



HAL
open science

Contribution des radiographies dentaires panoramique et rétro-alvéolaire dans la détection de l'ostéoporose : revue de la littérature

Audrey Andrianasolo

► **To cite this version:**

Audrey Andrianasolo. Contribution des radiographies dentaires panoramique et rétro-alvéolaire dans la détection de l'ostéoporose : revue de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-03052647

HAL Id: dumas-03052647

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03052647>

Submitted on 10 Dec 2020

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

Année 2015

Thèse n°

THESE

Pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE-DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 18 Novembre 2015

par

Audrey ANDRIANASOLO

(Née le 3 Janvier 1991)

**CONTRIBUTION DES RADIOGRAPHIES DENTAIRES
PANORAMIQUE ET RETRO-ALVEOLAIRE DANS LA
DETECTION DE L'OSTÉOPOROSE : REVUE DE LA
LITTERATURE**

JURY :

Présidente : Mme Sophie DOMEJEAN, Professeur des Universités

Assesseurs : M. Radhouane DALLEL, Professeur des Universités

Mme Céline MELIN, Maitre de conférences des universités

M. Anthony FOURNIER, Assistant

UNIVERSITE D'AUVERGNE CLERMONT-FERRAND I
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2015

Thèse n°

T H E S E

Pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE-DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 18 Novembre 2015

par

Audrey ANDRIANASOLO

(Née le 3 Janvier 1991)

**CONTRIBUTION DES RADIOGRAPHIES DENTAIRES
PANORAMIQUE ET RETRO-ALVEOLAIRE DANS LA
DETECTION DE L'OSTÉOPOROSE : REVUE DE LA
LITTERATURE**

J U R Y :

Présidente : Mme Sophie DOMEJEAN, Professeur des Universités

Assesseurs : M. Radhouane DALLEL, Professeur des Universités

Mme Céline MELIN, Maitre de conférences des universités

M. Anthony FOURNIER, Assistant

**UNIVERSITE D'AUVERGNE-CLERMONT 1
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE
63000 CLERMONT-FERRAND**

Président de l'Université : Monsieur le Professeur Philippe DULBECCO
Directeur Général Des Services : Madame Myriam ESQUIROL

DOYEN DE LA FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE : Madame Stéphanie TUBERT-JEANNIN
Professeur des Universités

Assesseurs : Monsieur Pierre Yves COUSSON
Maître de Conférences des Universités

Madame Martine HENNEQUIN
Professeur des Universités

Monsieur Emmanuel NICOLAS
Professeur des Universités

Madame Valérie ROGER-LEROI
Professeur des Universités

LISTE DES PROFESSEURS

Professeurs des Universités Emérites :

Madame Martine BAUDET-POMMEL
Monsieur Jean-Claude BOREL
Monsieur Maurice MORENAS
Monsieur Alain WODA

Professeurs des Universités - Praticiens hospitaliers :

Monsieur Pascal AUROY - Prothèses
Monsieur Radhouane DALLEL - Sciences Anatomiques
Madame Sophie DOMEJEAN - Odontologie Conservatrice, Endodontie
Madame Martine HENNEQUIN - Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Emmanuel NICOLAS - Prothèses
Monsieur Thierry ORLIAGUET - Sciences Biologiques
Madame Valérie ROGER-LEROI - Sciences Biologiques
Madame Stéphanie TUBERT-JEANNIN - Prévention, Epidémiologie
Monsieur Jean-Luc VEYRUNE - Prothèses

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens hospitaliers :

Madame Marion BESSADET - Prothèses
Monsieur Hervé BESSE - Pédodontie
Monsieur Christian CHAMBAS - Orthopédie Dento-Faciale
Monsieur Didier COMPAGNON - Prothèses
Monsieur Nicolas DECERLE - Odontologie Conservatrice- Endodontie
Monsieur Christophe DESCHAUMES - Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Monsieur Laurent DEVOIZE - Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Monsieur Jean-Christophe DUBOIS - Prothèses
Madame Christelle GREMEAU-RICHARD - Pédodontie
Mademoiselle Céline MELIN - Sciences Anatomiques
Madame Estelle PEGON-MACHAT - Prévention, Epidémiologie
Monsieur Paul PIONCHON - Sciences Anatomiques
Monsieur Dominique ROUX - Odontologie Conservatrice, Endodontie

Professeur des Universités

Monsieur Alain ARTOLA - Neurosciences

Maîtres de Conférences des Universités

Mademoiselle Lénaïc MONCONDUIT - Neurosciences

Professeur Certifié

Mademoiselle Gaëlle DUCOS - Anglais

Maître de Conférences des Universités Associés

Monsieur Philippe CHASSANG - Sciences de Gestion
Madame Anne DEPREUX - Informatique et Pédagogie
Monsieur Jean-Yves DUBOIS - Sciences Biologiques

A notre Président,

Madame DOMEJEAN Sophie,

Professeur des Universités

Praticien hospitalier,

*Vous me faites le très grand honneur de présider
cette thèse,*

*Merci pour votre disponibilité, vos conseils, votre
compréhension,*

*Et votre gentillesse au cours de ces années
d'études,*

*Veillez trouver ici le témoignage de ma sincère
gratitude et de mon profond respect.*

A notre Directeur de thèse,

Monsieur DALLEL Radhouane,

Professeur des Universités,

Praticien hospitalier,

*Pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer mon travail
Et m'avoir proposé ce sujet intéressant,
Pour l'aide que vous m'avez apportée tout au long
de ce travail,
votre grande disponibilité, vos conseils, votre
patience
et votre gentillesse.*

A notre Assesseur,

Madame MELIN Céline,

Maître de Conférences des Universités

Praticien hospitalier,

*Vous me faites l'honneur de participer à ce jury,
Merci pour vos conseils, votre bienveillance et votre
patience,
Je vous prie d'accepter mes sincères
remerciements.*

A notre Assesseur,

Monsieur FOURNIER Anthony,

Assistant hospitalo-universitaire,

*Merci pour votre soutien,
Votre aide, vos conseils et votre optimisme,
Qu'il soit l'occasion de vous exprimer tout mon
respect.*

Remerciements

A mes parents, qui m'ont toujours soutenue, encouragée et supportée pendant toutes ces années. A leur amour, leur attention, leur patience. Vous avez réussi à m'inculquer de précieuses valeurs et me donner la force dans les moments de doute.

A Cécile, ma petite sœur-chérie, ma fierté, avec laquelle je partage tout, merci d'être là et de me faire toujours autant rire.

A Ludo, pour tous ces moments passés ensemble que je n'aurai partagé avec personne d'autre, pour tout ton amour, ton soutien, ta présence à mes côtés, une nouvelle aventure commence pour nous !

A ma famille qui a toujours cru en moi, malgré la distance je pense à vous.

A ma belle-famille, pour votre accueil chaleureux, vos bons petits plats, les virées shopping, les sushis, les parties de pétanque et j'en passe...

A Clémentine, ma meilleure amie depuis toutes ces années, malgré nos orientations différentes tu restes fidèle au poste. Merci pour ces nombreux voyages, les cross boueux, les cours de ping-pong lors desquels nous brillions par notre adresse, les gros coups de blues, nos petits courriers secrets et encore merci pour tes cours de maths improvisés dernièrement.

A Adeline ou Didinou, pour ces années de « dur labeur », pour nos longues discussions skypeiennes jusqu'à plus d'heure, pour toutes ces soirées, ces après-midi aux cézeaux, pour nos repas pate-tomate. Merci d'avoir été là, toujours droite et fidèle à toi même, tu as été mon pilier durant toutes ces études.

A Sara et Anahide, pour ces soirées, pour toutes ces bonnes bouff', pour ce nouvel an, pour nos fou rire, pour toutes nos aventures, la vie dijonnaise n'aurait jamais été la même sans vous.

A Awel, mon seul regret est de ne pas avoir fait ta connaissance plus tôt dans notre cursus. Merci pour ces discussions animées, ces imitations et ces anecdotes : Un simple gouter est une occasion de refaire le monde ! Ces fou rire en clinique et ces brossages de dents post prandial au-dessus d'un lavabo défectueux, pour ces weekends endiablés et ces déhanchés sur le dance-floor !

A Sixtine, pour ton amitié, ta présence, ta bienveillance, tes conseils et nos petites soirées tisanes-mamie !

A Aurélien, pour ta gentillesse et ton aide précieuse dans mon installation à Dijon, pour ces petits repas et ta bonne humeur.

A Emma, pour ton amitié et ton humour, pour ces repas « en amoureuses » en ces débuts difficiles, à notre soirée crêpe-grumeau-coquille d'œuf, à toutes nos confidences et ta bonne humeur.

A mes amis Clermontois : Jean, Aurel, Guillaume, Coco, Fanny, ...

