Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale. Enquête réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France

Mélanie Guyot

▶ **To cite this version:**

Mélanie Guyot. Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale. Enquête réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France. Sciences du Vivant [q-bio]. 2011. hal-01739117

HAL Id: hal-01739117

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01739117

Submitted on 20 Mar 2018

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.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

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

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

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

ACADEMIE DE NANCY – METZ

UNIVERSITE HENRI POINCARE – NANCY 1
FACULTE D'ODONTOLOGIE

Année 2011 N°

THESE

pour le

DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Mélanie GUYOT

Née le 17 septembre 1985 à Luxeuil-les-Bains (70)

CHOIX DU RECEPTEUR EN RADIOLOGIE DENTAIRE INTRA-ORALE. ENQUETE REALISEE AUPRES D'UNE POPULATION DE CHIRURGIENS-DENTISTES DE L'EST DE LA FRANCE

Présentée et soutenue publiquement le
16 mai 2011

Examinateurs de la thèse :

Pr C. STRAZIELLE	Professeur des Universités	Président
Dr P. BRAVETTI	Maître de Conférences	Juge
Dr J.M. MARTRETTE	Maître de Conférences	Juge
Dr V. MOBY	Maître de Conférences	Juge

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

Faculté d'Odontologie

Président : Professeur J.P. FINANCE — *Doyen : Docteur Pierre BRAVETTI*

Vice-Doyens : Pr Pascal AMBROSINI – Dr Jean-Marc MARTRETTE

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr M. VIVIER

Doyen Honoraire : Pr J. VADOT

Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique	Mme	**DROZ Dominique (Desprez)**		Maître de Conférences*
	M.	PREVOST Jacques		Maître de Conférences
	M.	BOCQUEL Julien		Assistant
	Mlle	COSTER Charlotte		Assistante
	Mlle	PHULPIN Bérengère		Assistante
Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale	Mme	**FILLEUL Marie Pierryle**		Professeur des Universités*
	M.	BOLENDER Yves		Maître de Conférences
	Mlle	PY Catherine		Assistante
	M.	EGLOFF Benoît		Assistant
Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale		*Par intérim ARTIS Jean Paul*		Professeur 1er grade
	M.	JANOT Francis		Professeur Contractuel
		Poste transféré en 57-02		Assistant
Sous-section 57-01 Parodontologie	M.	**AMBROSINI Pascal**		Professeur des Universités*
	Mme	BOUTELLIEZ Catherine (Bisson)		Maître de Conférences*
	M.	MILLER Neal		Maître de Conférences
	M.	PENAUD Jacques		Maître de Conférences
	M.	GALLINA Sébastien		Assistant
	M.	JOSEPH David		Assistant
Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique Anesthésiologie et Réanimation	M.	**BRAVETTI Pierre**		Maître de Conférences
	M.	ARTIS Jean-Paul		Professeur 1er grade
	M.	VIENNET Daniel		Maître de Conférences
	M.	WANG Christian		Maître de Conférences*
	M.	BALLY Julien		Assistant (ex 58-01)
	M.	CURIEN Rémi		Assistant
	Mlle	GUILLET Julie		Assistante (ex 56-03)
	Mlle	SOURDOT Alexandra		Assistante
Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)	M.	**WESTPHAL Alain**		Maître de Conférences*
	M.	MARTRETTE Jean-Marc		Maître de Conférences*
	Mlle	ERBRECH Aude		Assistante Associée au 01/10/2007
Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie	M.	**ENGELS-DEUTSCH Marc**		Maître de Conférences
	M.	AMORY Christophe		Maître de Conférences
	M.	MORTIER Eric		Maître de Conférences
	M.	CUNY Pierre		Assistant
	M.	HESS Stephan		Assistant
	Mlle	PECHOUX Sophie		Assistante
Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)	M.	**LOUIS Jean-Paul**		Professeur des Universités*
	M.	ARCHIEN Claude		Maître de Conférences*
	M.	DE MARCH Pascal		Maître de Conférences
	M.	SCHOUVER Jacques		Maître de Conférences
	M.	BARONE Serge		Assistant
	Mlle	BEMER Julie		Assistante
	Mlle	MONDON Hélène		Assistante
	Mlle	RIFFAULT Amélie		Assistante
	M.	SIMON Franck		Assistant
Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie	Mlle	**STRAZIELLE Catherine**		Professeur des Universités*
	M.	RAPIN Christophe (Section 33)		Professeur des Universités
	Mme	MOBY Vanessa (Stutzmann)		Maître de Conférences*
	M.	SALOMON Jean-Pierre		Maître de Conférences
	Mme	JAVELOT Cécile (Jacquelin)		Assistante Associée au 01/01/2009

souligné : ***responsable de la sous-section*** * temps plein

Mis à jour le 01.03.2011

Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que
les opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propres à
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation.

A notre président et directeur de thèse,

Mademoiselle le professeur Catherine STRAZIELLE

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Neurosciences
Professeur des Universités
Responsable de la sous-section : Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger et de présider cette thèse, et d'avoir encouragé le choix de mon sujet.

Pour votre aide à chaque étape de la réalisation de ce travail, votre disponibilité, votre bienveillance, la qualité de votre écoute, veuillez trouvez ici le témoignage de ma profonde reconnaissance et de mes respectueux remerciements.

Veuillez recevoir toute ma considération pour la qualité de votre enseignement et l'humanité qui vous caractérise.

A notre juge,

Monsieur le docteur Pierre BRAVETTI

Docteur en Chirurgie Dentaire
Doyen de la Faculté d'Odontologie de l'Université Henri Poincaré, Nancy-I
Docteur de l'Université René Descartes de Paris V
Maître de Conférences des Universités
Responsable de la sous-section : Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation

Vous avez accepté avec spontanéité et amabilité de participer au jugement de ce travail.
Pour votre dévouement au sein de la faculté, et la qualité de votre enseignement clinique, veuillez trouver ici l'assurance de mon profond respect.

A notre juge,

Monsieur le docteur Jean-Marc MARTRETTE,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Vice Doyen à la pédagogie
Docteur en Sciences Pharmacologiques
Maître de Conférences des Universités
Sous-section : Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie Pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)

Avec la même gentillesse et le même dévouement que ceux que vous nous avez témoignés durant nos études, vous avez naturellement accepté de juger ce travail.

Votre présence et vos compétences nous ont accompagnés tout au long de notre cursus.

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de ma profonde considération.

A notre juge,

Madame le docteur Vanessa MOBY,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Maître de Conférences des Universités
Sous section : Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie

Vous avez eu la gentillesse d'accepter d'être membre de mon jury.
Je vous prie de trouver en ces quelques mots, l'expression de ma profonde gratitude et de mes sentiments les plus respectueux.

A tous les praticiens qui ont pris le temps de répondre à mon questionnaire,

A mes parents, à ma sœur et à ma nièce,

Pour votre soutien et vos encouragements.

Sans vous, rien n'aurait été possible.

Pour vous, tout mon amour pour toujours.

A toute ma famille,

A mes amis,

A tous les bons moments que nous avons passés ensemble et à ceux à venir.

Spéciale dédicace à Ludi (pour toutes ces heures de galère mais surtout… de rigolade !) et au pot de Nutella qui fut notre allié ! ☺

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1 LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE : LE FILM ARGENTIQUE

1-1 Définition

1-1-1 Constitution du film radiographique

1-1-1-1 Le film proprement dit

1-1-1-2 L'emballage

1-1-2 Présentation du film radiographique : les différents formats

1-2 Propriétés

1-2-1 L'absorbance ou densité optique (DO)

