0,5mm) puis chaque bloc subit une échographie	Toutes les lésions intra-osseuses artificielles ont été détectées et mesurées pour confirmer le diagnostic.	Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre le diagnostic des US et la présence/ absence de perforation de la plaque buccale, le diamètre des lésions artificielles, ou la présence d'une plaque corticale amincie ou intacte
Arslan et al., 2020 (41)	160 dents antérieures maxillaires et mandibulaires, avec ou sans lésion périapicale	Comparer l'efficacité de la radiographie panoramique et de l'échographie pour la détection des LIPOE avec les radiographies retro-alvéolaires comme gold- standard	Les clichés (panoramiques + échographies) sont classés selon 2 catégories : présence ou absence de LIPOE	La sensibilité est de 0,80 pour l'échographie et de 0,77 pour les panoramiques. La spécificité est de 0,97 pour l'échographie et de 0,95 pour les panoramiques.	L'échographie est une méthode alternative dans le diagnostic des lipoe sur les dents antérieures. Mais une cortical épaisse, l'absence de repère anatomique et la taille de la sonde limitent l'utilisation dans la région postérieure.

Tableau 1 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour la détection et le diagnostic des LIPOE

Nous avons recensé 11 études visant à évaluer l'efficacité de l'échographie dans le diagnostic des LIPOE, dont :

- 2 sur os bovin (35,40), 1 sur os porcin (37), et 8 sur des patients (22,29,33,34,36,38,39,41)
- 5 considèrent les US seuls (33,35,37,38,40), 3 les comparent à la panoramique (34,39,41), 2 les comparent aux clichés rétro alvéolaires (22,41), 3 les comparent au CBCT (22,29,36)



- 4 s'intéressent à l'épaisseur d'os cortical qui pourrait exercer une influence sur la puissance diagnostique des US (35,37,38,40)
- 3 s'intéressent à la capacité des US à mesurer la taille des lésions (22,29,36)
- 4 évaluent uniquement la capacité des US à détecter les LIPOE (33,34,39,41)

## 5.2 Utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical

Auteur	Support d'étude	Objectif de l'étude	Méthode	Résultats	Conclusion
Dib et al., 1996 (42)	72 patients présentant une lésion intra-osseuse dans les secteurs antérieurs ou postérieurs et devant subir un traitement chirurgical	Évaluer les US pour la détermination du contenu des lésions intra-osseuses en comparaison avec l'analyse histopathologique.	Chaque lésion reçoit une échographie et une analyse histopathologique. Les lésions sont classées en 4 groupes (solide, kystique, liquide, mixte et dense) puis les résultats sont comparés aux diagnostics définitifs	Les résultats concordaient avec le diagnostic histopathologique dans 84,7% des cas, étaient en désaccord dans 5,6% des cas, et ils n'étaient pas exploitables dans 9,7% des cas à cause de l'épaisseur de corticale	L'échographie ne permet pas d'établir le diagnostic définitif des LIPOE mais facilite le diagnostic différentiel entre lésions solides et kystiques, permettant ainsi de guider la thérapeutique
Cotti et al., 2002 (28)	12 patients avec une LIPOE dans les secteurs antérieurs ou postérieurs	Évaluer les US comme outil de diagnostic du contenu des LIPOE	Les 12 lésions ont été diagnostiquées grâce à des radiographies intra-orales puis ont subi une échographie -doppler permettant d'évaluer la nature de leur contenu et leur vascularisation	Les résultats montrent 6 lésions hypoéchogènes et non vascularisées, pouvant être assimilées à des lésions kystiques, et 6 lésions moins hypoéchogènes et richement vascularisées pouvant être assimilées à des granulomes	L'échographie donne des informations sur le contenu et la vascularisation des LIPOE mais aucune analyse histopathologique n'a été faite pour confirmer le lien entre l'échogénicité et la nature kystique ou granulomateuse de la lésion
Cotti et al., 2003 (33)	11 patients avec une LIPOE et devant recevoir une chirurgie endodontique dans les secteurs antérieurs ou postérieurs	Évaluer si l'échographie Doppler peut aider pour le diagnostic différentiel des LIPOE en se basant sur leur contenu	Chaque LIPOE reçoit une échographie doppler et est classé soit comme un kyste ou un granulome et les résultats sont comparés à l'analyse histopathologique	Toutes les lésions ont été détectées aux US et dans les 11 cas, les diagnostics donnés par les US ont été confirmés par l'analyse histopathologique	L'échographie est capable de déterminer la nature histopathologique des LIPOE en analysant leur forme, leur échogénicité et leur vascularisation
Cotti et al., 2006 (43)	1 patient présentant 2 LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire	Évaluer si l'échographie doppler permet d'établir un diagnostic différentiel entre kystes et granulomes	Chaque lésion reçoit une échographie avec hypothèse de diagnostic différentiel avant de subir une chirurgie endodontique puis les résultats obtenus sont comparés aux résultats histopathologiques	Dans les deux cas, les diagnostics échographiques ont été confirmés par l'examen histopathologique (1 kyste et 1 granulome)	L'échographie est capable de déterminer la nature histopathologique des LIPOE

Gundappa et al., 2006 (26)	15 patients présentant une LIPOE sur les dents antérieures maxillaires ou mandibulaires et devant recevoir une chirurgie endodontique	Évaluer l'efficacité des ultrasons et des radiographies intrabuccales pour identifier les lipoe et pour différencier les kystes et les granulomes	Chaque lésion reçoit une échographie doppler puis une hypothèse de diagnostic différentiel est établie entre kyste ou granulome puis les résultats sont comparés à l'analyse histopathologique	Les US et l'étude histopathologique sont en accord sur 100% des cas (7 kystes, 7 granulomes et 1 lésion mixte). Les US ont également permis de diagnostiquer une perforation de la corticale chez 12 cas	L'échographie Doppler est une technique de diagnostic fiable pour différencier les kystes et les granulomes périapicaux, en fonction de l'échotexture de leur contenu et de la présence de vascularisation, pour les dents antérieures, où l'os cortical est aminci
Aggarwal et al., 2008 (44)	12 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire	Évaluer et comparer l'utilisation du scanner et de l'échographie Doppler dans le diagnostic différentiel des lésions périapicales	Les lésions ont été diagnostiquées comme étant des kystes ou de granulomes en utilisant l'unité Hounsfield pour les scanners et les caractéristiques d'échogénicité pour les US. Les résultats ont été comparés aux résultats histopathologiques.	Dans les 12 cas, les résultats histopathologiques correspondaient au diagnostic obtenu par tomodensitométrie et échographie Doppler (10 kystes et 2 granulomes)	Le scanner et l'échographie Doppler peuvent fournir un diagnostic précis des lésions périapicales avec une validité équivalente au diagnostic histopathologique.
Sumer et al., 2009 (45)	22 lésions intra-osseuses chez 20 patients devant recevoir une exérèse chirurgicale (11 dans le secteur postérieur mandibulaire et 11 dans le secteur antérieur maxillaire)	Évaluer l'efficacité de l'échographie Doppler pour le diagnostic des lésions intra-osseuses des mâchoires et corréler le contenu de la lésion avec les résultats histologiques.	Chaque lésion a reçu une échographie Doppler afin de les classer comme étant des lésions : kystiques, semi-solides ou solides. Les patients ont ensuite subi une exérèse chirurgicale pour examen histopathologique des lésions.	Les US n'ont pas pu détecter 3 lésions à cause de l'épaisseur de la corticale. De plus les kystes radiculaires ont été classés par les US comme des lésions kystiques, semi-solides et solides. Les 4 granulomes visibles malgré l'épaisseur ont été caractérisés comme solides par les US	Les US apportent de nombreuses informations concernant le contenu des lésions intra-osseuses et leur vascularisation mais il n'y a pas de corrélation entre les résultats de l'échographie et le diagnostic histologique définitif.
Raghav et al., 2010 (30)	21 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire ou mandibulaire dont la dent doit être extraite ou doit recevoir une chirurgie endodontique	Évaluer l'efficacité des US pour différencier les kystes périapicaux des granulomes	Chaque lésion reçoit une échographie Doppler puis est classée dans une des 3 catégories selon son échogénicité et sa vascularisation : kyste, granulome, lésion mixte. Une comparaison est ensuite faite avec les résultats histopathologiques	Pour les 21 lésions, les US ne se sont trompés que pour 1 lésion, diagnostiquée comme un granulome mais qui s'est révélé être un kyste lors de l'examen histopathologique	L'échographie Doppler fournit de nombreuses informations sur la nature des LIPOE et est une technique de diagnostic fiable pour différencier les kystes et granulomes, basé sur l'échotexture de leur contenu et leur vascularisation