Amélie, pour ton dynamisme, ton franc parlé et ton humour sarcastique, malgré toutes nos différences tu es une amie sincère et toujours à l'écoute, félicitation encore pour ton internat, puisses-tu longtemps traumatiser les nouveaux D2^^ !!!

Ambre, pour ces petites soirées, tu as été ma sauveuse pour mon déménagement de l'horreur !

Charlotte, ma petite perruche, à nos coups de gueule, nos balades et nos gouters.

Valou pour tous ces footings qui ne fatiguaient que moi et te forçaient à y retourner le lendemain, à ton rire et à ton optimisme.

A Salomé, Julia, Natacha et Elise pour nos escapades montpelliéraines.

A Nono et Eva pour ces si bonnes soirées, ces weekends qui passent trop vite et merci d'avoir pris soin de mon Ludo en mon absence !

Caro et Adri, Mathieu et Elo, Laura et Nico, Bébère, Toto et Marine, Doris, et je dois en oublier...

Au Docteur Olivier RAPHANEL qui m'a accueilli dans son cabinet pour mon stage de deuxième année, tu as su me transmettre le goût du métier et du travail bien fait. Merci pour ta bonne humeur, ton humour, ta patience lors de mon stage ainsi que ces petits apéros improvisés.

Au Docteur Marie CHARBONNIER, pour ton diam's, ta bonne humeur et ta bienveillance.

Table des matières

1. INTRODUCTION	3
2. L'OSTÉOPOROSE	4
PHYSIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE	4
MOYENS D'EVALUATION DE L'OSTEOPOROSE	5
L'OUTIL FRAX®.....	6
LA MESURE DU SCORE DIAGNOSTIC DES FRACTURES VERTEBRALES.....	6
3. LA RADIOGRAPHIE PANORAMIQUE	7
<i>LES INDICES MESURES</i>	7
<i>ASSOCIATION INDICE ET QUESTIONNAIRE</i>	10
4. LA RADIOGRAPHIE RETROALVEOLAIRE	10
<i>MATERIEL ET METHODE</i>	11
<i>RESULTATS</i>	11
<i>DISCUSSION</i>	19
5. CONCLUSION	23

Table des illustrations

FIGURE 1: INTERFACE DE L'OUTIL FRAX (HTTP://SHEF.AC.UK).....	6
FIGURE 2 LES DIFFERENTS INDICES: A = EPAISSEUR DE CORTICALE MANDIBULAIRE, A/B = INDICE MANDIBULAIRE (PHOTO: HTTP://WWW.LES-IMPLANTS-DENTAIRES.COM).....	8
FIGURE 3: L'INDEX VISUEL DE KLEMETTI PERMETTANT LA CLASSIFICATION DE L'OS CORTICAL (LOPEZ-LOPEZ ET COLL 2006).....	9
FIGURE 4 : CLASSIFICATION DES TRABECULATIONS (JONASSON ET COLL 2001).....	13
FIGURE 5: L'AIRE SELECTIONNEE POUR L'EVALUATION DE LA TEXTURE OSSEUSE (JONASSON ET COLL 2009). 15	
FIGURE 6 : REPRESENTATION DE LA METHODE DE STANDARDISATION DES RADIOGRAPHIES SELON TROUERBACH (TROUERBACH ET COLL 1984)	16
FIGURE 7: " STEPWEDGE " D'ALUMINIUM (AMAM ET RUSTOM 2014).....	17

Tableaux

<i>TABEAU 1: REPARTITION DES INDICES SELON LES ARTICLES.....</i>	<i>12</i>
<i>TABEAU 2: TABLEAU REPRESENTANT LA CALIBRATION DES OBSERVATEURS SELON LES ETUDES ; NR = NON RENSEIGNE.....</i>	<i>13</i>
<i>TABEAU 3: RESULTATS DE LA CORRELATION ENTRE LA CLASSIFICATION DES MOTIFS TRABECULAIRES ET LE STANDARD DE REFERENCE CHOISI POUR CHAQUE ETUDE ; R = COEFFICIENT DE CORRELATION, OR = ODD RATIO, NS = NON SIGNIFICATIF.</i>	<i>14</i>
<i>TABEAU 4: TABLEAU EXPRIMANT LA CALIBRATION DES OBSERVATEURS ET LA CORRELATION AVEC LE STANDARD DE REFERENCE SELON LES ETUDES ; NR = NON RENSEIGNE.....</i>	<i>16</i>
<i>TABEAU 5: COEFFICIENT DE CORRELATION DE L'INDICE "MASSE OSSEUSE MANDIBULAIRE" ET LE STANDARD DE REFERENCE SELON LES ETUDES ; R = COEFFICIENT DE CORRELATION, OR = ODD RATIO.</i>	<i>18</i>

1. INTRODUCTION

L'ostéoporose est une pathologie systémique du squelette caractérisée par une densité osseuse basse et une altération de la microstructure osseuse responsable d'une fragilité osseuse exagérée (définition de l'OMS) qui touche plus particulièrement les femmes ménopausées, du fait du déficit en œstrogènes. Elle est considérée comme un enjeu majeur de santé publique de par le nombre croissant de fractures qu'elle entraîne et des conséquences potentiellement graves qui en découlent. Selon les critères de l'OMS, il est estimé que le nombre de femmes souffrant d'ostéoporose augmente avec l'âge : avant 50 ans la densité minérale osseuse est généralement normale et elle diminue progressivement après 50 ans. En effet, à 65 ans 39% environ souffrent d'ostéoporose, à 80 ans 27% sont ostéopéniques tandis que 70% sont ostéoporotiques et 60% d'entre elles présentent au moins une fracture (Meunier 2005). Compte-tenu de l'augmentation de l'espérance de vie et du vieillissement de la population dans le monde, on estime (Clunie et Keen 2009) que le nombre d'individus âgés de 65 ans et plus va passer de 323 millions à 1 555 millions en 2050. Cette augmentation va donc mener à une augmentation de fractures ostéoporotiques. Les coûts engendrés par la survenue de l'ostéoporose comprennent : les frais hospitaliers, les honoraires médicaux, l'institutionnalisation des personnes handicapées devenues dépendantes, les médicaments et les coûts indirects comme les journées de travail perdues (Meunier 2005). En France, 56000 fractures de l'extrémité du fémur représentent un coût de 5,5 millions d'euros annuel (Meunier 2005). La détection précoce de l'ostéoporose est donc primordiale.

Mais souvent, le diagnostic de l'ostéoporose est fait lors d'une fracture (Meunier 2005), les plus caractéristiques sont la fracture vertébrale, la fracture de l'extrémité inférieure du radius et la fracture de l'extrémité supérieure du fémur. L'ostéodensitométrie, examen reconnu pour la détection de la diminution de la densité osseuse, ne peut cependant pas être pratiquée en examen de routine, malgré la gravité de la pathologie.

Etant donné que le diagnostic est possible grâce à l'imagerie médicale, se pose alors la question d'une détection de l'ostéoporose à l'aide de radiographies dentaires. En effet, le chirurgien-dentiste a très souvent recours aux radiographies rétro-alvéolaires et panoramiques lors des examens de contrôle. Ce travail a donc pour but principal de présenter une synthèse bibliographique sur l'intérêt des radiographies rétro-alvéolaires dans le dépistage précoce de l'ostéoporose ; des rappels généraux seront au préalable faits sur l'ostéoporose et sur les travaux portant sur l'intérêt de la radiographie panoramique dans le dépistage de cette maladie.

2. L'OSTÉOPOROSE

Physiologie et physiopathologie

Le squelette constitue la charpente du corps, il permet l'insertion des muscles et fournit également une protection aux organes vitaux ainsi qu'à la moelle osseuse (Clunie et Keen 2009).

Deux types d'os se distinguent :

- L'os cortical : il est le composant principal du fût des os longs et de la surface des os plats. Il est constitué d'os compact organisé autour des travées de Havers, canaux contenant le tissu conjonctif. Il représente environ 90% des os du squelette, 87% de l'os mandibulaire (Jonasson et coll 2001).
- L'os trabéculaire : ou os spongieux, on le trouve à l'intérieur des os plats et des terminaisons épiphysaires des os longs. Il est constitué d'un réseau de travées osseuses et de cavités de résorption. C'est dans ce type d'os que l'on trouve la moelle hématopoïétique.

L'os est en continuel remodelage. Ce remodelage est assuré par deux types de cellules (Meunier 2005) :

- Les ostéoclastes : ce sont des cellules osseuses polynucléées qui sont responsables de la résorption osseuse.
- Les ostéoblastes : ces cellules sont responsables de la formation osseuse en sécrétant les constituants de la matrice osseuse et en contrôlant sa minéralisation.