1-2-2 Courbe sensitométrique

1-2-3 Le voile de fond

1-2-4 Le facteur de contraste ou gradation

1-2-5 Le contraste d'une radiographie

1-2-6 La définition de l'image

1-2-7 Le rapport Rapidité / Sensibilité

1-3 Le matériel nécessaire

1-3-1 Matériel essentiel à la prise du cliché

1-3-1-1 Un générateur de rayons X

1-3-1-2 Des collimateurs

1-3-1-3 Des angulateurs

1-3-1-4 Des protections plombées : tablier et collier cervical

1-3-2 Matériel essentiel au traitement du film

1-3-2-1 Une chambre noire avec tous ses accessoires

1-3-2-2 Des produits de développement

1-3-2-3 Des pinces à développer

1-3-2-4 Un récupérateur de plomb

1-3-2-5 Un thermomètre et un minuteur

1-3-3 Matériel essentiel à l'observation du cliché

1-3-3-1 Un négatoscope

1-3-3-2 Une loupe

1-3-4 Matériel essentiel à l'identification et au stockage du cliché

1-3-4-1 Des feutres spéciaux

1-3-4-2 Des pochettes de rangement

1-4 Traitement

1-4-1 Traitement manuel

1-4-1-1 Le développement ou la révélation

1-4-1-2 Le rinçage

1-4-1-3 La fixation

1-4-1-4 Le lavage final

1-4-1-5 Le séchage

1-4-1-6 Autre moyen de traitement manuel : le monobain

1-4-2 Traitement automatisé

1-5 Conservation et pérennité

1-6 Coût

2 LA RADIOLOGIE NUMERIQUE : LES CAPTEURS NUMERIQUES

2-1 Définitions

2-1-1 Les capteurs à numérisation directe

2-1-1-1 Les capteurs CCD

2-1-1-2 Les capteurs CMOS

2-1-1-3 Les capteurs CMOS/APS

2-1-2 Les capteurs à numérisation indirecte : les capteurs ERLM

2-2 Propriétés

2-2-1 Résolution

2-2-2 Niveaux de gris

2-2-3 Dynamique d'une image et notion d'histogramme

2-2-4 Fonction de transfert de charge

2-2-5 Rapport signal/bruit

2-3 Matériel nécessaire

2-3-1 Un générateur de rayons X

2-3-2 Un matériel informatique

2-3-3 Le capteur

2-3-4 Des protections pour le capteur

2-3-5 Un tablier et collier de plomb

2-4 Traitement

2-4-1 Principe de numérisation

2-4-1-1 L'échantillonnage

2-4-1-2 La qualification

2-4-2 Traitement de l'image

2-4-2-1 L'amélioration de l'image

2-4-2-2 La restauration de l'image

2-4-2-3 La compression de l'image

2-4-2-4 L'analyse de l'image

2-5 Conservation et pérennité

2-6 Coût

3 COMPARAISON DES DIFFERENTES TECHNIQUES

3-1 Comparaison des caractéristiques techniques

3-1-1 Résolution spatiale

3-1-2 Sensibilité

3-1-3 Champ d'exposition

3-1-4 Rapport Signal/Bruit

3-1-5 Dose d'irradiation

3-2 Comparaison de paramètres subjectifs

3-2-1 Comparaison des systèmes de radiographie rétrocoronaire comme outil diagnostic des lésions carieuses

3-2-2 Comparaison des systèmes de radiographie rétrocoronaire comme outil diagnostic

3-3 Récapitulatif des avantages et inconvénients des différentes techniques

3-3-1 Le film argentique

3-3-1-1 Avantages

3-3-1-2 Inconvénients

3-3-2 Les capteurs numériques

3-3-2-1 Avantages généraux

3-3-2-2 Avantages spécifiques

3-3-2-2-1 Avantages spécifiques des capteurs à numérisation directe : CCD, CMOS et CMOS-APS

3-3-2-2-2 Avantages spécifiques des capteurs à numérisation

indirecte : ERLM

3-3-2-3 Inconvénients généraux

3-3-2-4 Inconvénients spécifiques

3-3-2-4-1 Inconvénients spécifiques des capteurs à numérisation directe : CCD, CMOS et CMOS-APS

3-3-2-4-2 Inconvénients spécifiques des capteurs à numérisation indirecte : ERLM

3-3-3 Tableau récapitulatif

4 ENQUETE

4-1 Matériel et méthode

4-1-1 Population évaluée

4-1-2 Distribution des questionnaires

4-1-2-1 Dépôt des questionnaires dans les cabinets dentaires

4-1-2-2 Participation à des conférences

4-1-3 Questionnaire (voir annexes)

4-1-4 Traitement des réponses

4-2 Résultats de l'enquête

4-3 Discussion

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les rayons X ont été découverts le 8 novembre 1895 par Wilhelm Conrad Roentgen. C'est lors d'une expérimentation sur les rayons cathodiques, réalisée dans la pénombre de son laboratoire, qu'il constate la fluorescence du platino-cyanure de baryum situé à proximité d'un tube de Hittorf-Crookes en fonctionnement. Il nomme ainsi X ce type de rayonnement ayant la capacité de traverser le papier, le bois, le verre, d'impressionner une plaque photographique et d'être arrêté par le métal.

Il effectue, le 22 décembre 1895, la première radiographie médicale à partir de la main de son épouse Bertha et propose ainsi une exploration anatomique, atraumatique, du sujet vivant.

Le premier cliché dentaire est réalisé deux semaines plus tard par Otto Walkhoff après une exposition de 25 minutes.

A compter de cette découverte, la radiologie argentique a révolutionné la pratique quotidienne de l'art dentaire et ce pendant des décennies.

Il a fallu attendre l'année 1982 pour qu'apparaisse une nouvelle technologie : la radiologie numérique. Francis Mouyen, professeur à la faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse, invente et commercialise, par l'intermédiaire de la société Trophy-Radiologie, une nouvelle méthode d'investigation des structures alvéolo-dentaires : la Radio-Visio-Graphie (R.V.G®).

L'ère de l'imagerie numérique en odontologie est née.

Dans notre étude, nous expliquerons les principes des deux techniques, argentique et numérique, et mettrons en évidence leurs intérêts dans l'exercice de notre profession.

Dans un premier temps, nous nous consacrerons à la radiologie conventionnelle et, plus particulièrement, au film argentique.

Nous nous intéresserons, dans un second temps, aux différents capteurs utilisés en radiologie numérique et analyserons pour chacun d'eux leurs caractéristiques.

Ensuite, nous réaliserons une comparaison des récepteurs argentiques et numériques afin de mettre en évidence les avantages et les limites de chacun et de guider ainsi les utilisateurs potentiels vers un choix éclairé et rationnel.

Enfin, nous verrons par le biais de notre enquête, réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France, quelles sont les habitudes des praticiens concernant la radiologie dans leur pratique quotidienne.

1 LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE: LE FILM ARGENTIQUE

1 LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE : LE FILM ARGENTIQUE

1-1 Définition [10, 14, 20, 25, 27, 38, 51, 80, 81]

Le film argentique permet l'enregistrement de l'image obtenue par le passage du rayonnement X au travers d'un objet. Afin d'obtenir des images de qualité, certaines notions fondamentales de physique et de chimie sont nécessaires.

1-1-1 Constitution du film radiographique

Le film radiographique a deux principaux composants : le film proprement dit et l'emballage (Fig.1).

Le film, qui est sensible aux rayons X et à l'exposition lumineuse, enregistre l'image radiographique.

L'emballage permet de contenir le film et de le protéger.

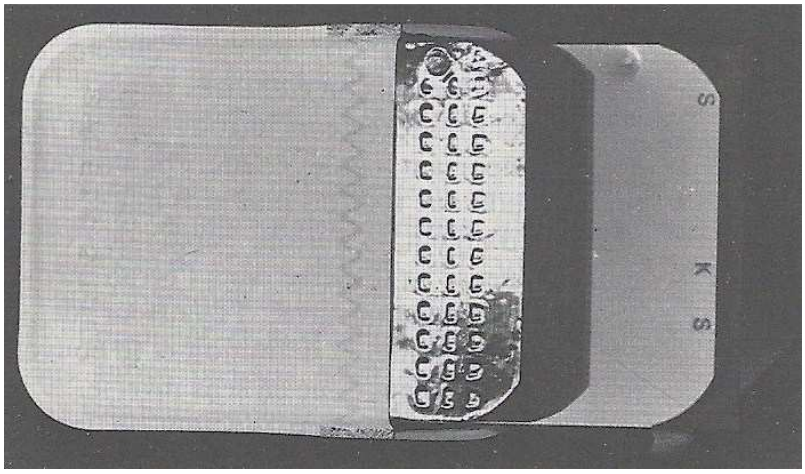

Fig.1 : Constitution d'un film argentique [38]

1-1-1-1 Le film proprement dit

Il est constitué de deux entités distinctes : l'émulsion et son support (Fig.2).

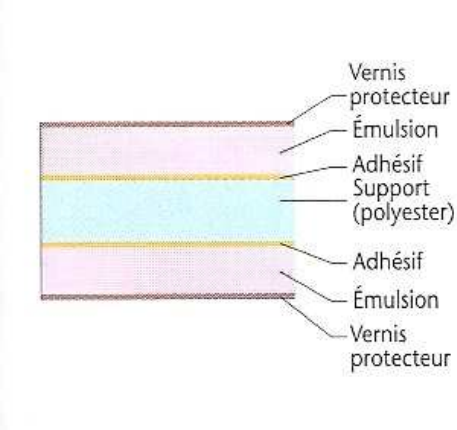

Fig.2 : Coupe d'un film argentique [51]

- Le support de l'émulsion (ou base)

La fonction de la base est de servir de support à l'émulsion.

Elle est soumise à certaines obligations et doit répondre aux caractéristiques suivantes:

-avoir un degré approprié de flexibilité pour permettre le traitement aisé du film,

-résister aux solutions utilisées lors du développement,

-être translucide, neutre et ne pas interférer sur le résultat final de la radiographie.