Goel et al., 2011 (46)	30 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire ou mandibulaire et nécessitant une chirurgie endodontique	Comparer l'efficacité des US aux radiographies conventionnelles pour le diagnostic de la nature des LIPOE	Des radiographies et échographies Doppler sont réalisées pour chaque lésion qui sont ensuite classées entre kystes et granulomes selon des critères propres à chaque technique d'imagerie. Les résultats sont comparés à l'analyse histopathologique.	Les radiographies ont correctement diagnostiqué 20 lésions sur 30 (66,67 %) contre 29 lésions sur 30 (96,67 %) pour les US.	L'échographie Doppler est supérieure aux radiographies conventionnelles dans le diagnostic de la nature des LIPOE dans le secteur antérieur
Prince et al., 2012 (47)	15 patients présentant une LIPOE sans précision sur les secteurs étudiés	Évaluer la capacité de l'échographie Doppler pour le diagnostic différentiel des LIPOE	Pour chaque lésion, une échographie Doppler est réalisée ce qui permet de classer la lésion comme étant kystique, granulomateuse ou mixte puis ces résultats sont comparés à ceux des biopsies	La corrélation entre les diagnostics histopathologiques et échographique a été établie chez 13 sujets sur 15 soit 86,7 %	L'échographie peut aider à établir un diagnostic différentiel entre kystes et granulomes en révélant la nature du contenu d'une LIPOE mais reste moins précise que l'analyse histopathologique
Sandhu et al., 2015 (48)	30 patients présentant une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire ou mandibulaire	Évaluer l'efficacité de l'échographie Doppler comparée à la radiographie 2D dans le diagnostic des LIPOE et dans la planification du traitement.	Pour chacune des 2 techniques d'imagerie, les lésions sont classées comme étant un kyste, un granulome ou une lésion mixte. Les lésions avec granulomes ont été traitées chirurgicalement et les lésions mixtes non-chirurgicalement (Pas de kyste parmi les 30)	Les US ont diagnostiqué 16 granulomes et 14 lésions mixtes. L'histopathologie a confirmé le diagnostic des 16 granulomes. Pour ces lésions, les radios avaient diagnostiqué 11 granulomes et 5 kystes. Les 14 LIPOE restantes n'ont pas été biopsiées	L'histopathologie a confirmé le diagnostic donné par les US pour les 16 cas biopsiés. Les radiographies 2D permettent de diagnostiquer l'existence d'une LIPOE mais pas de sa nature ; l'échographie peut fournir des informations précises sur la nature pathologique de la lésion.
Khambete et al., 2015 (49)	10 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire ou mandibulaire et devant recevoir une chirurgie endodontique	Évaluer l'efficacité diagnostique de l'échographie Doppler dans le diagnostic du type de lésions périapicales	Chaque lésion reçoit une échographie doppler puis une hypothèse de diagnostic différentiel est établie entre kyste, granulome ou lésion mixte puis les résultats sont comparés à l'analyse histopathologique	Les US ont détecté 4 kystes, 4 granulomes et 2 lésions mixtes. Pour chaque cas, le diagnostic a été confirmé par les résultats histopathologiques	Il existe une corrélation certaine entre l'échostructure des lésions et les résultats histopathologiques et les US peuvent fournir des informations précises sur la nature des LIPOE dans la région antérieure où l'os est mince.

Tikku et al., 2016 (38)	30 patients avec une LIPOE dans les secteurs antérieurs ou postérieurs et nécessitant une chirurgie endodontique	Évaluer l'échographie Doppler pour le diagnostic des lésions périapicales.	Les 30 lésions sont observées par échographie Doppler puis catégorisées comme étant un kyste ou un granulome. Les résultats sont ensuite comparés à l'observation histologique	Parmi les 30 lésions, les US ont répertorié 3 kystes, 20 granulomes et 7 n'ont pas été détectées du tout à cause de l'épaisseur d'os cortical. Pour chacune des 23 lésions détectées, le diagnostic a été confirmé par l'étude histopathologique	L'échographie ne peut pas établir le diagnostic définitif, mais elle peut faciliter le diagnostic différentiel entre les lésions kystiques et granulomateuses.
Bayrakdar et al., 2017 (29)	123 lésions intra-osseuses de la mâchoire chez 121 patients, dans les secteurs antérieurs ou postérieurs	Comparer les US au CBCT pour la visualisation et la caractérisation des lésions intra-osseuses.	89 lésions sur 123 ont reçu une échographie (pour les 34 autres, l'échographie n'était pas possible à cause de l'épaisseur d'os) puis chaque lésion est classée comme étant kystique, solide ou semi-solide puis les résultats sont comparés à l'histopathologie	Le diagnostic échographique et en accord avec l'examen histologique dans 74 cas sur 89 (83,2%). Les lésions étudiées ne sont pas toutes d'origine endodontique et le détail n'est pas donné dans l'article	Les diagnostics échographiques et histopathologiques sur le contenu des lésions ont une corrélation significative. Mais le CBCT, n'ayant pas d'unité Hounsfield valides, ne fait pas de distinction entre les masses solides et kystiques.
Sonmez et al., 2019 (22)	33 patients présentant une LIPOE dans les secteurs antérieurs ou postérieurs	Évaluer le potentiel diagnostique de l'échographie Doppler dans l'évaluation des granulomes et des kystes radiculaires.	Le traitement de chaque lésion est décidé en fonction de l'état de la dent (avulsion, traitement endodontique avec ou sans chirurgie). Pour les dents extraites et traitées chirurgicalement (20/33), les diagnostics obtenus à l'échographie (kystes ou granulomes) sont comparés à l'histopathologie	Le diagnostic histopathologique a confirmé que parmi les 20 LIPOE, 12 étaient des kystes périapicaux et 8 des granulomes. 3 des granulomes ont été identifiés comme kystes périapicaux par l'examen échographique	L'imagerie échographique est un outil efficace pour déterminer la nature pathologique des LIPOE, sans différence statistiquement significative entre l'échographie et l'examen histopathologique

Tableau 2 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical

Nous avons recensé 15 études visant à évaluer l'efficacité de l'échographie dans le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical parmi lesquelles :

- 7 étudient uniquement le secteur antérieur (26,30,43,44,46,48,49)
- 7 étudient le secteur antérieur et postérieur (22,28,29,33,38,42,45)
- 14 se basent sur une comparaison avec un examen histopathologique de la lésion (22,26,29,30,33,38,42-49)
- 3 comparent les US aux radiographies rétro alvéolaires (26,46,48)

- 1 compare les US au scanner (44)
- 1 compare les US au CBCT (29)
- Toutes les études se basent sur l'écho-texture des lésions observées pour en déterminer le diagnostic. Les caractéristiques décrites sont comparables pour toutes les études tel que :
  - Une lésion d'apparence kystique se définira par une cavité peu ou pas échogène, bien délimitée, avec un renforcement osseux périphérique, un contenu liquidien et sans preuve de vascularisation interne lors de l'examen Doppler.
  - Une lésion d'apparence granulomateuse se définira comme une lésion mal définie, qui peut être franchement corpusculée (échogène/hyperéchogène) ou peut montrer des zones à la fois hyperéchogène et hypoéchogène, avec une riche vascularisation interne, visible lors de l'examen Doppler.