L'ensemble de ces cellules constitue une unité multicellulaire de remodelage. La séquence de remodelage se fait en passant par quatre étapes :

- La phase d'activation : les ostéoclastes se multiplient et résorbent la matrice osseuse créant les lacunes de Howship.
- La phase d'attraction et de multiplication des ostéoblastes sur le site
- La phase de formation de la matrice osseuse par les ostéoblastes
- La phase de minéralisation

L'essentiel de la masse osseuse est acquis pendant l'enfance et l'adolescence: c'est ce que l'on appelle le pic de masse osseuse (Clunie et Keen 2009). Il est constitué de deux pics : celui de la densité minérale osseuse de l'os trabéculaire, qui est atteint aux environs des 12-16 ans et celui de l'os cortical, qui est atteint plus tard, aux environs de 20 à 24 ans.

Différents facteurs jouent sur ce pic ainsi que sur le remodelage osseux :

- Les facteurs hormonaux : les hormones œstrogènes et testostérone
- Les facteurs génétiques
- Les facteurs environnementaux : l'exercice mais aussi l'alimentation jouent un rôle prépondérant dans le développement du squelette.

La perte osseuse débute à environ 40 ans. Elle est plus rapide lors de la ménopause et on estime que la densité minérale osseuse diminue de 1% par an durant les cinq années qui suivent la ménopause. On observe une perte osseuse bien plus importante dans la population féminine : on estime que 35% de l'os cortical et 50% de l'os trabéculaire sont perdus tout au long de la vie, alors que chez l'homme cette quantité ne représente que les deux tiers de la perte osseuse féminine.

Au niveau cellulaire on distingue deux types de perte osseuse :

- La perte liée à une augmentation du nombre d'unités de remodelage qui assurent la résorption, situées à la surface de l'os.
- La perte qui est due à une modification de la balance osseuse avec une diminution de la formation osseuse par rapport à la résorption.

Il faut savoir que l'os trabéculaire est détruit cinq fois plus vite que la corticale car il offre plus de surface aux cellules osseuses (Bartl 2003). Des études ont montré que la densité osseuse est responsable de 60 à 80% de la résistance de l'os, faisant d'elle le meilleur indicateur de risque de fracture chez les femmes ménopausées. Cependant, la fracture dépend également de la qualité de l'os. En effet, les os sont constamment victimes de microfractures, face à une activité ostéoblastique diminuée, ces anomalies ne sont plus réparées. En perdant leurs interconnexions, les travées osseuses n'assurent plus leur rôle de résistance mécanique et deviennent alors inutiles : la densité minérale osseuse est conservée mais la résistance de l'os est diminuée.

Moyens d'évaluation de l'ostéoporose

La mesure de la densité minérale osseuse

Elle se fait par absorption biphotonique à rayons X (Dual-energy X-ray absorptiometry ou DXA). Il s'agit d'une technique précise et reproductible qui dépend cependant de la qualité de la machine et de la formation de l'utilisateur (Briot 2010).

L'OMS a ainsi mis en place un score permettant de classer les patients en différentes catégories : le T-score. C'est l'écart-type entre la densité osseuse et la densité théorique de l'adulte jeune de même sexe et de même ethnie, mesurée au même site osseux :

- T-score > -1 : densité normale
- $-1 > \text{T-score} > -2,5$: ostéopénie
- T-score $< -2,5$: ostéoporose

Cette mesure constitue la base du diagnostic de l'ostéoporose et des études prospectives ont montré qu'il existe un gradient entre la diminution de la DMO et l'augmentation du risque de fractures. Même si la diminution de la DMO est constatée dans tous les sites fracturés, c'est la DMO mesurée au fémur qui est la plus fortement prédictive du risque de fracture, surtout après 65 ans (Briot 2010).

Cependant, malgré sa bonne spécificité de 85%, la principale limite de cette mesure est due à sa faible sensibilité de 45% : elle ne peut donc identifier toutes les femmes susceptibles de faire des fractures. De plus, plusieurs études de larges cohortes ont montré que moins de 50% des fractures survenaient sur des femmes au T-score > -2,5 et dans une autre étude (étude NORA) la majorité des fractures avaient touché des femmes ostéopéniques. Le risque de survenue des fractures attribuable à la densité osseuse est de 30% (Briot 2010).

L'outil FRAX®

L'OMS a choisi cet outil afin de quantifier le risque de fractures ostéoporotiques (Briot 2010). Il s'agit d'évaluer les différents facteurs de risque. Ces facteurs de risque ont été définis sur 12 cohortes internationales : l'âge, l'indice de masse corporelle, l'antécédent personnel de fracture, l'antécédent parental de fracture de l'extrémité supérieure du fémur, le tabagisme actif, la prise de corticoïdes, la polyarthrite rhumatoïde, les autres causes d'ostéoporose secondaire, la consommation excessive d'alcool et la densité osseuse au col fémoral. Cet outil permet d'obtenir la probabilité de fracture à 10 ans touchant l'extrémité de la partie supérieure du fémur, et des fractures dites « majeures » : les extrémités supérieures du fémur, de l'humérus, du poignet ainsi que les seules fractures vertébrales cliniques. Ce score peut être mesuré sur le site : <http://shef.ac.uk>.

Please answer the questions below to calculate the ten year probability of fracture with BMD.

Country: **France** Name/ID: About the risk factors

Questionnaire:

1. Age (between 40 and 90 years) or Date of Birth
Age: Y: M: D:

2. Sex Male Female

3. Weight (kg)

4. Height (cm)

5. Previous Fracture No Yes

6. Parent Fractured Hip No Yes

7. Current Smoking No Yes

8. Glucocorticoids No Yes

9. Rheumatoid arthritis No Yes

10. Secondary osteoporosis No Yes

11. Alcohol 3 or more units/day No Yes

12. Femoral neck BMD (g/cm²)
Select BMD

Figure 1: Interface de l'outil FRAX® (<http://shef.ac.uk>)

Cependant, il ne prend pas en compte l'effet-dose des facteurs de risque et le choix de la mesure du col fémoral peut être discuté, car en pratique, la mesure du col du fémur est la plus difficile à effectuer et est à l'origine de nombreuses erreurs de diagnostic entraînant des variations de DMO.

La mesure du score diagnostique des fractures vertébrales

Les fractures vertébrales (ou tassement de vertèbres) sont les manifestations les plus fréquentes et les plus précoces de l'ostéoporose (Briot 2010). L'examen de référence pour le diagnostic de ces fractures est la radiographie standard du rachis. Malheureusement seulement 20 à 30% de ces fractures sont cliniquement symptomatiques et la radiographie du rachis en examen de routine est impossible du fait de l'irradiation et du coût important. Lors d'une fracture vertébrale il y a diminution de la taille de l'individu. L'International Society for Clinical Densitometry (ISCD) (Briot 2010) recommande de réaliser une radiographie du rachis à partir d'un seuil de perte de taille supérieur à 4cm. Le suivi régulier de la taille est donc intéressant chez les personnes à risque. Plusieurs méthodes de diagnostic ont été proposées mais il n'existe pas de consensus sur la méthode utilisée.

3. LA RADIOGRAPHIE PANORAMIQUE

Les indices mesurés

Une récente méta- analyse publiée en 2015 (Calciolari et coll 2015) a analysé les différentes méthodes de détection précoce de l'ostéoporose à partir des radiographies panoramiques. De cette étude ressortent les trois indices : l'épaisseur de la corticale mandibulaire, l'indice mandibulaire panoramique et l'index de Klemetti que nous allons définir. L'avantage principal de ces trois indices repose sur le fait que leur utilisation est simple et peu onéreuse. Cependant leur précision et leur applicabilité doivent être considérées avec attention car on observe une grande hétérogénéité des études mais aussi des populations étudiées: l'âge, le sexe, le statut hormonal (femmes ménopausées ou non).

L'épaisseur de corticale mandibulaire : c'est une mesure réalisée dans la région du foramen mentonnier (Figure 2). Une droite passant par le milieu du foramen mentonnier et perpendiculaire à la tangente du bord inférieur de la mandibule est tracée. L'épaisseur de corticale est mesurée sur cette droite. Les valeurs de seuil diffèrent d'une étude à l'autre, particulièrement concernant l'épaisseur de corticale mandibulaire pour laquelle la spécificité et la sensibilité varient selon la valeur seuil choisie : pour une valeur comprise entre 3 et 4 mm la sensibilité obtenue est de 42% et la spécificité de 0,93. Elles passent respectivement à 43% et 90,5% pour une valeur supérieure à 4mm et à 60,2% et 70,8% pour une valeur comprise entre 4 et 5 mm. On retiendra en moyenne une sensibilité de 45% et une sensibilité de 85%. On remarque cependant qu'indépendamment de la valeur choisie, la spécificité est meilleure que la sensibilité chez les personnes présentant une réduction de la densité minérale osseuse.