Elle a donc une épaisseur de 0,18 mm et est faite en polyester (polyéthylène téréphtalate).

Elle est enduite sur ses deux faces d'une fine couche adhésive composée de gélatine et de PVC sur lesquelles est déposée l'émulsion photosensible.

- L'émulsion

L'émulsion radiographique est composée de très petits cristaux ou « grains » de bromure d'argent (AgBr) incorporés à de la gélatine. L'émulsion est protégée par une couche de protection mécanique en gélatine extrêmement mince.

L'utilisation de cristaux d'AgBr lors d'un processus photographique est justifiée par leurs propriétés :

-rendement photolytique élevé pouvant atteindre 90%,

-domaine spectral étendu,

-réduction chimique aisée,

-fixation facile et rapide de l'image,

-stabilité dans le temps.

Auparavant, des cristaux d'AgBr de formes très inégales étaient coulés dans la couche d'émulsion et répartis de façon chaotique (Fig.3a). La technique des émulsions a fait de grands progrès grâce à l'homogénéité de la forme et de la répartition des cristaux d'AgBr (Fig.3b), puis avec l'utilisation de cristaux lamellaires à répartition homogène selon la technique des grains en T (Fig.3c). La reconnaissance des détails et la finesse d'image sont améliorées, le flou du film est réduit.

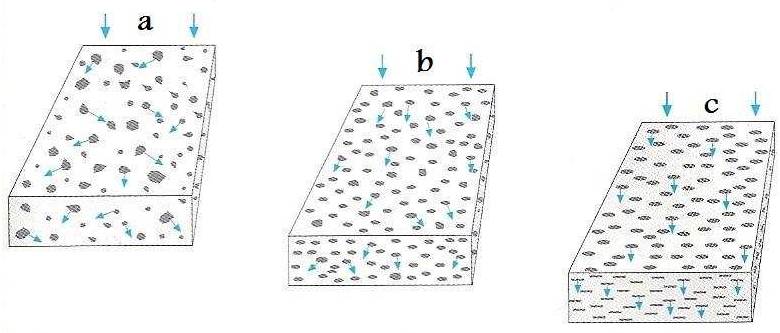

Fig.3 : Coupe de couches d'émulsion [51]

1-1-1-2 L'emballage

L'emballage comporte trois éléments :

-le papier noir (Fig.4D),

-la feuille de plomb (Fig.4B),

-l'enveloppe en plastique (Fig.4A).

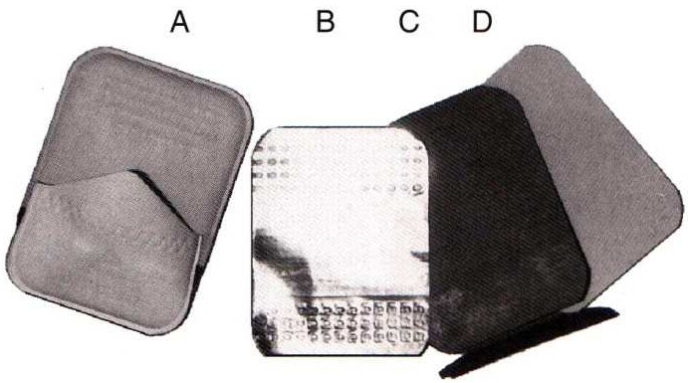

Fig.4 : Composition du film argentique [81]

- Le papier noir

Il entoure le film radiographique et permet de le protéger :

-de l'exposition lumineuse,

-de l'exposition salivaire et/ou sanguine lors de l'effraction de l'enveloppe plastique,

-des dégâts potentiellement réalisables lors du déballage avant le développement.

- La feuille de plomb

Entre le papier noir et la pochette plastique se trouve une feuille de plomb estampée, située en bouche du côté opposé à la source du rayonnement. Cette feuille de plomb a un double rôle :

-elle diminue l'irradiation des tissus situés derrière le film,

-elle protège le film de l'irradiation secondaire diffusée en sens inverse par les structures situées en arrière du film, ce qui supprime le flou qui en résulterait.

Dans le cas où le film a été placé à l'envers, le dessin estampé de la feuille de plomb apparaît sur le film.

- L’enveloppe en plastique

Elle contient tous les éléments cités précédemment, c’est-à-dire :

-le film radiographique,

-le papier noir,

-la feuille de plomb.

Il s’agit d’une pochette thermo-soudée étanche à la lumière et à l’eau, évitant ainsi la contamination du film par la salive et/ou sang du patient.

Les deux faces de l’enveloppe sont différentes, permettant ainsi son positionnement aisé lors de la prise du cliché:

-la face blanche correspond à la face à exposer aux rayons X. Cette face présente aussi un point en relief dans l’un de ses angles nommé bossage (Fig.5). Le film et la feuille de plomb présentent également ce point. Il permet de faciliter le positionnement des films en bouche : il est de règle d’orienter le bossage au niveau de la face occlusale des dents,

-la face bicolore correspond à la face à ne pas exposer aux rayons X.

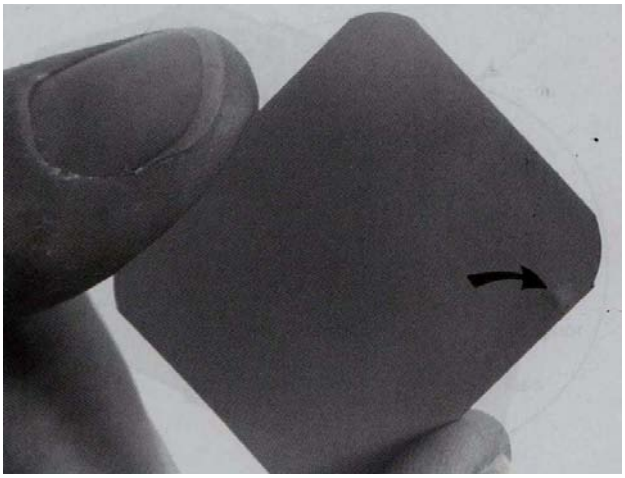

Fig.5 : Position du bossage sur un film argentique [81]

1-1-2 Présentation du film radiographique : les différents formats

Il existe bien entendu des films de différentes dimensions adaptés au secteur à radiographier (antérieur, postérieur, occlusal, etc) ainsi qu'au patient (adulte ou enfant).

Voici les différents formats que l'on peut trouver dans le commerce (Fig.6) :

-Péri-apical:		31x41 mm
-Péri-apical enfant:		22x35 mm
	ou	24x40 mm
-Occlusal:		57x76 mm
-Inter-proximal:		27x54 mm
	ou	31x41 mm

Fig.6 : Différents formats de films radiographiques [81]

1-2 Propriétés [10, 14, 20, 25, 27, 38, 51, 61, 80, 81]

Lors de la description des propriétés du film radiographique, des notions de physique, nombreuses et complexes, sont à prendre en compte.

1-2-1 L'absorbance ou densité optique (DO)

L'absorbance exprime le noircissement du film. Nous pouvons la mesurer avec un densitomètre. Elle dépend du nombre de grains réduits, de l'exposition ainsi que de la qualité du rayonnement et des conditions de développement.

Les densités utilisées en radiographie se trouvent entre 0.25 et 2.

Absorbance (DO) = Log 10 I*o*/I*t*

avec I*o* = intensité lumineuse d'un négatoscope

I*t* = intensité du faisceau lumineux transmis

1-2-2 Courbe sensitométrique

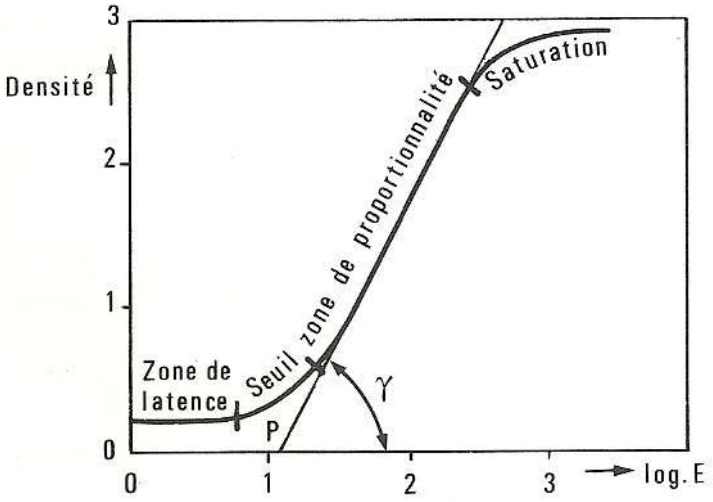

Fig.7 : Courbe caractéristique de noircissement d'un film [38]

La courbe sensitométrique d'un film (Fig.7), également nommée courbe de noircissement, montre la variation de l'absorbance en fonction de l'exposition E exprimée en roentgens sous forme logarithmique (courbe Hurter et Driffield ou courbe H et D).