### 5.3 Utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des lipoe

Auteur	Support d'étude	Objectif de l'étude	Méthode	Résultats	Conclusion
Rajendran et al., 2007 (50)	5 patients avec une LIPOE sur une dent antérieure maxillaire et devant recevoir un TE non chirurgical	Évaluer l'échographie Doppler comme outil pour le suivi de la cicatrisation des LIPOE après un TE non chirurgical	Chaque patient subit une échographie Doppler préopératoire puis le TE est réalisé. Après 6 mois, chaque patient reçoit à nouveau une échographie Doppler et les résultats sont comparés	A l'échographie, 3 lésions montrent des signes de cicatrisation après 6 mois. Les 2 autres lésions montrent une cicatrisation complète avec une formation osseuse complète, identique à l'os sain adjacent	L'échographie Doppler est un outil efficace pour surveiller la guérison des LIPOE notamment en observant la formation osseuse et la vascularisation des lésions
Tikku et al., 2010 (51)	15 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire ou mandibulaire et devant recevoir une chirurgie endodontique	Évaluer l'efficacité de l'échographie doppler et des radiographies intrabucales dans le suivi de la cicatrisation des LIPOE après une chirurgie endodontique	Une radiographie intrabucale et une échographie Doppler sont réalisées pour chaque patient à 3 temps du traitement chirurgical : préopératoire, 1 semaine post-op et 6 mois post-op ; puis les images sont comparées	Il n'y a pas de différence significative entre les résultats apportés par les 2 techniques à 1 semaine post-op ce qui n'est pas le cas à 6 mois post-op où la réduction de la taille des lésions est significativement différente entre radiographies et US	En apportant des données sur l'échogénicité et la vascularisation du site chirurgical, l'échographie Doppler permet une évaluation de la cicatrisation postopératoire précise et plus précoce que les radiographies
Maity et al., 2011 (52)	10 patients avec une LIPOE dans le secteur antérieur maxillaire de taille approximativement similaires et devant recevoir un TE non chirurgical	Évaluer et comparer la fiabilité de l'échographie Doppler avec les radiographies retro-alvéolaires pour le suivi de la cicatrisation après un TE non-chirurgical	Chaque patient reçoit une radiographie retro-alvéolaire et une échographie Doppler avant le TE, après 6 semaines, 3 mois et 6 mois. Les résultats obtenus sont comparés	A la radio, aucun changement n'est détecté à 6 sem. et 8/10 lésions ont réduit de taille à 3mois. Avec les US, les mêmes changements sont constatés dès 6 sem. A 6 mois, les 2 techniques sont en accord et montrent 8 lésions cicatrisées/en cours de cicatrisation et 2 échecs.	L'échographie Doppler est un outil supérieur aux radiographies pour évaluer la guérison post-endodontique à six semaines. Elle permet d'observer la formation osseuse et la néovascularisation de manière précoce.

<p>Cotti et al., 2018 (32)</p>	<p>19 patients présentant au total 22 LIPOE et concernant 26 dents dans les secteurs antérieurs ou postérieurs et devant recevoir un TE</p>	<p>Évaluer la possibilité de détecter les changements vasculaires précoces des LIPOE à la suite d'un TE (initial, RTE, chirurgical) grâce à l'échographie Doppler.</p>	<p>3 échographies Doppler sont réalisées pour chaque lésion avant traitement, 1 sem. après la 1<sup>ère</sup> séance de TE et 4 sem. après la fin du TE. Tous les cas sont analysés en notant une éventuelle augmentation, diminution, disparition ou persistance de la vascularisation</p>	<p>A 4 semaines, 14 LIPOE montrent une réduction/ disparition de la vascularisation et celles-ci ont toutes cicatrisé. Pour les 5 autres, qui ne montrent pas de réduction de la vascularisation, 2 ont cicatrisé et 3 aboutit à un échec.</p>	<p>La corrélation entre la réduction/ disparition du signal Doppler et la guérison de la lésion était statistiquement significative. L'échographie Doppler permet d'observer la réponse précoce du patient à un TE par l'analyse des changements vasculaires des zones affectées / traitées.</p>
<p>Curvers et al., 2018 (53)</p>	<p>8 patients devant recevoir une chirurgie endodontique dans les secteurs antérieurs ou postérieurs</p>	<p>Évaluer l'échographie en tant qu'outil pour le suivi de la cicatrisation après une chirurgie endodontique</p>	<p>Après la chirurgie endodontique, une échographie est réalisée à 1 semaine (T0), à 1/2/3 mois et à 6 mois dans certains cas. A chaque fois, la surface de la lésion et le diamètre de la perforation de la corticale sont mesurés et comparés</p>	<p>Aucun des patients n'a eu une fermeture complète de la corticale, ni une disparition complète de la lésion après 6 mois mais une diminution des 2 paramètres mesurés est constatée chez tous les patients ainsi que la formation de calcifications au sein des LIPOE</p>	<p>L'échographie est un outil de suivi prometteur pour les chirurgies endodontiques. Il aide à comprendre les étapes initiales de la guérison osseuse, permet un suivi de la guérison rapprochée et est exempt de rayonnement.</p>
<p>Zainedeen et al., 2018 (31)</p>	<p>21 patients avec une lésion intra- osseuse dans les secteurs antérieurs ou postérieurs et devant recevoir un traitement chirurgical</p>	<p>Évaluer la fiabilité de l'échographie Doppler par rapport au CBCT comme outil de surveillance de la guérison des lésions intra- osseuse</p>	<p>Avant la chirurgie et à 6 mois post-op, chaque lésion passe une échographie Doppler et un CBCT et la lésion est mesurée dans 3 sens de l'espace. A 1 semaine post-op, une autre échographie Doppler est aussi réaliser ce qui permet d'évaluer le flux sanguin à 3 temps.</p>	<p>Avant la chirurgie, les dimensions sont statistiquement comparables dans 2 sens de l'espace sur 3. Après 6m, l'échographie montre une plus grande diminution de la taille de la lésion que le CBCT. De plus le flux sanguin montre une augmentation à 1s postop, puis une diminution à 6m.</p>	<p>Les US ont révélé le processus de guérison plus précisément que le CBCT en montrant la diminution de la taille de la lésion plus clairement. Cela peut s'expliquer par le fait que les US montreraient plus de sites de dépôt osseux qui ne sont pas suffisamment minéralisés pour apparaître au CBCT.</p>