L'indice mandibulaire panoramique : il s'agit du calcul d'un ratio entre l'épaisseur de corticale mandibulaire et la distance entre le bord inférieur de la mandibule et le point le plus inférieur du foramen (Figure 2). Concernant l'indice mandibulaire panoramique, cinq études furent incluses dans la méta-analyse. Toutes ont trouvé la même valeur seuil pour laquelle la sensibilité et la spécificité sont supérieures à 70%. Cependant parmi ces cinq études, deux d'entre elles n'ont inclus que des femmes ménopausées ce qui a pu être une source de biais pour les résultats. Ces mesures linéaires réalisées sur radiographie panoramique peuvent également être faussées par le grossissement qui diffère selon la position du patient et les distorsions géométriques.



Figure 2 Les différents indices: a = épaisseur de corticale mandibulaire, a/b = indice mandibulaire
(photo: <http://www.les-implants-dentaires.com>)

L'index de Klemetti : il permet la classification de la corticale mandibulaire en distal du foramen mentonnier en trois groupes (Figure 3):

C1 : corticale forte et intègre

C2 : présence de défauts semi lacunaires

C3 : corticale clairement poreuse






C1	
C2	
C3	

Figure 3: L'index visuel de Klemetti permettant la classification de l'os cortical (Lopez-Lopez et coll 2006)

Onze études ont reconnu la précision de cet index dans la détection de la diminution de densité minérale osseuse avec des résultats plus homogènes. On peut alors considérer que 80% des personnes présentant une érosion sévère (C3) ou modérée (C2) de la corticale mandibulaire sont au minimum ostéopéniques. Etant donné le peu d'études concernant les personnes ostéoporotiques, aucune conclusion sur le diagnostic n'est possible.

Il est également important de s'intéresser à la fiabilité d'évaluation d'un observateur à l'autre. Selon la méta-analyse de Calciolari et coll (2015), il n'existe pas de différence significative entre les observateurs entraînés et les observateurs non entraînés à l'analyse des corticales osseuses sur les radiographies panoramiques concernant la sensibilité et la spécificité. Il n'est constaté aucune corrélation entre le temps d'expérience des chirurgiens-dentistes et leur performance de diagnostic. Cependant l'accord inter et intra observateur est important dans la détermination des valeurs prédictives positives et négatives. Elles sont plus

hautes dans la détection de l'ostéoporose chez les évaluateurs à fort accord intra observateur en comparaison aux évaluateurs à faible accord.

Association indice et questionnaire

Etant donné qu'aucun de ces trois indices n'a d'excellente sensibilité et spécificité pour la détection de l'ostéoporose et ostéopénie, il a été proposé de les combiner avec des indices cliniques afin d'augmenter leur précision.

L'étude multicentrique OSTEODENT propose l'indice clinique OSIRIS. Ce score se calcule facilement à l'aide de 4 variables (Devlin 2012) : l'âge, le poids, le traitement par des hormones de remplacement et les antécédents de fracture sous un impact faible. Le calcul se fait en additionnant les différentes valeurs suivantes :

- L'âge multiplié par -2
- Le poids en kilogramme multiplié par 2
- +2 si traité actuellement par des hormones de remplacement
- -2 si antécédent de fracture sous un faible impact.

Un score OSIRIS inférieur à -3 indique un risque important de densité minérale osseuse basse, un score entre +1 et -3 correspond à un risque moyen et un score supérieur à +1 à un faible risque. Ces combinaisons ont permis d'augmenter la spécificité ce qui signifie que moins de patients non ostéoporotiques seront adressés pour des examens plus poussés comme la DXA (Devlin 2009).

En conclusion, il n'est pas recommandé de prescrire une radiographie panoramique dans le but de diagnostiquer l'ostéoporose. Mais dans le cas où la radiographie a été réalisée dans le cadre de soins dentaires, l'épaisseur de corticale mandibulaire, l'indice mandibulaire panoramique et l'index de Klemetti peuvent être utiles dans la détection des patients à risque de densité minérale osseuse diminuée.

4. LA RADIOGRAPHIE RETROALVEOLAIRE

Outre les radiographies panoramiques, les radiographies rétro-alvéolaires sont également largement utilisées dans la pratique quotidienne du chirurgien-dentiste. Cependant aucune revue n'a été publiée concernant la détection de l'ostéoporose à partir de cet examen.

Matériel et méthode

Une seule base de données a été utilisée : Pubmed. Seuls les articles rédigés en anglais et publiés jusqu'à octobre 2015 ont été retenus. Les mots clés utilisés ont été : « osteoporosis intraoral radiography diagnosis ». Une sélection à partir du titre a été effectuée, puis une autre à partir du résumé. Une recherche à partir des bibliographies de ces articles a ensuite été menée. Seuls les articles retenus respectaient le critère d'éligibilité suivant : la présence de l'expression du degré de significativité des indices : sensibilité, spécificité, courbe ROC (Receiver Operating Characteristic), valeurs de corrélation, de significativité et d'odds ratio (OR).

Résultats

Sept articles ont été retenus après la recherche lancée sur Pubmed et six autres après la recherche à partir des bibliographies des articles précédents.

Au total, 13 articles ont été utilisés pour la revue.

Populations étudiées : Seules deux études, ont inclus le sexe masculin dans leurs recherches (Jonasson et coll 2009; Amam et Rustom, 2014). La moyenne d'âge est d'environ 55 ans.

Le générateur : Les réglages de l'émission des rayons-X sont sensiblement les mêmes (60kV-8mA).

Les images : Il existe une hétérogénéité dans les méthodes de recueil des images : les capteurs numériques (Yasar et Akgunlu 2006 ; Hedstrom et coll 2010 ; Nackaerts et coll 2006), et les films argentiques développés par procédé automatique puis numérisés (Jonasson 2009 ; Jonasson et Billhult 2013 ; Geraets et coll 2007 ; Verheij et coll 2009 ; Nackaerts et coll 2008) ou non numérisés (Jonasson et coll 2009 ; Lindh et coll 2008 ; Jonasson et coll 2009). Seul un article ne renseigne pas cette information (Law et coll 1996).

La région d'intérêt : Dans la majorité des études analysées, la zone analysée se situe entre la première molaire et la seconde prémolaire mandibulaire du côté droit utilisant une technique de standardisation parallèle à l'aide d'un angulateur. Seulement deux études ont évalué à la fois la région mandibulaire et maxillaire (Lindh et coll 2008 ; Nackaerts et coll 2008).

Les standards de référence : Les standards de référence les plus utilisés sont la densité minérale osseuse (DMO): du rachis, du fémur, de l'avant-bras et du talon. Les autres sont la tomographie quantitative par ordinateur, la fracture vertébrale en compression (Law et coll

1996) et le nombre de fractures considérées comme secondaires à l'ostéoporose (Jonasson 2009; Jonasson et Billhult, 2013).

Les indices : Le nombre d'indices étudiés est représenté dans le tableau 1.

Tableau 1: Répartition des indices selon les articles

Articles	Motif trabéculaire	Densité osseuse	Texture de l'os	Intensité de pixels	Dimension fractale	Structure	Densité en 3D
Jonasson et coll 2001	X	X					
Jonasson 2009	X		X				
Jonasson et coll 2009	X	X	X				
Jonasson et Billhult 2013	X		X			X	
Lindh et coll 2008	X						
Law et coll 1996		X		X	X		
Nackaerts et coll 2006		X					X
Nackaerts et coll 2008		X					
Amam et Rustom 2014		X					
Hedstrom et coll 2010				X			
Yasar et Agkunlu 2006					X		
Geraets et coll 2007					X		
Verheij et coll 2009					X		

- *Les motifs trabéculaires*

Il s'agit de l'évaluation visuelle des motifs trabéculaires visibles sur des radiographies péri-apicales centrées sur la région des prémolaires, à l'aide de trois radiographies de référence :

- trabéculations clairsemées homogènes
- trabéculations hétérogènes
- trabéculations denses

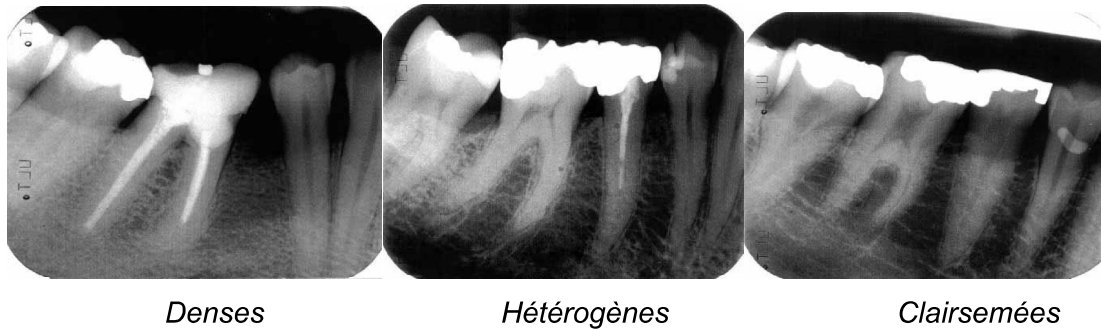


Figure 4 : Classification des Trabéculations (Jonasson et coll 2001)

En 2009, Jonasson et coll rajoutent un nouvel item dans la classification de Lindh et coll (1996) afin de la rendre plus précise. Ils divisent la classe « trabéculations hétérogènes » en deux :

- classe 1 : trabéculations clairsemées homogènes
- classe 2 : trabéculations minces
- classe 3 : trabéculations épaisses
- classe 4 : trabéculations denses

Le nombre et la calibration des observateurs ne sont pas systématiquement renseignés. La calibration des observateurs est hétérogène selon les études : certaines montrent des coefficients de corrélation forts (Jonasson et coll 2009) et d'autres relativement faibles (Lindh et coll 2008) (Tableau 2).