Cette courbe de forme sigmoïde est caractérisée par ses différentes portions :

-par une zone de latence dans laquelle le rayonnement est trop faible pour produire un effet photographique,

-puis à partir d'un seuil ou « coude », par une partie rectiligne ou zone de proportionnalité qui correspond à la zone utile radiographiquement,

-enfin par une zone de saturation dans laquelle le noircissement n'augmente plus avec l'exposition (zone de surexposition).

1-2-3 Le voile de fond

Un film qui n'a pas été exposé mais que l'on développe n'est jamais parfaitement transparent, il présente une certaine absorbance d'une valeur située entre 0,1 et 0,2 : c'est-ce que l'on nomme « le voile de fond ».

Il augmente dans certaines conditions :

-film trop vieux,

-développement prolongé,

-développement exécuté à trop haute température,

-film voilé par un mauvais éclairage inactinique,

-film conservé dans un endroit mal protégé des rayons X,

et nuit alors à la perception du contraste.

1-2-4 Le facteur de contraste ou gradation

Il se mesure par l'angle formé entre la partie rectiligne de la courbe de noircissement et l'axe des abscisses ; la tangente à la courbe sensitométrique passe au point d'inflexion par une valeur maximum appelée γ ou « gamma du film ». Le γ d'un film radiographique est de l'ordre de 2 à 3. Plus l'angle est grand, plus la différence de noircissement est marquée pour une même différence de quantité de rayonnement. Ceci correspond à la qualité principale d'un film : une gradation élevée permet ainsi de mieux distinguer les détails de structure ayant de faibles différences d'absorption, de mieux traduire le relief du faisceau.

1-2-5 Le contraste d'une radiographie

C'est un terme général qui décrit les gammes de densité sur une radiographie.

Le contraste dépend de trois éléments : le facteur de contraste du film cité précédemment, l'objet (« contraste-objet ») et la tension utilisée.

Lorsqu'un film est exposé, il reçoit des quantités de radiations différentes selon ses régions. Si une radiographie présente toute une gamme de densités différentes entre les zones complètement claires et les zones complètement opaques, on dit que le film est très peu contrasté c'est-à-dire qu'il possède une grande échelle de contraste. Par contre, si une autre radiographie ne nous montre qu'une faible variation de densité entre les noirs et les blancs, on dit qu'il est très contrasté, c'est-à-dire qu'il est à une échelle de contraste courte.

1-2-6 La définition de l'image

Ce terme indique la finesse avec laquelle le film est apte à reproduire les détails. Il dépend de deux entités distinctes : d'une part, de la dimension des cristaux d'émulsion, tout en sachant qu'un grain fin fournit un meilleur détail, mais que le film est plus « lent », moins « sensible » qu'avec un grain de grosse taille ; et d'autre part, des conditions de formation de l'image et du traitement du film.

1-2-7 Le rapport Rapidité / Sensibilité

C'est la capacité d'un film à générer une image radiographique en fonction d'une quantité de rayons X plus ou moins grande. Cela signifie qu'un film sensible ou « rapide » est impressionné par une faible quantité de rayonnement ; la zone de latence est donc courte (voir courbe de noircissement). Au contraire, un film peu sensible est impressionné par une quantité de rayons X plus importante et sa zone de latence est allongée.

Cette sensibilité est fonction de la taille des grains de bromure d'argent, elle est inversement proportionnelle à la taille de ces grains.

Elle répond à une classification croissante de la lettre A à F. Il faut savoir que les films intra-oraux des catégories ISO A et ISO B n'existent plus, et que la catégorie ISO C est interdite dans de nombreux pays. Par conséquent, la classification commence, de nos jours, à partir de la catégorie ISO D.

Groupes de rapidité	Normes de rapidité Temps d'exposition en secondes pour une prémolaire
ISO D	0.50 s
ISO E	0.32 s
ISO F	0.25 s

Les films ISO D sont de moins en moins utilisés.
Les films ISO E et F sont les plus utilisés de nos jours.

L'arrivée des films ISO E (Ektaspeed) a permis de réduire le temps d'exposition de 40% par rapport aux films ISO D (Ultra-rapides). Plus récemment, avec l'apparition des films ISO F (Insight) nous obtenons encore de meilleurs résultats : ils ont permis une diminution de 20% par rapport aux films E soit 50% de temps d'exposition de moins par rapport aux films D.

1-3 Matériel nécessaire [10, 14, 20, 25, 27, 38, 51, 80, 81]

Nous allons détailler, dans ce paragraphe, l'ensemble du matériel nécessaire pour la réalisation du cliché, de sa prise à son stockage. Pour cela, nous allons rédiger une liste complète, de tout le matériel indispensable, que le traitement se fasse de manière manuelle ou automatique puis nous reprendrons un par un chaque élément afin de procéder à sa description.

Voici la liste de l'ensemble du matériel que nécessite la réalisation du cliché argentique :

-Matériel essentiel à la prise du cliché :
- -un générateur de rayons X,
- -des collimateurs,
- -des angulateurs,
- -des films argentiques,
- -des protections plombées : tablier et collier cervical.

-Matériel essentiel au traitement du film :
- -une chambre noire avec tous ses accessoires,
- -des produits de développement,
- -des pinces à développer,
- -un récupérateur de plomb,
- -un thermomètre et un minuteur.

-Matériel essentiel à l'observation du cliché :
- -un négatoscope,
- -une loupe.

-Matériel essentiel à l'identification et au stockage du cliché :

-des feutres spéciaux,

-des pochettes de rangement.

1-3-1 Matériel essentiel à la prise du cliché

1-3-1-1 Un générateur de rayons X (Fig.8)

Fig.8 : Générateur de rayons X [32]

La production de rayonnement implique une source d'électrons libres (la cathode), un système d'accélération de ces électrons et une cible (l'anode) que les électrons viennent bombarder afin d'engendrer ce rayonnement.

Le faisceau de rayons X est produit par un tube à rayons X nommé tube de Coolidge (Fig.9). Ce tube est une enceinte de verre dans laquelle on a fait un vide poussé. Il contient en son sein, d'une part, une cathode ou électrode négative, qui est un filament de tungstène qui permet l'émission des électrons, et d'autre part, une anode ou électrode positive, qui est constituée d'une cible de tungstène située au sein d'un cylindre de cuivre. Celle-ci va être frappée par les électrons pour permettre ainsi la formation des rayons X.

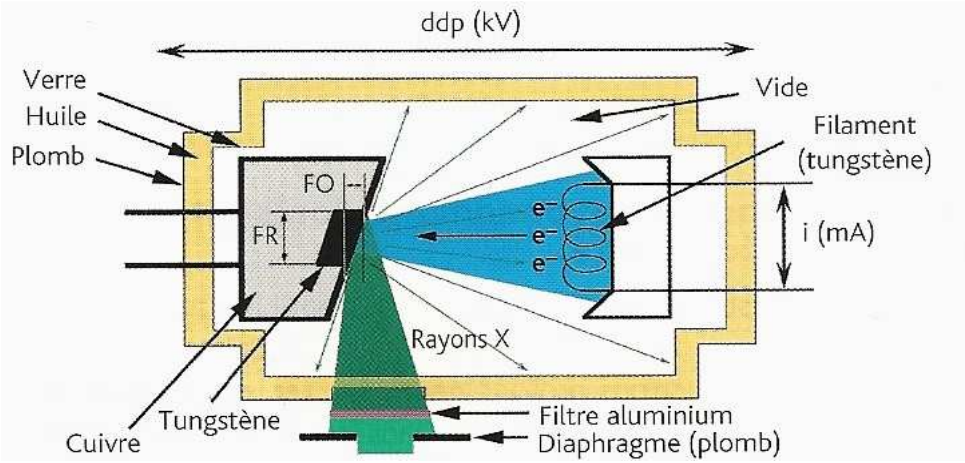

Fig.9 : Tube de Coolidge [10]

1-3-1-2 Des collimateurs (Fig.10)

Fig.10 : Collimateurs [67]

L'objectif des collimateurs est de réduire la largeur du faisceau de rayons X, permettant ainsi de limiter la surface de tissus dans le champ d'irradiation et de diminuer le rayonnement, ce qui améliore la qualité de l'image.

La collimation est assurée par :

-un diaphragme de plomb de 1,5 cm environ situé sur le boîtier du tube,

-un diaphragme additonnel rectangulaire ou circulaire positionné à l'extrémité du cylindre de localisation,

-un bouclier métallique facial associé au porte-film.