<p>Sonmez et al., 2019 (22)</p>	<p>33 patients présentant une LIPOE dans les secteurs antérieurs ou postérieurs</p>	<p>Évaluer l'échographie pour le suivi de la cicatrisation des LIPOE après un traitement endodontique avec ou sans chirurgie</p>	<p>Une échographie est réalisée pour chaque lésion avant traitement et 6 mois après traitement. La largeur, la profondeur, la surface et le volume des lésions sont mesurées.</p>	<p>Sur les 33 LIPOE, 7 dents ont été extraites. Pour les dents traitées, une réduction statistiquement significative a été constatée entre les mesures échographiques pré-traitement et post-traitement pour la largeur, la profondeur, la surface et le volume</p>	<p>Compte tenu des résultats et de la nature non ionisante et en temps réel de l'imagerie échographique, cette technologie peut être considérée comme un bon outil pour évaluer les résultats du traitement des lésions périapicales.</p>
-------------------------------------	---	--	---	---	---

Tableau 3 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des LIPOE

Nous avons recensé 7 études cherchant à évaluer l'efficacité de l'échographie dans le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical parmi lesquelles :

- 3 étudient uniquement le secteur antérieur (50–52)
- 4 étudient le secteur antérieur et postérieur (22,31,32,53)
- 5 étudient la cicatrisation après un traitement endodontique chirurgical (22,31,32,51,53)
- 4 étudient la cicatrisation après un traitement endodontique non chirurgical (22,32,50,52)
- La durée du suivi échographique commence à 1 semaine (31,32,51,53) et se poursuit pour certaines études jusqu'à 6 mois (22,31,50–52)
- Les différents critères étudiés pour évaluer la cicatrisation des LIPOE ont été : les changements d'échogénicité des lésions devenant hyperéchogènes pour se rapprocher de l'échogénicité de l'os adjacent ; la réduction du volume de la lésion ; l'évolution de la vascularisation interne ; le type de vascularisation (artérielle/veineuse) ; l'évolution de la vitesse du flux sanguin dans la lésion

## 6. DISCUSSION

La pratique endodontique est traditionnellement basée sur l'utilisation de radiographies rétro-alvéolaire (RRA) préopératoires, peropératoires et postopératoires. Celles-ci donnent des informations rapides mais exposent les patients à des radiations parfois répétées d'un même site et présentent des limites d'interprétation. Ces dernières années, les examens CBCT sont devenus un complément important des RRA, permettant de palier un manque de sensibilité de ces dernières. Du fait de leur nature tridimensionnelle, ils permettent une exploration beaucoup plus fine des structures anatomiques et des lésions des maxillaires (54). Mais malgré des avancées technologiques permettant de diminuer les doses d'irradiation, les CBCT ne peuvent être considérés comme des examens de routine et ils ne peuvent pas être réalisés en temps réel au fauteuil. Par ailleurs, RRA comme CBCT ne donnent pas d'information sur le contenu de la lésion ni sur le fait qu'elle soit vascularisée ou pas alors qu'on sait que cela pourrait servir à affiner le diagnostic et donc les prises de décisions thérapeutiques (46,48). Même si le CBCT peut se montrer plus performant que la RRA pour déterminer la nature de la lésion, son efficacité en cela est jugée « modérée » ce qui ne paraît pas satisfaisant d'un point de vue clinique (55). Ainsi, la recherche de techniques d'imagerie alternatives, en dehors du champ traditionnel de l'usage des rayons X, est nécessaire pour voir si elles peuvent fournir aux chirurgiens-dentistes d'autres types d'informations tout en réduisant l'exposition aux rayonnements. C'est dans cet optique que ce travail de recherche s'est intéressé à l'apport de l'examen échographique dans le dépistage, le diagnostic et le suivi des LIPOE. Cette discussion abordera chacun de ces points chronologiquement en se basant sur les résultats des 28 études qui ont été incluses à la suite de la recherche bibliographique.

**Concernant la capacité de l'échographie à dépister les LIPOE**, 8 études ont été intégrées dans ce travail avec pour but d'évaluer si l'échographie pourrait se substituer à d'autres techniques d'imagerie irradiantes couramment employées, comme les RRA, les radiographies panoramiques ou le CBCT. Les études considérées dans ce travail concluent toutes à la capacité des US à dépister la présence des LIPOE. Beaucoup d'entre elles font cependant ressortir une limite importante de cette technique : l'épaisseur de la corticale semble pouvoir influencer la capacité de l'examen à dépister les lésions et pourrait conduire à un sous-diagnostic de lésions pourtant présentes. Il faut noter que c'est une des limites que l'on associe également aux RRA, principalement dans les secteurs postérieurs mandibulaires mais dont s'affranchit le CBCT.

Ainsi, dans une étude de 2016, Tikku et al. (38) montrent que pour une épaisseur osseuse de corticale inférieure à 1,6 mm toutes les lésions ont été détectées tandis que pour une épaisseur supérieure à 1,6 mm seulement 65 % ont été détectées. L'étude conclut alors à une association entre l'épaisseur osseuse et la détection de la présence d'une lésion par les US. Toutes les études sauf une qui évaluent l'influence de l'épaisseur de la corticale et ont été incluses dans ce travail sont en accord avec ces résultats (35,37,38). **L'épaisseur de corticale au-delà de laquelle la capacité de diagnostic des US est gênée n'est cependant pas claire**, et ce d'autant plus qu'il pourrait y avoir une corrélation avec la taille de la lésion et des facteurs opérateur et machine dépendants. Abidi et al. rapportent une épaisseur seuil de 1,1mm mais sur de l'os bovin qui serait selon eux plus dense que l'os humain (35). D'autres études font état d'une influence probable de l'épaisseur de corticale mais sans donner de valeurs chiffrées (34,36,37,41).

Une seule étude ne retrouve pas d'incidence d'épaisseur de la corticale sur les mesures : Musu et al. (40) ont conduit une étude in vitro sur des blocs osseux issus de mandibules bovines, sur lesquels ont été créés des défauts osseux artificiels avec des largeurs et épaisseurs de corticale résiduelle variables selon les défauts. Chaque lésion artificielle a été remplie d'un gel échographique et a reçu une échographie pour évaluer la capacité des US à détecter les défauts. L'épaisseur de corticale volontairement laissée va d'une corticale amincie entre 0,5 à 5,0 mm ou une corticale laissée intacte d'épaisseur moyenne de 6,86 mm, et les diamètres de lésion créés sont de 2,0 ou 5,0 mm. Les US ont pu détecter tous les défauts, aussi bien pour les corticales amincies que pour les blocs où la corticale était intacte. Ces résultats s'opposent donc aux résultats discutés ci-dessus où l'épaisseur de la corticale est la principale limite évoquée des US (34–38,41). L'étude étant récente (2020), cette différence pourrait venir d'un matériel échographique plus récent. Ce qui rend les différents résultats difficilement comparables, c'est la diversité des conditions expérimentales dans les études considérées entre secteurs concernés (antérieur et/ou postérieur), positionnement de la sonde (intra orale et/ou extraorale), sujets humains ou bovins (avec les variations d'épaisseurs et de types de tissus mous que cela peut impliquer), acquisition ex-vivo ou in vivo générant des conditions d'acquisition très différentes.