Tableau 2: Tableau représentant la calibration des observateurs selon les études ; NR = Non Renseigné.

Articles	Nombre d'observateurs	Kappa intra-observateur	Kappa inter-observateur
Jonasson et coll 2009	2	0,82	0,89
Lindh et coll 2008	5	0,39	0,57
Jonasson 2009	NR	0,79-0,89	NR
Jonasson et coll 2001	NR	NR	NR
Jonasson et Billhult 2013	NR	NR	NR

Le Tableau 3 présente la relation entre la classification des motifs trabéculaires et le standard de référence choisi pour chaque étude. Lindh et coll (2008), trouvent sensiblement

les mêmes résultats pour les mesures effectuées à la mandibule et au maxillaire. Ils testent deux hypothèses :

- 1) l'indicateur de l'ostéoporose est la présence de trabéculations clairsemées (sensibilité : 28% ; spécificité : 91%)
- 2) l'indicateur de l'ostéoporose est la présence de trabéculations clairsemées et hétérogènes (sensibilité : 84% ; spécificité : 37%).

Jonasson et coll (2009) observent une augmentation de l'Odd Ratio lorsque l'âge est supérieur à 75 ans (OR : 7,1 ; 95%).

Tableau 3: Résultats de la corrélation entre la classification des motifs trabéculaires et le standard de référence choisi pour chaque étude ; R = coefficient de corrélation, OR = Odd Ratio, NS = Non Significatif.

Article	N	Standard de référence	R	OR	Sensibilité	Spécificité
Jonasson et coll 2001	80	BMD Avant-bras	0,62			
Jonasson 2009	40	BMD Avant-bras	0,57			
		BMD hanche	0,36 (NS)			
		BMD Rachis	0,20 (NS)			
Jonasson et coll 2009	274	Fracture		5,9 95%		
Jonasson et Billhult 2013	136	Fracture	-0,20			
Lindh et coll 2008	600	BMD Rachis et BMD Fémur			0,28	0,90

- *La texture de l'os*

Cet indice est très semblable à l'analyse visuelle des trabéculations. Ce ne sont plus les motifs qui sont évalués mais le nombre de transitions entre les trabéculations et les espaces inter-trabéculaires.

Cet indice fait appel au logiciel Photoshop (Jonasson 2009, Jonasson et coll 2009) afin de sélectionner de façon précise la région d'intérêt : elle est située entre les prémolaires mandibulaires droites à mi-distance du rebord cristallin et de la région apicale, à 6mm de distance de la jonction cémento-amélaire estimée (Figure 5).

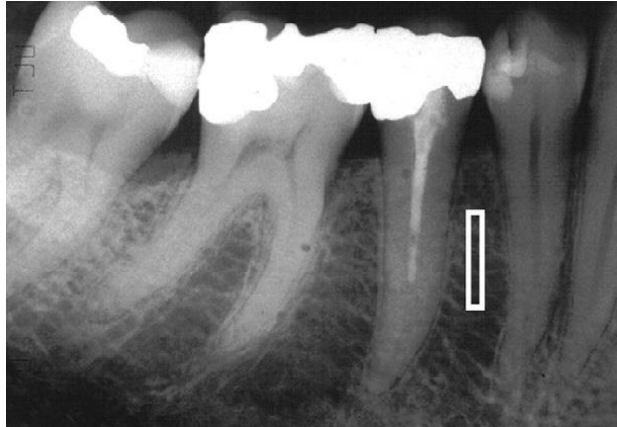


Figure 5: L'aire sélectionnée pour l'évaluation de la texture osseuse (Jonasson et coll 2009)

L'aire ainsi sélectionnée est analysée grâce au logiciel Matlab (Mathworks, Natick, MA). Une radiographie représente une projection de l'os trabéculaire en deux dimensions. Le motif formé par ces projections donne une image de la structure osseuse. L'image est alors classée en quatre classes semblables aux quatre classes énoncées ci-dessus lors de la classification des motifs trabéculaires. La donnée analysée ici est la transition trabéculatation-espace intertrabéculaire : plus le nombre de trabéculations est important, plus le nombre de transitions est élevé et plus l'os appartient à une classe de texture élevée. Plus l'os est minéralisé, plus les valeurs sur l'échelle de gris sont éloignées entre les trabéculations et les espaces intertrabéculaires.

Seule l'équipe de Jonasson (Jonasson et Billhut 2013, Jonasson 2009, et Jonasson et coll 2009) a détaillé cet indice. Ces trois articles montrent la fiabilité de l'indice « texture de l'os » dans la détection de l'ostéoporose. L'appartenance aux classes 1 ou 2 est significativement liée à la survenue de fracture (Jonasson et coll 2009), tandis que l'évolution de la texture de l'os dans le temps est corrélée à l'évolution de la densité minérale osseuse mesurée à l'avant-bras et à la hanche (Jonasson 2009). (Tableau 4)

Tableau 4: Tableau exprimant la calibration des observateurs et la corrélation avec le standard de référence selon les études ; NR = Non Renseigné.

Articles	Nombre d'observateurs	Kappa intra-observateurs	Kappa inter-observateurs	Standard de référence	Corrélation significative
Jonasson et coll 2009	1	0,79	X	Fracture	Oui
Jonasson 2009	1	0,79	X	BMD avant-bras hanche	Oui
Jonasson et Billhult 2013	NR	NR	NR	Fracture	Oui

Les trois articles révèlent une corrélation positive avec le standard de référence que ce soit avec la densité minérale osseuse de l'avant-bras que la survenue de fracture. Ils ont également testé la validité de la classification des trabéculations et ont mis en évidence la similitude des résultats avec l'évaluation de la texture de l'os.

- *La densité osseuse mandibulaire*

C'est l'évaluation de la densité de l'os mandibulaire par procédé informatique à l'aide d'une plaque d'aluminium d'épaisseur croissante, dont la densité sera comparée à celle de l'os à partir de la radiographie.

La mesure consiste à introduire dans le champ d'exposition aux rayons, une plaque d'aluminium d'épaisseur croissante (stepwedge) qui apparaîtra sur la radiographie (Figures 6 et 7).

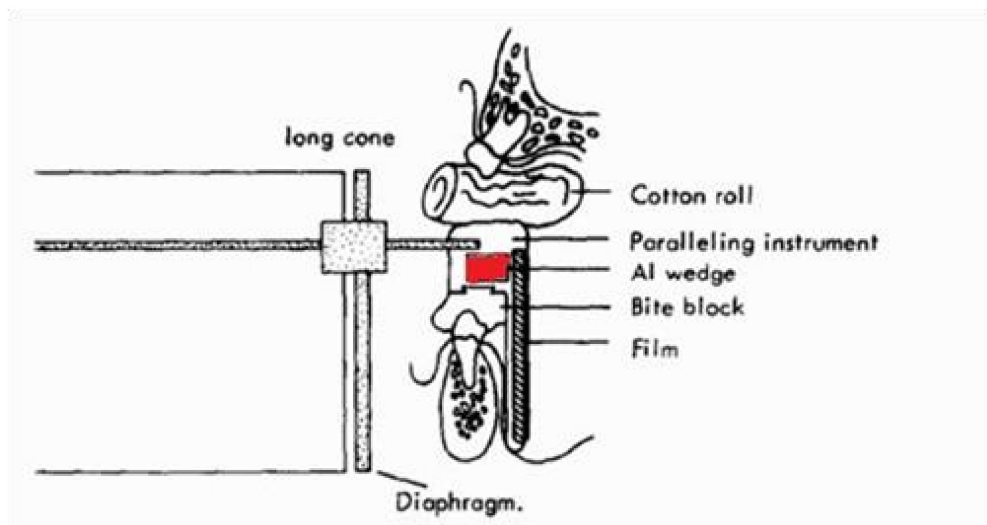


Figure 6 : Représentation de la méthode de standardisation des radiographies selon Trouerbach (Trouerbach et coll 1984)