1-3-1-3 Des angulateurs

Les angulateurs sont des systèmes de positionnement des films radiographiques. Le praticien ne doit jamais tenir le film en bouche : il doit se protéger des irradiations. Il n'est également pas souhaitable que ce soit le patient qui le maintienne.

Il existe un très grand nombre de systèmes de porte-films permettant d'obtenir l'orientation du tube donc du faisceau de rayons X avec plus ou moins de facilité et de précision. Nous n'allons décrire ici que quelques systèmes, ceux qui sont les plus utilisés dans la pratique quotidienne du chirurgien-dentiste : les angulateurs de Rinn®, les blocs de morsure jetables en polystyrène, le Snap-a-ray®.

- Les angulateurs de Rinn® (Fig.11)

Fig.11 : Les angulateurs de Rinn® [70]

Ces angulateurs sont très précis, ils permettent un bon positionnement du film en bouche ainsi qu'une excellente orientation du tube évitant les déformations radiographiques, de plus leur utilisation est très simple.

Ils sont composés d'un porte-film et d'un anneau qui sont reliés par une tige métallique (Fig.11).

Il en existe de trois types :

-pour le secteur antérieur,

-pour le secteur postérieur,

-pour les bite-wings ou mordus.

• Les blocs de morsure jetables en polystyrène (Fig.12)

Fig.12 : Bloc de morsure [81]

Les films rétro-alvéolaires de tous formats peuvent être placés grâce à ces blocs de morsure. Sa légèreté fait de ce porte-film un système très bien toléré par le patient qui doit être prévenu de mordre doucement sur le bloc d'occlusion.

Par contre, il ne comporte aucun système de visée.

• Le Snap-a-ray® (Fig.13)

Fig.13 : Snap-a-ray® [53]

Il est également communément nommé « pince-croco ». Il est composé de deux mors en matière plastique qui maintiennent le film ; une fois bloqués, ceux-ci servent de bloc de morsure au patient après la mise en place du film en bouche.

Comme pour le précédent, il ne comporte aucun système de visée.

1-3-1-5 Des protections plombées : tablier et collier cervical

Fig.14 : Exemple de protection plombée [59]

Les protections plombées (Fig.14) doivent avoir une épaisseur équivalente à 0,35 mm de plomb au minimum pour les radiographies dentaires.

Les tabliers de plomb servent de protection à la fois au patient et au praticien. Même si le risque est très faible lorsque tous les autres procédés sont parfaitement exécutés, il est préférable de supprimer totalement l'exposition aux gonades et le risque génétique. Bien que l'utilisation n'en soit pas obligatoire, il est souhaitable de déposer un tablier de protection chez les personnes en âge de procréer, et ceci systématiquement chez les enfants et les femmes enceintes.

Le collier cervical protège la glande thyroïde, surtout en téléradiographie chez l'enfant, afin de prévenir le risque de survenue d'un cancer.

Afin de conserver l'intégrité de la couche de plomb, ces protections ne doivent pas être entreposées pliées.

Organes	Aucune protection (µSv)	Tablier + collier thyroïdien (0,25 mm) (µSv)
Thyroïde	3 000	90
Ovaires	10	< 3
Testicules	10	< 3

Bilan TIB : 50 kV, 7 mA ; distance foyer-film : 20 cm

Fig.15 : Influence des protections plombées en radiologie intrabuccale [23]

Dans le tableau ci-dessus (Fig.15), nous pouvons constater que les mesures effectuées aux niveaux thyroïdien, ovarien et testiculaire après réalisation de clichés dentaires avec et sans protections plombées montrent une réelle protection au niveau thyroïdien (diminution d'un facteur 30) mais n'est pas très probante au niveau des organes génitaux (diminution d'un facteur 3). De plus, Wood et al. [83] ont également réalisé une étude similaire en 1991 qui ne montre aucune différence significative entre la présence et l'absence de protections plombées aux niveaux ovarien et testiculaire.

Ces protections sont donc nécessaires au niveau des organes proches de la source d'irradiation (surtout thyroïde) mais concernant les organes éloignés du faisceau primaire (comme les organes génitaux), la protection n'est pas indispensable.

1-3-2 Matériel essentiel au traitement du film [10, 14, 20, 25, 27, 38, 51, 80, 81]

1-3-2-1 Une chambre noire avec tous ses accessoires

La chambre noire permet le traitement du film et l'obtention d'images de qualité. Pour ce faire, elle doit être équipée selon des règles strictes : il faut qu'elle soit étanche à la lumière et de température constante.

Il peut s'agir :

-soit d'une pièce attenante à la salle de soins, dédiée au traitement des films radiographiques,

-soit d'une chambre noire vendue dans le commerce dont les dimensions sont d'environ 445 x 302 x 311 mm (Fig.16),

-soit d'une machine à développement automatique (Fig.17).

Dans le premier cas, elle doit comporter des arrivées d'eau froide et chaude, une alimentation électrique, une ventilation nécessaire à l'élimination des produits toxiques ainsi qu'une température constante se rapprochant au maximum de celle des bains de développement. L'éclairage de la pièce est réalisé à l'aide de deux sources de lumière : une source de lumière blanche (comme par exemple un plafonnier) et une source de lumière inactinique (= se dit d'un rayonnement qui n'a aucune action sur un milieu chimique donné),

située au dessus du plan de travail à environ 1,5 m.

Il faut choisir l'emplacement de la chambre noire de façon judicieuse c'est-à-dire le plus près possible de l'endroit où sont exposés et examinés les clichés : cela permettra au praticien et à l'assistante d'effectuer le trajet le plus court et de perdre le moins de temps possible.

Dans le second cas, le développement se fait dans une boîte qui, dans l'idéal, doit être placée dans une pièce à part et être éclairée par une lumière adéquate. La plupart du temps, cette boîte se trouve dans la salle de soins.

Fig.16 : Boîte à développement manuel [41]

Dans ces deux cas, la chambre noire est constituée de quatre bains, placés de gauche à droite :

-révélateur,
-eau de rinçage,
-fixateur,
-eau de rinçage.

Il existe également la possibilité de réaliser un traitement monobain : un bain unique pour le révélateur et le fixateur.

Dans le dernier cas, le traitement est réalisé grâce à une développeuse automatisée qui fonctionne suivant des procédés différents selon le modèle. Le déroulement des étapes du

traitement à l'aide d'une développeuse automatique diffère en un point du traitement manuel : il n'y a pas de rinçage intermédiaire entre la révélation et la fixation.

Fig.17 : Développeuse automatique [51]

1-3-2-2 Des produits de développement

Différents produits de développement sont disponibles dans le commerce selon le type de traitement à réaliser :

-manuel classique ou monobain,

-semi-automatique,

-automatique.

Après leur utilisation et au moment de leur renouvellement, ces produits toxiques ne doivent pas se retrouver dans le système d'assainissement collectif et doivent être conservés dans des contenants qui seront adressés à un organisme spécialisé dans la récupération de ce type de déchets.

1-3-2-3 Des pinces à développer

Fig.18 : Pinces à développer [71]

Lors du développement manuel, les pinces à développer (Fig.18) sont indispensables aux traitements des films : elles permettent leur manipulation aisée. Elles peuvent se présenter sous différentes formes et dimensions :

-unique,

-multiple,

-courte,

-longue.

1-3-2-4 Un récupérateur de plomb

Au moment du retrait du film de son emballage avant son traitement, la feuille de plomb se trouvant dans la pochette du film ne doit pas être jetée mais conservée dans un container qui sera ensuite adressé à un organisme spécialisé dans la récupération de ce type de déchets.

1-3-2-5 Un thermomètre et un minuteur

Comme nous l'avons vu précédemment, la température des bains doit être constante et ne doit pas subir de grandes variations : la présence d'un thermomètre est donc indispensable afin de vérifier la stabilité de ce facteur.

La durée optimale de développement est indiquée en fonction de la température par le fabricant pour un type de film donné et de produit de révélation donné. Il est donc nécessaire de respecter ces recommandations en utilisant un minuteur afin d'obtenir la meilleure qualité d'image possible.

1-3-3 Matériel essentiel à l'observation du cliché

1-3-3-1 Un négatoscope

Fig.19 : Exemple de négatoscope [84]

Les conditions de lecture jouent un rôle primordial dans les résultats de l'interprétation, celles-ci peuvent aller du simple examen à la lumière du jour devant une fenêtre à l'utilisation de dispositifs très élaborés ; de nos jours, quasiment tous les cabinets dentaires possèdent au moins un négatoscope (Fig.19).

Un négatoscope est un appareil permettant la lecture des clichés par transillumination afin de conserver la définition maximale de l'image obtenue. Ses dimensions sont habituellement de 17 x 38 cm ce qui permet l'examen des panoramiques dentaires et des bilans long cône complets, mais il peut être plus grand, permettant ainsi d'examiner les radiographies crâniennes.