L'influence de l'épaisseur de la corticale sur les résultats peut en partie expliquer pourquoi les études qui ont comparé CBCT et US concluent toutes à une **supériorité de sensibilité du CBCT sur les US dans la détection des LIPOE** (22,29,36). Cela nous fait dire que les US ne sont pas forcément le meilleur examen de 1<sup>ère</sup> intention dans le diagnostic des LIPOE mais

pourraient être un outil de surveillance intéressant une fois que le diagnostic est posé. Les études concluent globalement au fait que l'échographie est donc plus apte à la détection des LIPOE dans les secteurs antérieurs où la corticale est moins épaisse. L'épaisseur de corticale des patients étant une variable anatomique qui ne peut être anticipée, en cas de résultat négatif il sera impossible de savoir s'il n'y a effectivement pas de LIPOE ou si le résultat est faussé par la présence d'un os cortical épais. Cette limite est renforcée par le fait que les sondes existantes ne sont pas destinées à l'usage dentaire et que leur positionnement intra oral n'est pas possible dans les secteurs postérieurs. Or, il est également bon de garder à l'esprit que l'échographie est une modalité d'imagerie dépendante de l'opérateur mais aussi du patient. La qualité de l'image peut être affectée négativement par l'impédance acoustique (résistance qu'un milieu oppose à sa mise en mouvement lorsqu'il est traversé par une onde acoustique) qui peut varier en fonction du poids du patient (excès de tissu adipeux), du sexe (poils du visage chez les patients masculins) et de l'âge (diminution de la concentration d'eau dans les tissus des personnes âgées) (22).

**Concernant la capacité de l'échographie à jauger la dimension les LIPOE**, il semble que l'examen échographique puisse entraîner un léger sous-dimensionnement des lésions en comparaison avec le CBCT mais reste cependant une technique acceptable pour mesurer les dimensions d'une LIPOE (22,29,36). Cela pourrait être intéressant dans la surveillance post-opératoire des lésions en permettant d'obtenir des données chiffrées comparables entre elles, à la condition que les examens se fassent dans des conditions équivalentes.

**Concernant la capacité de l'échographie à établir un diagnostic différentiel des LIPOE**, 15 études ont été incluses dans ce travail qui concluent globalement à une bonne corrélation diagnostique entre histopathologie et US (22,26,28–30,33,38,42–44,46–49). L'étude de Sumer et al. (45) est la seule à conclure à l'absence de corrélation entre les observations données par l'examen échographique et l'étude histopathologique. Les 22 lésions intraosseuses des mâchoires, d'origine endodontique ou non, ont été observées et décrites par les US puis ces résultats ont été comparés à l'étude des pièces d'exérèses. Les lésions ont été classées comme étant des lésions kystiques, kystiques complexes, semi-solides ou solides mais aussi étant exemptes de vascularisation, avec une vascularisation interne ou avec une vascularisation interne et externe. Du fait de ces trop nombreux critères étudiés et de la grande variété de lésions incluses (kystes radiculaires, granulomes, kératokystes odontogènes, kystes dentigères, ...), les

résultats obtenus ne sont pas reproductibles et ne permettent pas d'établir une corrélation entre les diagnostics des US et l'analyse histopathologique.

La possibilité d'explorer le contenu des LIPOE présente ainsi un réel avantage de l'échographie par rapport au CBCT. En effet, si le CBCT apparaît comme un meilleur outil de détection des LIPOE que les US, on sait cependant qu'il n'a pas fait ses preuves en matière de diagnostic différentiel entre granulome et kyste périapical (29,55). De fait, l'examen anatomopathologique est utilisé comme gold standard dans le diagnostic de la nature des LIPOE mais il présente l'inconvénient d'être une méthode de diagnostic invasive le plus souvent réalisée en post exérèse et il n'apporte ainsi pas d'information au cours du processus de décision thérapeutique. Or, si le traitement endodontique conventionnel par voie orthograde est la principale modalité de traitement du granulome périapical, il se révèle parfois inefficace pour les kystes périapicaux, moins susceptibles d'être résolus par un traitement endodontique conventionnel et nécessitant parfois une intervention chirurgicale (56). En permettant de mettre en évidence la vascularisation et l'échogénicité du contenu de la lésion, les US peuvent aider à différencier d'emblée et de manière plus fiable que le CBCT un granulome d'un kyste périapical. A la clé, une aide précieuse à la planification des traitements, mais également à l'évaluation des chances de succès avec une incidence notable en termes de communication auprès des patients. De même, cela pourrait limiter des situations de « surtraitement » où certaines chirurgies périapicales effectuées sur la base d'une suspicion de kyste pourraient en réalité avoir été résolues par un traitement canalaire seul. L'utilisation des US paraît donc particulièrement intéressante dans la phase de prise de décision d'intervention chirurgicale. On a cependant retrouvé dans certaines études la notion de limitation diagnostique liée à l'épaisseur de la corticale, paramètre qui devra nécessairement être gardé à l'esprit (29,38,42,45). Par ailleurs, l'évaluation US de la nature d'une lésion ne devrait pas se substituer à l'examen anatomopathologique réalisé en cas d'exérèse de celle-ci.

**Concernant l'intérêt de l'échographie dans la surveillance post-opératoire de la cicatrisation des LIPOE**, les 7 études incluses ont voulu évaluer les US en tant qu'outil de monitoring, et plus particulièrement l'échographie avec système Doppler car elle offrirait la possibilité de détecter les changements des apports vasculaires au sein des LIPOE qui est un bon indicateur du processus de cicatrisation. De fait, le diagnostic n'est pas la seule clé du succès thérapeutique, un suivi approfondi est également important et le suivi avec les radiographies rétro alvéolaires ne permet pas de mettre en évidence les changements précoces

dans le processus de régénération osseuse (57). Contrairement à la radiographie, les US détectent l'apparition de néoformations osseuses dès les premiers stades (58,59), apportent des informations sur la réponse des tissus mous entourant l'os (60), sur les changements de vascularisation (32) et permettent une relative mesure des différentes dimensions (22,29,36). Même si cette mesure est moins fiable que celle obtenue au CBCT, la comparaison de différentes mesures toutes obtenues à intervalle régulier par US pourraient refléter une tendance à l'évolution de la taille de la lésion. Actuellement pour surveiller l'évolution des lésions on se base sur la clinique et éventuellement le CBCT, mais sauf à irradier le patient régulièrement, ceux-ci ne permettent pas un suivi régulier de l'évolution de la taille de la lésion ni de son contenu.

Cotti et al. (32) ont évalué la possibilité de détecter les changements vasculaires précoces des lésions périapicales à la suite d'un TE (initial, RTE, chirurgical) grâce à l'échographie Doppler. L'étude inclut 22 LIPOE dont la répartition est la suivante : TE initial pour 10 dents, RTE pour 12 dents et TE chirurgical pour 4 dents. A 1 semaine postopératoire, l'étude recense une diminution (n=2) / disparition (n=5) / conservation sans augmentation (n=11) de la vascularisation chez 18 patients sur 19 et une augmentation pour 1 patient sur 19. A 4 semaines postopératoires, 14 LIPOE montrent une réduction/disparition de la vascularisation et toutes ont cicatrisé. Pour les 5 autres, qui ne montrent pas de réduction de la vascularisation, 2 ont cicatrisé et 3 ont échoué. La corrélation entre la réduction/disparition du signal Doppler et la guérison de la lésion était statistiquement significative.

Si Cotti et al. rapportent l'absence d'augmentation de la vascularisation chez 18 patients sur 19, à l'inverse, Tikku (51) et Zainedeen et al. (31) constatent une augmentation systématique de la vascularisation à 1 semaine postopératoire, probablement imputable au fait que ces 2 derniers se sont concentrés uniquement sur la surveillance de LIPOE après un TE chirurgical impliquant la formation immédiate d'un caillot alors que l'étude de Cotti et al., les patients ont reçu en majorité un TE orthograde.