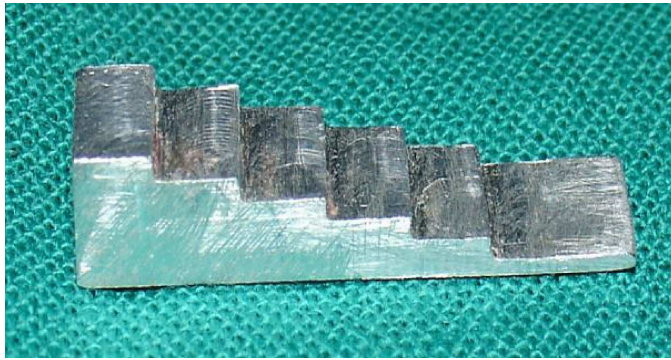


Figure 7: " Stepwedge " d'aluminium (Amam et Rustom 2014)

La densité optique de chaque pallier de l'échelle d'aluminium est mesurée sur les radiographies de référence et les valeurs sont confrontées aux épaisseurs d'aluminium correspondantes. Une courbe est alors obtenue faisant correspondre une épaisseur d'aluminium avec une densité optique d'os alvéolaire. Jonasson et coll (2001) testent la mesure de la densité optique de deux manières différentes à l'aide de cet outil et d'un densitomètre (Macbeth TD-500 ; Macbeth Division of Kollmorgen Co, Newburgh, NY) d'ouverture de 2mm environ :

- Entre les prémolaires mandibulaires, 6mm en-dessous de la jonction émail-cément
- Calcul de la moyenne des valeurs de densité optique de l'os alvéolaire mesurées en 6 points : 3 points le long de chaque côté de la racine de la première prémolaire.

En 2006, Nackeart et coll proposent d'évaluer la fiabilité de cette mesure en suivant la déminéralisation de l'os sur 46 fragments mandibulaires humains de la région prémolaire et a démontré que le logiciel « Osteop » était capable de détecter un changement de minéralisation de 6,6% minimum. Il montre qu'il existe une corrélation significative entre l'épaisseur d'aluminium équivalent à la densité osseuse et la densité minérale osseuse mandibulaire.

En 2009, Jonasson exprime la densité osseuse de la région mandibulaire entre les prémolaires sur un histogramme de densité : le logiciel Photoshop fourni la distribution de niveau de gris de cette zone, permettant ainsi d'établir l'histogramme de densité (voir tableau 5).

Tableau 5: Coefficient de corrélation de l'indice "masse osseuse mandibulaire" et le standard de référence selon les études ; R = coefficient de corrélation, OR = odd ratio.

Articles	Standard de référence	R	Sensibilité	Spécificité
Law et coll 1996	QCT BMD rachis Fracture en compression vertébrale	0,56 NR NR		
Jonasson et coll 2001	BMD avant-bras	0,46		
Jonasson 2009	BMD avant-bras BMD hanche BMD rachis	0,54 0,40 0,41		
Nackeart et coll 2006	BMD mandibule	0,9		
Nackeart et coll 2008	BMD hanche BMD spine		33,9%	85,3%
Amam et Rustom 2014	BMD rachis BMD col du fémur	0,53		

Amam et Rustom (2014) proposent de comparer deux variables dans l'expression de la densité osseuse. Les radiographies rétroalvéolaires sont prises avec une échelle d'aluminium divisée en six épaisseurs croissantes de 1 à 6 mm. Les données sont enregistrées sur informatique à l'aide du logiciel Photoshop 7.0 qui transforme les couleurs en niveau de gris. L'analyse se fait alors par le logiciel Digora qui calcule la densité de la région d'intérêt (entre les prémolaires mandibulaires droites) en fonction de la densité d'aluminium mesurée. Deux variables sont alors proposées :

- ATE : épaisseur équivalente d'aluminium (Aluminium equivalent thickness)
- TxD : l'épaisseur X densité

Dans cette étude, les patients sont classés en trois groupes : ostéoporotique, ostéopénique et contrôle. ATE et TxD sont très fortement corrélés dans le groupe ostéoporotique. Les coefficients de corrélation sont plus élevés avec la BMD du rachis (respectivement 0,67 et 0,82 pour ATE et TxD) chez le groupe ostéoporotique qu'avec la BMD du fémur (respectivement 0,68 et 0,55 pour ATE et TxD).

Pour conclure, il semble que la mesure de la densité osseuse, à l'aide d'une échelle d'aluminium ainsi que d'un logiciel d'analyse de densité, représente un moyen diagnostic possible afin de détecter précocement l'ostéoporose.

Discussion

Les résultats de cette synthèse bibliographique ne permettent pas de conclure sur la possible détection de l'ostéoporose à partir de radiographies rétroalvéolaires.

Peu d'études ont été publiées sur le sujet parmi lesquelles quatre ont été menées par le groupe de recherche de Jonasson (Jonasson et coll 2001 ; Jonasson 2009 ; Jonasson et coll 2009 ; Jonasson et Billhult 2013) six autres études ont été menées par la même équipe (Geraets et coll 2008 ; Geraets et coll 2007 ; Verheij et coll 2009 ; Lindh et coll 2008, Nackaerts et coll 2008 ; Nackaerts et coll 2006).

De plus, la méthodologie semble discutable sur plusieurs points : certaines données sont manquantes notamment concernant la calibration des observateurs (Jonasson et coll 2001, Jonasson 2009, Jonasson et Billhult 2013) et le faible nombre d'observateurs qui va de un (Jonasson et coll 2009 ; Jonasson 2009) à cinq (Lindh et coll 2008), ou qui n'est pas renseigné (Jonasson et coll 2001 ; Jonasson 2013). La taille des échantillons varie d'une étude à l'autre : de 40 (Jonasson 2009) à 731 (Jonasson et coll 2009), ce qui rend les comparaisons difficiles. Différents types de radiographies ont été comparées : la radiographie numérique et la radiographie argentique qui est la plus largement utilisée. Cependant aucun renseignement n'est donné concernant la qualité du grain, qui influe sur les contrastes ainsi que la sensibilité de l'image. De plus, certaines études numérisent les films argentiques, perdant alors en précision. Devant cette hétérogénéité de qualité d'image, il est difficile de comparer les résultats d'une étude à l'autre.

Les motifs trabéculaires

Cet indice a été proposé par Lindh et coll en 1996, c'est celui qui a été le plus souvent repris. Cependant malgré des résultats prometteurs, sa précision de diagnostic reste modeste : il paraît difficile d'obtenir une sensibilité et une spécificité satisfaisante. Selon Lindh et coll (1996), la précision moyenne de l'évaluation des motifs trabéculaires est de 58%, elle augmente pour des trabéculations denses (78%) et diminue pour des trabéculations clairsemées (28%). La conclusion obtenue par toutes les études menées est que des trabéculations denses sont le signe d'une densité minérale osseuse élevée alors que des trabéculations clairsemées seraient le signe d'une densité basse. On peut néanmoins augmenter la sensibilité au dépend de la spécificité (Lindh et coll 2008) en considérant les items suivant : « trabéculations clairsemées+trabéculations hétérogènes » comme étant le signe d'une DMO basse. Cet indice paraît plus précis à partir de 75 ans (Jonasson et coll 2009).

La texture de l'os

Cet indice est très semblable au précédent et semble être corrélé significativement à la mesure de densité minérale osseuse ainsi qu'à la survenue de fracture. Cependant, le groupe de travail de Jonasson (Jonasson 2009 ; Jonasson et coll 2009 ; Jonasson et Billhut 2013) est un des rares auteurs à avoir étudié cet indice, de plus, la calibration des observateurs n'est pas optimale : malgré un bon accord intra-observateur (0,79), seul un observateur est recruté, et dans l'article de 2013, aucun renseignement n'est donné sur le nombre et la calibration des observateurs. L'évaluation de la texture de l'os mandibulaire dans la région prémolaire-molaire sélectionnée par le logiciel Photoshop (Adobe Systems, Edingburgh, Scotland) et analysée par le logiciel Matlab (MathWorks, Natick, MA) pourrait être utile dans la détection précoce de l'ostéoporose à partir de radiographies intra-orales.

La densité osseuse mandibulaire

Cet indice a été proposé en 1984 par Trouerbach et coll et a été étudié par de nombreux auteurs, cependant, bien que les résultats montrent une corrélation significative entre la masse osseuse et les standards de référence choisis, celle-ci reste relativement basse : entre 0,41 (Jonasson 2009) et 0,56 (Law et coll 1996), excepté dans l'étude de Nackaerts en 2006 menée sur des mandibules humaines et dont le but est de tester le seuil minimum de détection de changement osseux dont est capable le logiciel « Osteop ». Comme le souligne Jonasson (2009), l'évaluation de la densité osseuse mandibulaire peut aider à identifier les patients ayant une faible densité minérale osseuse mais n'est pas suffisamment discriminante pour diagnostiquer l'ostéoporose.