1-3-3-2 Une loupe

L'utilisation d'une loupe est pratiquement toujours indispensable pour obtenir une bonne interprétation du cliché, car grâce à elle, certains détails sont ramenés dans le domaine de la perceptibilité.

1-3-4 Matériel essentiel à l'identification et au stockage du cliché

1-3-4-1 Des feutres spéciaux

Ce sont des feutres spéciaux qui permettent d'écrire aisément et de façon permanente sur les clichés les données obligatoires : le nom et le prénom du patient, la date et la dent radiographiée. Il est important de pouvoir identifier la radiographie car c'est un élément à part entière du dossier médical du patient.

1-3-4-2 Des pochettes de rangement

Fig.20 : Exemple de pochettes à rangements multiples [44]

On retrouve dans le commerce différents types de pochettes (Fig.20) permettant le stockage soit d'une seule radio (pochette unitaire), soit de plusieurs (pochette à rangements multiples).

1-5 Traitement [10, 14, 20, 25, 27, 38, 51, 80, 81]

Après la prise du cliché radiographique, le film doit être manipulé avec précaution afin d'éviter toute altération de la qualité de l'image.

On distingue deux méthodes de traitement, manuel et automatisé.

1-5-1 Traitement manuel

Il s'agit d'une suite d'opérations à réaliser et dont chacune a une importance capitale. En effet, aucune d'elles ne peut être négligée sans entraîner immédiatement ou par la suite des incidences sur la qualité de l'image ou sur la conservation du film radiographique.

Les étapes du traitement sont (Fig.21) :

-le développement ou la révélation,

-le rinçage,

-la fixation,

-le lavage final,

-le séchage.

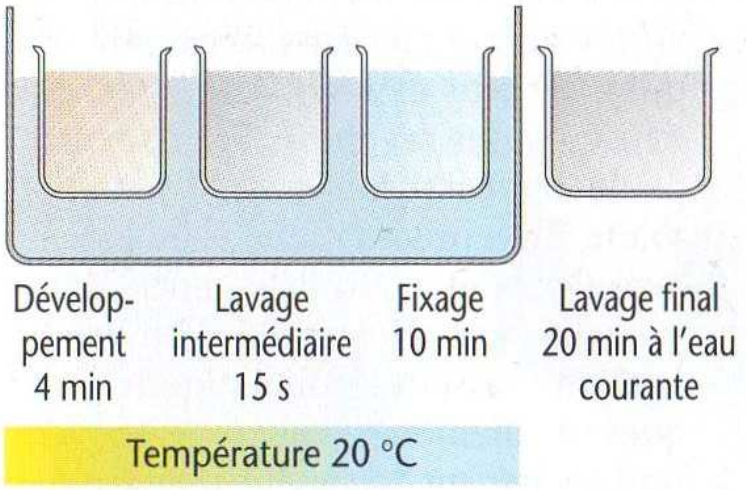

Fig.21 : Développement manuel avec bac [51]

1-5-1-1 Le développement ou révélation

• Définition

Il se définit comme étant un processus physico-chimique. Il s'agit de rendre visible une image latente par la réduction de la totalité des ions Ag+ en atomes Ag.

L'émulsion est baignée un certain temps dans une solution réductrice, aboutissant à la réaction suivante :

$$\text{Réducteur} + Ag^{+} \rightarrow Ag + \text{Réducteur oxydé}$$

A l'issue du développement, les grains de l'émulsion sont soit totalement réduits, soit inchangés.

• Température

La température du bain de révélation doit être constante et ne doit pas subir de grande variation, ses limites se situent entre 18 et 22 °C.

• Durée

Elle dépend de divers facteurs :

-l'état du bain de développement:

-la température,

-le degré de vieillissement,

-l'agitation.

-la nature de l'émulsion,

-le fabricant.

La durée optimale de développement est de cinq minutes à 20°C.

1-5-1-2 Le rinçage

Il s'agit d'un rinçage intermédiaire qui permet d'éliminer toute trace du produit de révélation (basique) et d'arrêter l'effet du révélateur avant le passage à l'étape suivante : cela évite donc de souiller et d'altérer le fixateur (acide).

1-5-1-3 La fixation

Après l'exposition du film aux rayons X, les cristaux de bromure d'argent sont transformés en argent métallique. Les cristaux qui n'ont pas été atteints par un photon ne sont pas modifiés par le révélateur et doivent être éliminés.

L'étape de fixation permet la dissolution du bromure d'argent non sensibilisé afin d'empêcher un noircissement ultérieur et permet également le redurcissement du film ramolli au cours du développement.

Le film peut être lu mouillé au bout de 1 à 2 minutes de trempage mais doit ensuite être replacé dans le bain de fixation pendant une durée totale de 10 minutes à 20°C.

1-5-1-4 Le lavage final

Le lavage se fait à l'eau courante pendant une durée comprise entre 10 et 20 minutes. Cette étape est indispensable : elle permet d'éliminer complètement l'hyposulfite et les complexes d'argents qui imprègnent la gélatine et prévient ainsi la formation d'un voile jaune de sulfure en se décomposant.

1-5-1-5 Le séchage

Le séchage peut se faire à l'air libre ou dans un courant d'air sec tiédi (30 à 40°C) et dépourvu de poussière pendant une durée comprise entre 10 et 30 minutes.

1-5-1-6 Autre moyen de traitement manuel : le monobain (Fig.22)

Fig.22 : Exemple de produit à développement manuel monobain [83]

Cette technique peut s'utiliser avec tous les films disponibles dans le commerce. Elle permet de réaliser dans une même étape la révélation de l'image latente et la fixation de l'image ainsi obtenue. Le principe est simple sachant que seuls les sels d'argents sensibilisés par le rayonnement subissent l'action de révélateur et que les cristaux non sensibilisés sont dissous par le fixateur. La seule difficulté était de faire cohabiter ces deux agents.

Il est important de savoir que ce traitement est moins sensible à la température et que le temps nécessaire est plus court : pour un même film, il faut 8 minutes avec un monobain alors qu'il faut 15 minutes avec un traitement classique.

En revanche, les produits du monobain s'usent plus rapidement et nécessitent un renouvellement régulier.

1-5-2 Traitement automatisé

L'objectif du traitement automatique est de substituer les manipulations par des opérations mécanisées. Le film est entraîné successivement dans le révélateur (Fig.23a), le fixateur (Fig.23b) et le bain de lavage (Fig.23c), puis séché ; le rinçage intermédiaire est en principe supprimé. L'entraînement se fait par des rouleaux ou des supports impliquant des systèmes d'engrenages et de chaînes. Tous les éléments sont démontables facilitant leurs nettoyage, réparation et changement.

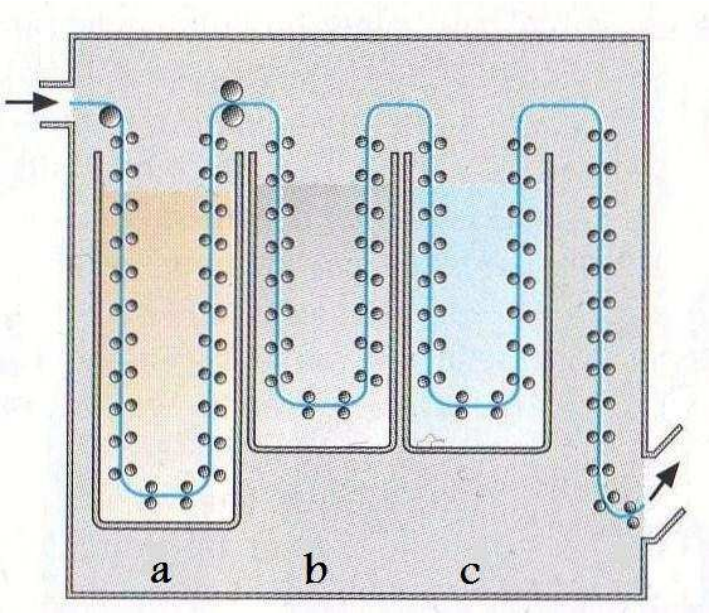

Fig.23 : Principe de développement automatique [51]

Cette technique possède des avantages :

-la durée du traitement pour obtenir un film totalement sec, prêt à être archivé, est raccourcie (environ 4 à 6 minutes contre 25 à 35 minutes pour le traitement manuel),

-plusieurs films peuvent être traités en même temps,

-un gain de temps pour l'opérateur : il n'a pas besoin d'être présent pendant toute la durée du traitement,

-les facteurs intervenant dans le traitement (température, durée…) sont contrôlés automatiquement par la machine.

En revanche, on peut retenir quelques inconvénients :

-des films spéciaux doivent être utilisés (produits hautement concentrés empêchant l'utilisation de film classique),

-il n'existe aucun moyen de modifier les différentes étapes au cas où le film est sous- ou sur-exposé,

-le développement automatisé entraîne un investissement et un coût de fonctionnement et de maintenance beaucoup plus important.