Tikku (51) et Zainedeen et al. (31) ont respectivement voulu comparer US et RRA, et US et CBCT pour le suivi de cicatrisation des LIPOE après une chirurgie endodontique. Dans le premier cas, à 1 semaine post opératoire, les radiographies et les US ne sont pas significativement différents, bien que les US permettent d'observer une augmentation de la vascularisation artérielle au sein des lésions. Après 6 mois, une réduction de la taille des lésions

est observée à la radiographie et aux US chez 12/15 patients mais avec des résultats significativement différents à l'avantage pour les US. Dans le second cas, avant la chirurgie, les dimensions sont statistiquement comparables dans le sens vestibulo-lingual et mésiodistal et sont significativement différentes dans le sens supéro-inférieur. Après 6 mois, l'échographie montre une plus grande diminution de la taille de la lésion que le CBCT par rapport aux mesures préopératoires, qui s'explique par le fait que les US montreraient plus de sites de dépôt osseux qui ne sont pas suffisamment minéralisés pour apparaître sur les images radiographiques. Concernant le flux sanguin, il a été observé dans cette étude pour toutes les lésions une augmentation à 1 semaine postopératoire, en comparaison avec l'échographie préopératoire, puis une diminution après 6 mois.

L'une des limites de l'échographie évoquée plus haut est l'influence de l'épaisseur d'os que les US doivent traverser avant d'accéder à la lésion. Par conséquent, au fur et à mesure que la guérison progresse, moins d'ondes peuvent pénétrer dans la crypte osseuse, ce qui rend difficile la détermination de la guérison complète. À ce stade, des modalités radiographiques en 3 dimensions telles que le CBCT seront les seules à pouvoir détecter la guérison osseuse complète et l'état de la minéralisation à des stades ultérieurs (53).

Globalement, les études s'accordent à dire que l'échographie Doppler, grâce à sa capacité à apprécier l'évolution de la vascularisation, est un très bon outil de monitoring, donnant la chance au praticien de diagnostiquer plus précocement les échecs afin de prendre plus rapidement une décision d'alternative thérapeutique, mais aussi de rassurer les patients sur l'évolution positive de leur pathologie grâce à un examen indolore, non invasif et non irradiant.

## 7. CONCLUSION

Nous avons pu voir au cours de ce travail que l'échographie a pour principal avantage d'être exempte de rayonnements ionisants contrairement à toutes les autres techniques d'imagerie couramment employées. Cependant, l'une des limites majeure de cette technique est qu'elle ne peut être utilisée que si la LIPOE a engendré un défaut osseux tel que la corticale est amincie et que les ondes ultrasonores peuvent la traverser. L'autre limite de l'échographie est qu'elle ne peut pas être utilisée facilement dans la région postérieure de la bouche car l'accessibilité est difficile avec la conception actuelle de la sonde. La présence d'une corticale épaisse dans la région postérieure empêche également les ondes ultrasonores de traverser facilement. Les études qui ont été incluses dans ce travail confirment que l'imagerie échographique est une technique d'imagerie utile, qui peut donner des informations sur une lésion périapicale dans la région antérieure où l'épaisseur de corticale est plus fine. De plus, les secteurs antérieurs sont ceux qui sont les plus souvent concernés par les traumatismes. Les évolutions possibles d'une dent ayant subi un traumatisme sont multiples mais la nécrose avec développement d'une LIPOE consécutive est assez fréquent. Ces dents nécessitent pour cette raison un suivi régulier qui pourrait être fait par échographie, avec l'avantage de ne pas irradier le patient sur le long terme et sans subir les biais d'interprétation dus à une épaisseur de corticale trop importante. Les US ne peuvent pas forcément égaler le CBCT dans l'étape de diagnostic, d'analyse préopératoire de la taille de la lésion et de ses rapports avec les structures anatomiques, des épaisseurs de corticale vestibulaires et palatines. En revanche, l'échogénéicité interne des LIPOE sur les images échographiques fournit des informations sur la nature des lésions, la présence de composantes kystiques ou solides et la présence ou l'absence de vascularisation, permettant d'affirmer que, bien que l'échographie ne puisse pas établir le diagnostic définitif, elle peut faciliter le diagnostic différentiel entre les lésions kystiques et granulomateuses. En cela, l'échographie se révèle donc être un possible complément d'aide à la prise de décision thérapeutique.

D'autre part, en fournissant des données précieuses sur la diminution de la taille de la lésion et de la vitesse du flux sanguin au niveau de la LIPOE pendant les périodes de surveillance, les résultats des études indiquent que l'échographie avec Doppler est un outil efficace pour surveiller le processus de guérison après un traitement endodontique chirurgical ou non.

L'échographie est un examen facile, reproductible et pratique à utiliser qui vient s'ajouter aux autres types d'examen et complète l'arsenal thérapeutique du praticien. L'équipement est



relativement bon marché par rapport aux autres techniques d'imagerie. Les dentistes ne sont cependant pas formés à la lecture de ces images et cela nécessite une courbe d'apprentissage mais les images obtenues sont faciles à lire une fois que l'observateur est entraîné. En obtenant une image en temps réel, un diagnostic peut être posé sans délai et évite également une exposition du patient aux rayonnements ionisants tandis qu'aucun effet nocif des ondes ultrasonores n'a été observé dans les tissus à la suite d'un examen échographique. À l'heure actuelle, les appareils à ultrasons n'ont pas de sondes spécialement conçues pour une utilisation intra-orale. Afin de rendre l'échographie plus pratique et de pouvoir mieux évaluer les possibilités offertes par cette méthode, une modification de la sonde, en particulier pour une utilisation intra-orale, est nécessaire.

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour la détection et le diagnostic des LIPOE.....	19
Tableau 2 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour le diagnostic différentiel entre granulome apical et kyste apical.....	24
Tableau 3 : synthèse des résultats concernant l'utilité de l'échographie pour le suivi de cicatrisation des LIPOE.....	28

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Les modes d'échographie : mode A et B (21).....	7
Figure 2: Échogénicité des tissus en échographie (A) et principes d'apparition des cônes d'ombres et des renforcements postérieurs (B).....	8
Figure 3: Images échographiques avec « color-Doppler » et « power-Doppler » d'un rein droit (24).....	9
Figure 4 : Positionnement de la sonde d'échographie dans le secteur antérieur maxillaire ; (a) Échographie extraorale transverse, (b) Échographie extraorale longitudinale, (c) Échographie intraorale transverse (26).....	11
Figure 5 : Caractéristiques échographiques de différentes LIPOE (a) Kyste simple, (b) Kyste complexe, (c) Solide, (d) Lésion mixte (29) .....	12
Figure 6 : Cas d'un kyste périapical (30).....	13
Figure 7 : Deux cas de LIPOE visibles au CBCT (A et C) et où la lésion n'est pas visible aux US (B et D) (31).....	13
Figure 8 : Cas d'une LIPOE sur 44 et 45 avec radiographie rétro alvéolaire (a) et échographie avec color-Doppler (b) (32).....	14
Figure 9 : Diagramme PRISMA.....	15