D'autres indices moins utilisés ont donné des résultats mitigés :

La dimension fractale

Il s'agit de l'évaluation de la complexité des motifs trabéculaires par un procédé informatique qui donnera une image binaire (en noir et blanc) correspondant aux espaces médullaires (noirs) et aux trabéculations (blancs). La valeur de la dimension fractale est alors calculée soit par un logiciel : ImageJ (1,28) (Yasar et Akgunlu 2006) soit par diverses formules mathématiques (Law et coll 1996 ; Geraets et coll 2007 ; Verheij et coll 2009). L'interprétation des calculs de la dimension fractale diffère selon les auteurs : Law et coll (1996) considèrent que la valeur de la dimension fractale augmente chez les sujets ostéoporotiques car lorsqu'il y a une perte osseuse, les espaces inter-trabéculaires se font plus nombreux. La structure devient alors plus complexe, ce qui augmenterait la valeur de la dimension fractale. D'autres auteurs constatent une diminution de cette valeur chez les patients ostéoporotiques. Concernant les résultats, on observe peu de concordances entre les études : Law et coll (1996) montrent que la valeur de la dimension fractale est significativement plus élevée dans le groupe des patients ostéoporotiques que dans le groupe témoin. Geraets et coll (2007) n'expriment aucun résultat seul : l'indice est couplé à l'âge et l'analyse de la radiographie panoramique. Yasar et Akgunlu (2006) quant à eux n'observent aucune différence significative entre le groupe contrôle et le groupe de patients souffrant d'ostéoporose.

L'intensité des pixels

C'est la mesure du niveau de gris sur une échelle de 0 (noir) à 255 (blanc). Seules deux études (Law et coll 1996 ; Hedstrom et coll 2010) ont évalué la fiabilité de cet indice. Contrairement à une étude préliminaire (Southard et Southard 1992), Law et coll (1996) ne mesurent pas l'intensité des pixels sur une aire, mais à partir de 3 lignes de balayage au centre de la région d'intérêt. Puis la moyenne des trois mesures est alors calculée par procédé informatique. Chaque radiographie a été réalisée en introduisant une échelle d'aluminium sur le champ d'irradiation (comme décrit précédemment) afin de pouvoir calculer l'intensité des pixels. Il compare alors les valeurs du groupe contrôle à celle du groupe de patients ostéoporotiques. Law et coll (1996) constatent une différence significative entre les deux groupes : la valeur l'intensité des pixels dans le groupe ostéoporotique est plus proche de zéro que dans le groupe contrôle. Hedstrom et coll (2010) utilisent le logiciel Dimaxis (Plandent, Helsinki, Finland) afin de calculer la valeur de l'intensité des pixels sur une région de 1cm² sélectionnée entre les prémolaires mandibulaires au niveau apical. Il compare les valeurs trouvées aux valeurs de BMD mesurées à la hanche gauche et trouve une corrélation plus forte dans le groupe le plus âgé (70-74 ans) : $r = 0,46$.

La structure osseuse avec jaw-x

Cet indice s'apparente à la mesure de densité osseuse. Seul Jonasson et Billhut (2013) proposent l'évaluation de la structure osseuse à l'aide de la méthode *Jaw-X*. Tout d'abord, l'image est importée sur le logiciel *Jaw-X* (Crebone AB, Sundbyberg, Sweden). Ce logiciel va utiliser des algorithmes afin de créer une image filtrée binaire et analyser la structure trabéculaire dans la région sélectionnée à l'aide d'un marqueur trapézoïdal. L'espace inter-trabéculaire le plus large est identifié, puis celui d'après et ainsi de suite jusqu'à obtenir un total de 20 espaces inter-trabéculaires. La valeur finale est alors la somme des tailles et intensité des espaces inter-trabéculaires retenus. Les valeurs obtenues sont environ entre 3000 (structure osseuse dense) et 9500 (structure osseuse clairsemée). D'après le manuel de fabrication du logiciel, une valeur supérieure ou égale à 6500 indique un risque d'ostéoporose.

La seconde partie du logiciel consiste en un questionnaire concernant le sexe, le poids, les antécédents de fracture, antécédents familiaux de fracture, un traitement par glucocorticoïdes, la consommation de tabac et les pathologies gastro-intestinales. : Le coefficient de corrélation entre l'analyse effectuée avec le logiciel *jaw-X* en incluant les variables cliniques et la survenue de fractures est $R= 0,22$. Sans inclure ces variables cliniques, la corrélation n'est plus significative

La densité en 3D

La densité en trois dimensions a été testée par Nackaerts et coll en 2006 sur des mandibules humaines. Cet indice a été obtenu en immergeant les échantillons d'os avec la balance Sartorius 2004MP (Sartorius, Vilvoorde, Belgium) après les avoir pesés à sec. La densité volumétrique est alors obtenue par la formule dérivée du principe d'Archimède : masse sèche(g)/volume (mm³). La valeur obtenue est alors corrélée à la densité exprimée en équivalent d'aluminium. Cependant, le coefficient de corrélation entre les données de densité volumétrique et l'épaisseur équivalente d'aluminium est de 0,5 ce qui n'est pas significatif, de plus, l'indice évalué est comparé à un indice qui n'est pas encore reconnu comme efficace dans la détection de l'ostéoporose.

Dans sa revue de littérature, Taguchi (2010) cite des critères de décision clinique : simple calculated osteoporosis risk estimation (SCORE), Osteoporosis Self-assessment Tool (OST), Osteoporosis Index of Risk (OSIRIS). Cependant le manque de consensus sur ces critères de décision clinique, empêche leur application clinique de manière standardisée.

L'outil FRAX, mis au point par l'OMS, semble être une aide considérable au diagnostic. Jonasson et Billhut (2013) ont testé son efficacité en étant associé ou non à la densité minérale osseuse dans la prédiction de fracture. Ils montrent que cet outil utilisé seul ne peut prédire l'apparition de fracture alors qu'associé à la BMD, il est significativement prédicteur de fracture.

L'étude OSTEODENT (Devlin 2012), étude européenne multicentrique conduite dans une large cohorte de femmes ménopausées, compare la précision de diagnostic de l'outil OSIRIS et de la mesure de l'épaisseur de corticale mandibulaire, indice mesuré sur radiographie panoramique. Le seuil d'épaisseur choisi pour le diagnostic de l'ostéoporose est < 3mm. Devlin (2012) trouve alors une valeur de l'aire sous la courbe ROC de 0,84 et 0,82 pour OSIRIS et l'indice mandibulaire respectivement. Ils constatent une augmentation significative de cette valeur en combinant les deux indices : 0,90. Il serait alors peut être possible de combiner ce score à un des trois indices principaux qui ressortent de cette analyse bibliographique concernant les radiographies rétro-alvéolaires.

En prenant connaissance des différentes informations disponibles sur les radiographies panoramique et rétro-alvéolaire et en les combinant à d'autres outils comme FRAX® ou OSIRIS, le chirurgien-dentiste détient suffisamment d'informations pour adresser le patient pour des examens complémentaires. Bien qu'il n'existe pas de consensus concernant ces critères, de nombreuses études ont démontré leur efficacité notamment l'indice OSIRIS, et le praticien pourrait, par des questions simple ainsi qu'une analyse des radiographies panoramique et rétro-alvéolaire, conseiller au patient de consulter un spécialiste.

Aucun des indices étudiés ne permet de détecter les individus ostéoporotiques. Cependant ils constituent des aides quant à la suspicion de l'ostéoporose. De plus, on remarque que ces indices ne détectent les signes d'ostéoporose qu'à partir d'un degré élevé de résorption. Sur les trois indices retenus, la classification des motifs trabéculaires paraît être la plus facile à appliquer en cabinet. En effet, l'évaluation de la texture et de la masse osseuse mandibulaire fait appel à différents logiciels et matériels adaptés (comme l'échelle d'aluminium). Il serait intéressant de faire évaluer cet indice par un nombre plus important de praticiens afin de savoir s'il pourrait s'inscrire dans un protocole d'aide à la détection de l'ostéoporose au sein du cabinet dentaire.

5. CONCLUSION

La détection précoce de l'ostéoporose est de nos jours, un enjeu de santé publique de par l'augmentation de son incidence, sa morbidité et du coût engendré par les soins. L'outil de référence pour l'OMS est l'absorption biphotonique à rayons X qui mesure la densité minérale osseuse. Cependant, il ne s'agit pas d'un examen de routine, et adresser tous les individus susceptibles de développer de l'ostéoporose n'est malheureusement pas possible du fait du nombre important de patients potentiels. Pour pallier à cette difficulté de diagnostic, l'outil FRAX® a été mis en place afin d'évaluer et de quantifier le risque de fracture ostéoporotique. Il est accessible sur le site de l'OMS et permet au patient lui-même de s'évaluer. Le diagnostic

de l'ostéoporose se faisant par imagerie, il est intéressant de savoir quel est le poids et l'utilité des radiographies dentaires: panoramique et rétro-alvéolaire.