La qualité des films obtenus par traitement automatisé ainsi que leur conservation sont identiques à celles obtenues par traitement manuel.

1-6 Conservation et pérennité

Après le développement du film, il doit être annoté de façon précise. Il doit comporter le nom du patient, son prénom, la date de réalisation du cliché ainsi que le numéro de la dent radiographiée. Cette démarche administrative permet l'identification et l'archivage aisés des radiographies dans le dossier médical du patient.

Le film radiographique doit être rangé en respectant certaines règles afin de conserver toutes ses qualités : si ces règles de conservation et de stockage ne sont pas respectées alors cela peut entraîner un vieillissement prématuré du film.

Les conditions de conservation sont :

-le rangement : film rangé dans une pochette dans le dossier et non « en vrac » au fond d'un tiroir,

-la température doit être ambiante : ils s'altèrent à des températures trop basses ou trop élevées,

-la distance d'une zone de rayonnement,

-l'abri de l'humidité,

-le respect de la date de péremption.

Les films radiographiques ainsi que les produits de traitement disponibles dans le commerce répondent à des normes de qualité afin que, lorsque les règles d'utilisation évoquées par les fabricants sont bien respectées, nous puissions plusieurs années après la

réalisation du cliché le présenter avec une bonne lisibilité.

1-6 Coût [1, 2]

Dans un premier temps, il faut prévoir les gros achats comme le générateur de rayons X et la chambre noire, à amortir.

Une fois ces achats réalisés, il faudra, dans un second temps, veiller à ne pas être en rupture de stock en films, produits de développement et pochettes de rangement.

La cotation en Z d'un examen radiographique est globale.

La cotation du premier cliché d'un examen radiographique intra-buccal rétro-alvéolaire, par dent ou groupe de trois dents contigües, au cours d'une même séance de diagnostic ou de traitement est Z4 (5,32 €). Il est possible de coter trois radiographies de la même dent ou groupe de trois dents contiguës dans la même séance, correspondant ainsi à la cotation d'un Z6 (Z4+Z1+Z1) soit 7,98 €.

2 LA RADIOLOGIE NUMERIQUE: LES CAPTEURS NUMERIQUES

2 LA RADIOLOGIE NUMERIQUE : LES CAPTEURS NUMERIQUES

2-1 Définition

La radiologie numérique, à la différence de la radiologie argentique, utilise un procédé physique et non chimique pour l'obtention du cliché.

Elle permet la visualisation de l'image radiographique sur un ordinateur par l'intermédiaire du capteur : l'imagerie numérique a pour origine le traitement informatique des données du récepteur.

Il existe deux technologies de capteur numérique :

-les capteurs à numérisation directe (capteurs CCD, CMOS et CMOS/APS),

-les capteurs à numérisation indirecte ou « à mémoire » (capteurs ERLM).

2-1-1 Les capteurs à numérisation directe [4, 20, 25, 51, 56, 58, 61, 64, 80]

Ils permettent la transformation directe des photons en signaux électriques qui sont eux-mêmes transformés en image.

2-1-1-1 Les capteurs CCD (Charge Coupled Device)

Fig.24 : Capteurs CCD de différents formats [59]

Le capteur CCD (Fig.25) se présente sous la forme d'un petit boîtier contenant trois éléments distincts :

-un scintillateur,

-une plaque de fibres optiques,

-un dispositif à transfert de charge (D.T.C).

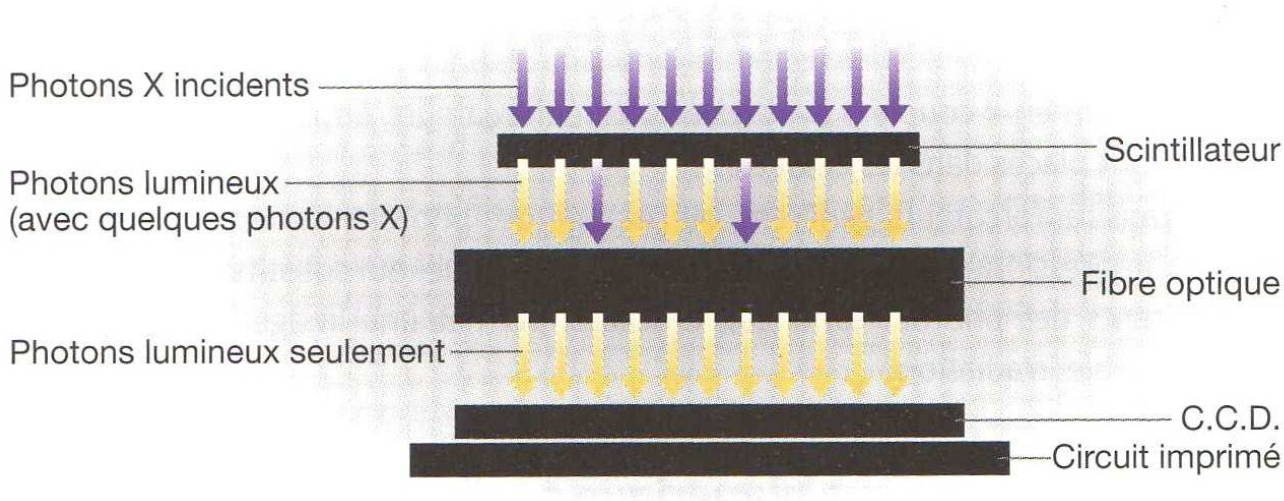

Fig.25 : Composition d'un capteur CCD (document Trophy) [13]

Il est généralement relié au reste de l'appareillage par un câble. Désormais, il existe des capteurs sans fil (« wireless »), les rendant plus pratiques.

Il existe des capteurs de différents formats (Fig.24).

• Le boîtier

L'enveloppe est constituée d'une résine polyuréthane de couleur noire afin d'être la plus opaque possible à la lumière. Son opacité permet le passage sélectif des rayons : ainsi, elle laisse pénétrer les rayons X mais arrête les rayons lumineux susceptibles de perturber la réception des rayons X par le scintillateur.

Il a également pour but :

-l'isolation thermique : évite l'échauffement des composants électroniques du capteur

-l'isolation mécanique : préserve les composants des chocs,

-l'isolation électrique.

Le boîtier n'est pas stérilisable, il est donc nécessaire d'utiliser des protections (en plastique ou en latex) afin de le préserver. Néanmois, les nouveaux capteurs répondent à la norme d'imperméabilité IPX permettant une décontamination à froid par immersion.

- Le scintillateur

Le rôle du scintillateur va être de transformer l'image radiante en image phosphorescente. Sous l'effet du rayonnement X, les atomes du scintillateur sont excités et leurs structures électroniques se réorganisent : aussitôt, les électrons se trouvent sur des niveaux d'énergie différents. Ces électrons instables se réorganisent afin de retrouver leur stabilité ce qui aboutit à la libération de photons : c'est ainsi que l'on obtient la formation de lumière nommée « image phosphorescente ».

- La plaque de fibres optiques

Cette plaque contient des millions de fibres optiques. Ses 4 rôles principaux sont :

-de prendre en charge les photons émis par le scintillateur et de les mener au dispositif à transfert de charge (DTC),

-de préserver le DTC des rayons X,

-d'éviter les dispersions photoniques qui désorganiseraient l'image radiographique,

-de servir d'adaptateur dimensionnel entre la dent et le DTC, qui est de plus petite dimension.

- Le dispositif à transfert de charge (DTC)

Le rôle du DTC ou CCD (Charge Coupled Device) est de transformer l'image photonique, véhiculée par la plaque de fibres optiques, en signal électrique.

Il est composé d'une plaque de silicium (cible photoconductrice) et d'électrodes disposées en trame et définissant un grand nombre de points ou pixels (+ de 200 000) où se formeront les charges électriques, proportionnelles à l'éclairement de la cible (intégration) qui seront analysées ligne par ligne et colonne par colonne par les électrodes (lecture). Elles seront ensuite transférées vers des registres de sortie, réalisant une analyse dynamique point

par point de l'information. Le signal électrique acheminé par le câble est numérisé, l'image étant disponible en temps réel sur la console de visualisation.

2-1-1-2 Les capteurs CMOS (Complementary metal-oxyd silicon)

Les capteurs CMOS sont quasiment identiques aux capteurs CCD. La grande différence vient du fait qu'ils ne possèdent pas de transfert de charge, ce qui a pour but d'augmenter leur fiabilité et leur durée de vie.

Leur production est réalisée sur des chaînes semblables à celles utilisées pour d'autres puces peu onéreuses (technologie des microprocesseurs et des mémoires) : par conséquent, ils sont vraiment moins chers que les capteurs CCD.