## BIBLIOGRAPHIE

1. Devillard R, Romieu O, Arbab-Chirani R, Colon P, Mortier E, Seux D, et al. Pathologies péri-apicales. In: Dentisterie restauratrice, endodontie. 2021.
2. Traitement endodontique HAS [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 29 juin 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_736791/fr/traitement-endodontique](https://www.has-sante.fr/jcms/c_736791/fr/traitement-endodontique)
3. Pak JG, Fayazi S, White SN. Prevalence of periapical radiolucency and root canal treatment: a systematic review of cross-sectional studies. *J Endod.* sept 2012;38(9):1170-6.
4. Boucher Y, Matossian L, Rilliard F, Machtou P. Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a French subpopulation. *Int Endod J.* mars 2002;35(3):229-38.
5. Lupi-Pegurier L, Bertrand MF, Muller-Bolla M, Rocca JP, Bolla M. Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. *Int Endod J.* août 2002;35(8):690-7.
6. Siqueira JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* janv 2001;34(1):1-10.
7. Nair PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006;39(4):249-81.
8. Patil S, Alkahtani A, Bhandi S, Mashyakhy M, Alvarez M, Alroomy R, et al. Ultrasound Imaging versus Radiographs in Differentiating Periapical Lesions: A Systematic Review. *Diagnostics.* juill 2021;11(7):1208.
9. L'Endodontie [Internet]. SFE Endodontie. [cité 12 mars 2022]. Disponible sur: <https://sfe-endo.fr/infos-grand-public/espace-patients/>
10. Natanasabapathy V, Arul B, Mishra A, Varghese A, Padmanaban S, Elango S, et al. Ultrasound imaging for the differential diagnosis of periapical lesions of endodontic origin in comparison with histopathology - a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* mai 2021;54(5):693-711.
11. Lasfargues JJ, Machtou P. Pathogenèse des lésions périapicales. 2001;12:10.
12. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption-diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* août 2003;19(4):175-82.
13. Société Française de Chirurgie Orale. Prise en charge des foyers infectieux bucco-dentaires. *Médecine Buccale Chir Buccale.* août 2012;18(3):251-314.
14. Devillard R, Romieu O. Examens complémentaires et imagerie 2D et 3D en dentisterie restauratrice et en endodontie. In: Dentisterie restauratrice, endodontie. 2021.

15. Imagerie CBCT : performances et indications - Cahiers de Prothèse n° 359 du 01/09/2017 [Internet]. [cité 29 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.editionsmdp.fr/revues/les-cahiers-de-prothese/article/n-hs-cdp-2017/imagerie-cbct-performances-et-indications-CDPHS35900701.html>
16. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in Endodontics. *Int Endod J*. 2014;47(6):502-4.
17. Cotti E, Vargiu P, Dettori C, Mallarini G. Computerized tomography in the management and follow-up of extensive periapical lesion. *Endod Dent Traumatol*. août 1999;15(4):186-9.
18. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med*. 24 févr 2011;364(8):749-57.
19. Dillenseger JP, Moerschel É, Zorn C. Echographie et mode Doppler. In: Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie: quand la théorie éclaire la pratique. 2e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2016.
20. Musu D, Rossi-Fedele G, Campisi G, Cotti E. Ultrasonography in the diagnosis of bone lesions of the jaws: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. juill 2016;122(1):e19-29.
21. LPP - Laboratoire de Physique des Plasmas - UMR 7648 [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.lpp.polytechnique.fr/index.php>
22. Sönmez G, Kamburoğlu K, Yılmaz F, Koç C, Barış E, Tüzüner A. Versatility of high resolution ultrasonography in the assessment of granulomas and radicular cysts: a comparative in vivo study. *Dento Maxillo Facial Radiol*. sept 2019;48(6):20190082.
23. Nahum H. Bases Physiques de l'imagerie, Echographie. In: Traité d'imagerie médicale. 2e éd. Paris: Médecine sciences publications; 2013. (Traités).
24. Kant S. Basics of Doppler Ultrasound for the Nephrologist: Part 1 [Internet]. Renal Fellow Network. 2020 [cité 23 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.renalfellow.org/2020/09/24/basics-of-doppler-ultrasound-for-the-nephrologist-part-1/>
25. Van den Hof MCV den. No 359-Effets biologiques et innocuité de l'échographie obstétricale. *J Obstet Gynaecol Can*. 1 mai 2018;40(5):633-9.
26. Gundappa M, Ng SY, Whites EJ. Comparison of ultrasound, digital and conventional radiography in differentiating periapical lesions. *Dento Maxillo Facial Radiol*. sept 2006;35(5):326-33.
27. Rama Mohan K, Koteswara Rao N, Leela Krishna G, Santosh Kumar V, Ranganath N, Vijaya Lakshmi U. Role of Ultrasonography in Oral and Maxillofacial Surgery: A Review of Literature. *J Maxillofac Oral Surg*. 1 juin 2015;14(2):162-70.

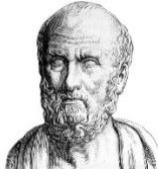
28. Cotti E, Campisi G, Garau V, Puddu G. A new technique for the study of periapical bone lesions: ultrasound real time imaging. *Int Endod J.* févr 2002;35(2):148-52.
29. Bayrakdar IS, Yilmaz AB, Caglayan F, Ertas U, Gundogdu C, Gumussoy I. Cone beam computed tomography and ultrasonography imaging of benign intraosseous jaw lesion: a prospective radiopathological study. *Clin Oral Investig.* 1 avr 2018;22(3):1531-9.
30. Raghav N, Reddy SS, Giridhar AG, Murthy S, Yashodha Devi BK, Santana N, et al. Comparison of the efficacy of conventional radiography, digital radiography, and ultrasound in diagnosing periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* sept 2010;110(3):379-85.
31. Zainedeen O, Haffar IA, Kochaji N, Wassouf G. The efficacy of ultrasonography in monitoring the healing of jaw lesions. *Imaging Sci Dent.* 18 sept 2018;48(3):153-60.
32. Cotti E, Esposito SA, Musu D, Campisi G, Shemesh H. Ultrasound examination with color power Doppler to assess the early response of apical periodontitis to the endodontic treatment. *Clin Oral Investig.* janv 2018;22(1):131-40.
33. Cotti E, Campisi G, Ambu R, Dettori C. Ultrasound real-time imaging in the differential diagnosis of periapical lesions. *Int Endod J.* août 2003;36(8):556-63.
34. Adhikari S, Blaivas M, Lander L. Comparison of bedside ultrasound and panorex radiography in the diagnosis of a dental abscess in the ED. *Am J Emerg Med.* 1 sept 2011;29(7):790-5.
35. Adibi S, Shakibafard A, Karimi Sarvestani Z, Saadat N, Khojastepour L. Effect of Cortical Bone Thickness on Detection of Intraosseous Lesions by Ultrasonography. *Radiol Res Pract.* 23 août 2015;2015:e797593.
36. Shahidi S, Shakibafard A, Zamiri B, Mokhtare MR, Houshyar M, Mahdian S. The Feasibility of Ultrasonography in Defining the Size of Jaw Osseous Lesions. *J Dent.* déc 2015;16(4):335-40.
37. Ferreira TLD, Costa ALF, Tucunduva MJA, Tucunduva-Neto RR, Shinohara EH, de Freitas CF. Ultrasound evaluation of intra-osseous cavity: A preliminary study in pig mandibles. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 1 nov 2016;6:S14-7.
38. Tikku AP, Bharti R, Sharma N, Chandra A, Kumar A, Kumar S. Role of ultrasound and color doppler in diagnosis of periapical lesions of endodontic origin at varying bone thickness. *J Conserv Dent JCD.* avr 2016;19(2):147-51.
39. Gad K, Ellabban M, Sciubba J. Utility of Transfacial Dental Ultrasonography in Evaluation of Cystic Jaw Lesions. *J Ultrasound Med.* 2018;37(3):635-44.
40. Musu D, Cadeddu Dessalvi C, Shemesh H, Frenda MG, Mercurio G, Cotti E. Ultrasound examination for the detection of simulated periapical bone lesions in bovine mandibles: an ex vivo study. *Int Endod J.* sept 2020;53(9):1289-98.
41. Arslan ZB, Demir H, Berker Yıldız D, Yaşar F. Diagnostic accuracy of panoramic

radiography and ultrasonography in detecting periapical lesions using periapical radiography as a gold standard. *Dentomaxillofacial Radiol.* 1 sept 2020;49(6):20190290.