Concernant la radiographie panoramique, trois indices peuvent être utilisés : l'épaisseur de corticale mandibulaire, l'indice mandibulaire panoramique et l'index de Klemetti.

Quant à la radiographie rétro-alvéolaire, la classification des trabéculations, l'évaluation de la texture osseuse et la masse osseuse mandibulaire nous permettent de suspecter une anomalie de densité osseuse. Des critères de décision cliniques ont été élaborés dans le but d'améliorer la précision de diagnostic, comme l'outil OSIRIS. Ces critères de décisions cliniques couplés aux indices panoramiques et rétro-alvéolaires pourraient constituer une aide précieuse dans la détection de l'ostéoporose en permettant de réorienter à temps les patients les plus à risque. Malheureusement il n'existe de nos jours aucun protocole reconnu ou formation permettant aux praticiens de suspecter et d'adresser à un spécialiste les individus concernés.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amam A, Rustom J, Assessment of mandibular alveolar bone density in osteoporotic adults in Syria, *Open Dent oral Med* 2014 ; 2 : 26-32.
- Bartl R, Oséoporose, prévention, diagnostic, thérapie, édition Malon, Paris 2003, 135p.
- Briot K, Ostéoporose : critères de diagnostic et de suivi. L'outil FRAX. Scores radiologiques, *Revue du rhumatisme monographies* 2010 ; 77 : 167-72.
- Calciolari E, Donos N, Park J.C, Petrie A, Mardas N, Panoramic measures for oral bone mass in detecting osteoporosis: A systematic review and meta-analysis, *J Dent Res* 2015 ; 94 :175-275.
- Clunie G, Keen R, Ostéoporose, ELSEVIER masson, édition française, 2009, 198p
- Devlin H, Identification of the risk for osteoporosis in dental patients, *Dent Clin North Am* 2012; 56 : 847-61.
- Devlin H, Prediction of osteoporosis with dental radiographs and age, *Dentomaxillofac Radiol* 2009 ; 38 : 431-7.
- Geraets W.G.M, Verheij J.G.C, Van Der Stelt P.F, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni, Jacobs R, Harrison E.J, Adams J.E, Devlin H, Prediction of bone mineral density with dental radiographs, *Bone* 2007 ; 40 : 1217-21.
- Hedstrom L, Baigi A, Bergh H, The relation between bone mineral density in the heel and pixel intensity in the mandibular jaw bone among elderly women, *Dentomaxillofac Radiol* 2010 ; 39 : 409-13.
- Jonasson G, Bone mass and trabecular pattern in the mandible as an indicator of skeletal osteopenia : a 10-year follow up study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009 ; 108 : 284-91.
- Jonasson G, Alstad T, Vahedi F, Bosaeus I, Lissner L, Hakeberg M, Trabecular pattern in the mandible as bone fracture predictor, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009 ; 108 : e42-51.
- Jonasson G, Bankvall G, Kiliaridis S, Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001 ; 92 : 346-52.
- Jonasson G, Billhult A, Mandibular bone structure, bone mineral density, and clinical variables as fracture predictors : a 15-year follow up of female patients in a dental clinic, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013 ; 116 : 362-8.
- Jonasson G, Sundh V, Ahlqwist M, Hakeberg M, Bjorkelund C, Lissner L, A prospective study of mandibular trabecular bone to predict fracture incidence in women : A low-cost screening tool in the dental clinic, *Bone* 2011 ; 49 : 873-9.

- Law A.N, Bollen Am, Chen Sk, Detecting osteoporosis using dental radiographs : a comparison of four methods, *J Am Dent Assoc* 1996 ; 127 : 1734-42.
- Lindh C, Horner K, Jonasson G, Olsson P, Rohlin M, Jacobs R, Karayianni K, Van Der Stelt P, Adams J, Marjanovic E, Pavitt S, Devlin H, The use os visual assessment of dental radiographs for identifying women at risk of having osteoporosis : the OSTEODENT project, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008 ; 106 : 285-93.
- Lindh C, Petersson A, Rohlin M, Assessment of the trabecular pattern before endosseous implant treatment : diagnostic outcome of periapical radiography in the mandible, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endol* 1996 ; 82 :335-43.
- Lopez-Lopez J, Estrugo-Devesa A, Jane-Salas E, Ayuuso-Montero R, Gomez-Vaquero C, Early diagnosis of osteoporosis by mean of orthopantomograms and oral x-rays: A systematic review, *Med Oral Med Pathol Cir Buccal* 2011 ; 1 ; 16 : e 905-13.
- Meunier Pj, L'ostéoporose 3eme édition, Le quotidien du médecin, édition masson, Paris 2005, 227p.
- Nackaerts O, Jacobs R, Devlin H, Pavitt S, Bleyen E, Yan E, Boghs H, Lindh C, Karayianni K, Van Der Stelt P, Marjanivic E, Adams Je, Horner K, Osteoporosis detection using intraoral densitometry, *Dentomaxillofac Radiol* 2008 ; 37 : 282-7
- Nackaerts O, Jacobs R, Pillen M, Engelen L, Devlin H, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, Van Der Stelt P, Pavitt S, Horner K, Accuracy and precision of a densitometric tool for jaw bone, *Dentomaxillofac Radiol* 2006 ; 35 : 244-248.
- Southard K.A, Southard T.E, Comparison of digitized radiographic alveolar features between 20 and 70-year old women : a preliminary study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992 ; 74 : 111-7.
- Taguchi A, Triage screening for osteoporosis in dental clinics using panoramic radiographs, *Oral Dis* 2010 ; 16 : 316-27.
- Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wada T, Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995 ; 80 : 612-6.
- Trouerbach W. Th, Steeb W. H. A, Zwamborn A. W, Schouten H. J. A, A study of the radiographic aluminum equivalent values of the mandible, *Oral Surg* 1984 ; 58 : 610-6.
- Verheij J.G.C, Geraets W.G.M, Van Der Stelt Pf, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, Jacobs R, Marjanovic E.J, Adams J.E, Devlin H, Prediction of osteoposis with dental radiographs and age, *Dentomaxillofacial Radiology* 2009 ; 38 : 431-7.
- Yasar F, Akgunlu F, The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis, *Dentomaxillofac Radiol* 2006 ; 35 : 1-9.

N°

**ANDRIANASOLO (Audrey) - « CONTRIBUTION DES RADIOGRAPHIES DENTAIRES
PANORAMIQUE ET RETRO-ALVEOLAIRE DANS LA DETECTION DE L'OSTÉOPOROSE :
REVUE DE LA LITTERATURE»**

7 ill. ; 5 tab., 2015 - (Thèse: Chir. Dent. ; Clermont-ferrand I ; 2015) - N°

Résumé : L'ostéoporose représente un enjeu de santé publique du fait de l'importance de son incidence, de sa morbidité et du coût engendré. Le diagnostic de l'ostéoporose est validé par la mesure de la densité minérale osseuse obtenue par absorption biphotonique à rayons X. Cependant cet examen n'est pas systématique et le diagnostic est souvent établi de façon tardive, lors de la survenue d'une première fracture. C'est pourquoi il est intéressant de réfléchir à d'autres moyens de détection précoce de cette pathologie, afin de réorienter les patients les plus à risque.

Le chirurgien-dentiste est amené à réaliser fréquemment des radiographies panoramiques et rétro-alvéolaires qui permettent de détecter des anomalies ou des pathologies de l'os mandibulaire. D'où la question : les radiographies dentaires peuvent-elles contribuer à la détection de l'ostéoporose ? Une détection précoce du déclenchement de l'ostéoporose permettrait au patient d'obtenir un traitement médicamenteux ou d'adopter des changements appropriés à son mode de vie.

Cette thèse présente une revue de la littérature sur les capacités de la radiographie rétro-alvéolaire dans le diagnostic précoce de l'ostéoporose. Les études disponibles, bien que prometteuses, sont peu nombreuses et comportent des insuffisances méthodologiques qui ne permettent de conclure sur l'intérêt de la radiographie dentaire dans la détection de l'ostéoporose.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Etude dentaire

MOTS CLES : ostéoporose, diagnostic, radiographie rétroalvéolaire, radiographie panoramique

MOTS CLES ANGLAIS : osteoporosis, diagnosis, periapical radiography, panoramic radiography

JURY :

Président : Mme. Sophie DOMEJEAN, Professeur des Universités

Assesseurs : M. Radhouane DALLEL, Professeur des Universités

Mme. Céline MELIN, Maître de Conférences des Universités

M. Anthony FOURNIER, Assistant

ADRESSE DE L'AUTEUR :

ANDRIANASOLO Audrey

3 rue Lagarlaye

63000 CLERMONT-FERRAND