42. Dib LL, Curi MM, Chammas MC, Pinto DS, Torloni H. Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 1 sept 1996;82(3):351-7.
43. Cotti E, Simbola V, Dettori C, Campisi G. Echographic evaluation of bone lesions of endodontic origin: report of two cases in the same patient. *J Endod.* sept 2006;32(9):901-5.
44. Aggarwal V, Logani A, Shah N. ~~RETRACTED~~: The evaluation of computed tomography scans and ultrasounds in the differential diagnosis of periapical lesions. *J Endod.* nov 2008;34(11):1312-5.
45. Sumer A, Danaci M, Özen Sandikçi E, Sumer M, Celenk P. Ultrasonography and Doppler ultrasonography in the evaluation of intraosseous lesions of the jaws. *Dentomaxillofacial Radiol.* 1 janv 2009;38(1):23-7.
46. Goel S, Nagendrareddy SG, Raju MS, Krishnoji Rao DRJ, Rastogi R, Mohan RPS, et al. Ultrasonography with color Doppler and power Doppler in the diagnosis of periapical lesions. *Indian J Radiol Imaging.* oct 2011;21(4):279-83.
47. Prince CN, Annapurna CS, Sivaraj S, Ali IM. Ultrasound imaging in the diagnosis of periapical lesions. *J Pharm Bioallied Sci.* août 2012;4(Suppl 2):S369-72.
48. Sandhu SS, Singh S, Arora S, Sandhu AK, Dhingra R. Comparative evaluation of advanced and conventional diagnostic AIDS for endodontic management of periapical lesions, an in vivo study. *J Clin Diagn Res JCDR.* janv 2015;9(1):ZC01-04.
49. Khambete N, Kumar R. Ultrasound in differential diagnosis of periapical radiolucencies: A radiohistopathological study. *J Conserv Dent JCD.* févr 2015;18(1):39-43.
50. Rajendran N, Sundaresan B. Efficacy of ultrasound and color power Doppler as a monitoring tool in the healing of endodontic periapical lesions. *J Endod.* févr 2007;33(2):181-6.
51. Tikku AP, Kumar S, Loomba K, Chandra A, Verma P, Aggarwal R. Use of ultrasound, color Doppler imaging and radiography to monitor periapical healing after endodontic surgery. *J Oral Sci.* sept 2010;52(3):411-6.
52. Maity I, Kumari A, Shukla AK, Usha H, Naveen D. Monitoring of healing by ultrasound with color power doppler after root canal treatment of maxillary anterior teeth with periapical lesions. *J Conserv Dent JCD.* juill 2011;14(3):252-7.
53. Curvers F, Meschi N, Vanhoenacker A, Strijbos O, Van Mierlo M, Lambrechts P. Ultrasound Assessment of Bone Healing after Root-end Surgery: Echoes Back to Patient's Safety. *J Endod.* janv 2018;44(1):32-7.
54. Lo Giudice R, Nicita F, Puleio F, Alibrandi A, Cervino G, Lizio AS, et al. Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. *Int J Dent.* 2018;2018:2514243.

55. Guo J, Simon JH, Sedghizadeh P, Soliman ON, Chapman T, Enciso R. Evaluation of the reliability and accuracy of using cone-beam computed tomography for diagnosing periapical cysts from granulomas. *J Endod.* déc 2013;39(12):1485-90.
56. Nair PN, Sjögren U, Schumacher E, Sundqvist G. Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *Int Endod J.* juill 1993;26(4):225-33.
57. Abu-Serriah M, Ayoub A, Boyd J, Paterson C, Wray D. The role of ultrasound in monitoring reconstruction of mandibular continuity defects using osteogenic protein-1 (rhOP-1). *Int J Oral Maxillofac Surg.* déc 2003;32(6):619-27.
58. Hans D, Arlot ME, Schott AM, Roux JP, Kotzki PO, Meunier PJ. Do ultrasound measurements on the os calcis reflect more the bone microarchitecture than the bone mass?: a two-dimensional histomorphometric study. *Bone.* mars 1995;16(3):295-300.
59. Hughes CW, Williams RW, Bradley M, Irvine GH. Ultrasound monitoring of distraction osteogenesis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1 août 2003;41(4):256-8.
60. Tiedeman JJ, Lippiello L, Connolly JF, Strates BS. Quantitative roentgenographic densitometry for assessing fracture healing. *Clin Orthop.* avr 1990;(253):279-86.





## SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.



## **DETOUR Johanna** – Exploration et surveillance des LIPOE : Apports de l'échographie

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Endodontie

### Résumé :

Les chirurgiens-dentistes ont un rôle primordial à jouer dans le dépistage, la prise en charge et la surveillance de l'évolution post-thérapeutique des LIPOE. Historiquement, cela est assuré par l'utilisation d'outils radiographiques (radiographie intra buccale et plus récemment CBCT) dont les résultats doivent être corrélés à l'examen clinique. Ces outils sont cependant connus pour présenter un certain nombre de limites et depuis quelques temps on trouve trace dans la littérature de l'évaluation de l'utilisation de méthodes échographiques pour l'exploration des LIPOE. L'échographie est d'une grande utilité en termes de diagnostic dans de nombreux domaines de la médecine et a été proposée comme une technique alternative qui peut fournir des images en temps réel à faible coût et sans rayonnement ionisant. Elle est reconnue comme l'une des méthodes de diagnostic les moins risquées mais son usage n'est cependant pas répandu en odontologie. Ce travail s'intéresse aux avantages, inconvénients et limites de l'échographie comme une alternative aux rayons-X pour l'exploration des lésions osseuses d'origine endodontique.

Mots clés : Échographie / LIPOE / Diagnostic / Endodontie / Kyste Radiculaire

**DETOUR Johanna** – Exploration and monitoring of periapical lesions: contributions of ultrasonography

### Abstract:

Dentists have an essential role to play in the detection, management and post-treatment monitoring of periapical lesions. Radiographic technics (intraoral radiography and more recently CBCT) correlated to clinical examination are routinely used for this purpose. However, regarding to their limitations and the fact that radiographic exams imply patient exposure to radiation, alternative methods are evaluated in the literature, among which ultrasonography. Ultrasonography is commonly used in many areas of medicine. Since it can provide real-time images at low cost and without ionizing radiation, it is recognized as one of the least risky diagnostic methods. However, its use is not widespread yet in dentistry. This work addresses benefits, drawbacks and limitations of ultrasonography as an alternative method to X-rays to explore bone lesions of endodontic origin.

Key words: Ultrasonography / Periapical lesions / Diagnosis / Endodontics / Radicular Cyst