Ils profitent des progrès réguliers de la technologie pour la finesse de gravure permettant ainsi la réalisation de matrice de plus grande taille. Le nombre de pixels est donc plus important : la qualité de l'image radiographique obtenue est améliorée.

La technologie CMOS permet d'intégrer une électronique mixte de séquençage et de traitement (numérisation) sur la même puce que le capteur lui-même.

Ces capteurs, comme les capteurs CCD, sont disponibles avec ou sans câble (« wireless »).

2-1-1-3 Les capteurs CMOS-APS (Active Pixel Sensor)

Ces capteurs présentent de nombreuses caractéristiques communes avec les capteurs CCD et CMOS.

Ils sont dits « à pixel actif » : le principe de l'APS est de combiner au détecteur photosensible, dans chaque pixel, plusieurs transitors actifs pour sélectionner, amplifier et orienter le signal résultant des charges photo-électroniques acquises. Grâce à ce principe, les nombreux transferts de pixel en pixel vers la sortie des CCD, à l'origine de certaines limitations, ne sont plus nécessaires.

Les capteurs APS utilisent la technologie CMOS qui présente l'avantage de la grande diffusion et donc du faible coût.

2-1-2 Les capteurs à numérisation indirecte : les capteurs ERLM [11, 20, 26, 58, 68]

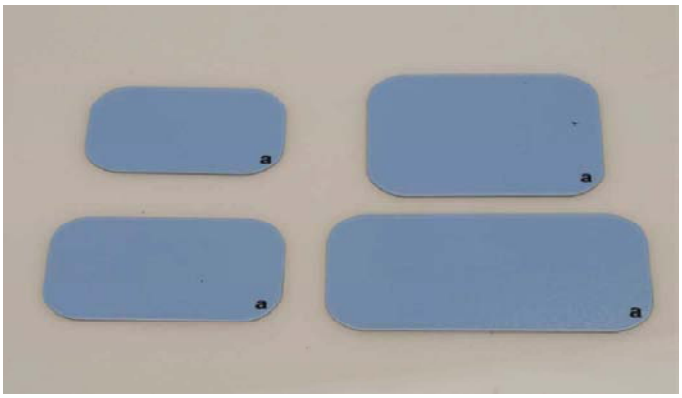

Fig.26 : Exemple de capteurs ERLM de différents formats [59]

Les capteurs ERLM (écran radioluminescent à mémoire) ou PSP (phosphor storage plates) ont été mis au point dans les années 1970 par Fuji.

Ces capteurs ont les mêmes dimensions que le film rétro-alvéolaire classique (mais sont moins souples), et s'utilisent de la même manière : ils sont donc sans câble et existent dans différents formats (Fig.26).

Ils sont constitués d'un support recouvert d'une couche photosensible et d'un couche protectrice (Fig.27). La couche photosensible est composée de fluorihalide de baryum activé (ou dopé) avec de l'europium bivalent (BaFBr : Eu2+).

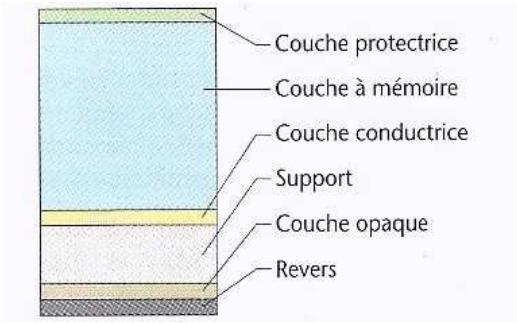

Fig.27 : Coupe schématique d'une plaque à mémoire [51]

Ces écrans ont la capacité de conserver l'énergie photonique accumulée pendant l'irradiation ce qui explique la dénommination « d'écrans à mémoire ». Cette énergie, stockée

dans les cristaux de phosphore, constitue une image latente.

L'image latente contenu dans le capteur est développée dans un scanner (Fig.28) qui balaye la surface totale de l'écran avec un faisceau laser permettant ainsi l'excitation des électrons et la production d'une émission photonique bleue. Ces photons sont collectés et amplifiés à l'aide d'un photo-multiplicateur afin d'être convertis en signaux électriques analogiques avant d'être numérisés dans un ordinateur.

Fig.28 : Scanner à capteur ERLM [3]

Cette opération dure de 7 à 90 secondes en fonction de la taille du capteur, la résolution de lecture, l'ancienneté du lecteur et le fabricant.

Après la numérisation de l'image, la plaque est régénérée par exposition à la lumière intense, grâce à une puissante source halogène, ce qui permet aux électrons excités de reprendre leur état initial.

Chaque plaque peut être utilisée pour des milliers de clichés, jusqu'à ce que l'usure mécanique la rende inutilisable.

2-2 Propriétés [19, 51, 58, 80, 81]

2-2-1 Résolution (Fig.29)

La résolution d'une image est un rapport entre le nombre de pixels composant l'image et les dimensions de celle-ci : elle se définit donc comme le degré de détail représenté sur l'image.

Elle s'exprime en dpi (dot per inch) ou en ppi (pixels per inch) c'est-à-dire en pixels par pouce (1 pouce = 25,4mm). Par conséquent, plus la résolution est grande, plus l'image est détaillée.

L'image est donc constituée par un ensemble de points nommés pixels (abréviation de « picture element »). Le pixel représente ainsi le plus petit élément d'une image numérique. L'ensemble de ces pixels est contenu dans un tableau à deux dimensions nommée matrice constituant l'image. Cette matrice s'exprime sous la forme : (nombre de pixels en largeur) x (nombre de pixels en longueur).

Ainsi une image de format 3x4cm correspondant au format standard d'un cliché radiographique argentique, avec des pixels carrés de 50 µm de côté (480 000 pixels), aura une matrice de 600 x 800.

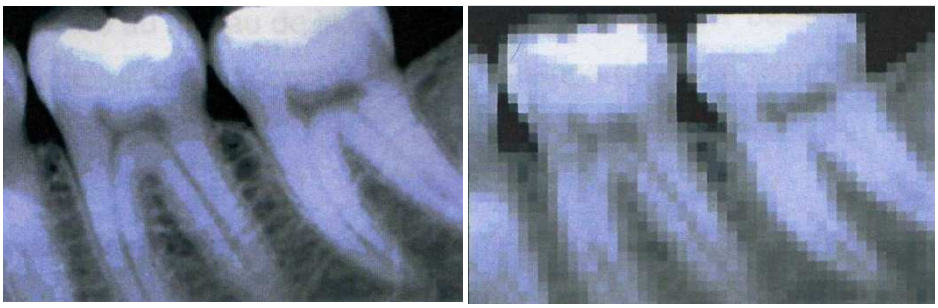

Fig.29 : Radiographies avec une résolution de 300 dpi (à gauche) et de 30 dpi (à droite) [58]

La résolution est étroitement liée à la fréquence spatiale exprimée en nombre de paires de lignes par millimètre (pl/mm). D'une manière générale, les capteurs numériques identifient entre 10 et 16 pl/mm, ce qui reste inférieur par rapport aux films argentiques qui discernent plus de 16 pl/mm.

2-2-2 Niveaux de gris

La gamme de gris (Fig.30) disponible est déterminée par la capacité de mémoire ou de numérisation.

En numérisant un signal avec une capacité de 8 Bit (binary digit), chaque pixel dispose de 2^8 nuances de gris (soit 256). De la même manière, la numérisation avec une capacité de 2^{10} permet une gamme de 1 024 niveaux de gris.

L'œil humain ne peut distinguer simultanément qu'environ une vingtaine de tonalités de gris de sorte qu'une échelle de gris restreinte se remarque à peine à un examen superficiel

mais est préjudiciable pour l'utilisation diagnostique.

En odontologie, nous travaillons, la plupart du temps, avec une gamme de gris de 256 niveaux : le noir a une valeur de 0 (intensité lumineuse nulle) et le blanc 255 (intensité lumineuse maximale).

Fig.30 : Echelle des niveaux de gris [57]

2-2-3 Dynamique d'une image et notion d'histogramme

La dynamique d'une image équivaut à l'écart entre la teinte la plus foncée et la teinte la plus claire de l'image. Plus la dynamique tend à être importante, plus le nombre de teintes que l'image est susceptible de contenir est élevée. Cependant, la dynamique ne dépend pas directement du nombre de teintes représentées.

Afin de visualiser la dynamique de l'image, on utilise un histogramme de distribution des niveaux de gris. Un histogramme est un graphique statistique permettant de représenter la distribution des intensités des pixels d'une image, c'est-à-dire le nombre de pixels pour chaque intensité lumineuse. On retrouve, par convention, sur chaque histogramme :

-en ordonné : le nombre de pixels,

-en abscisse : le niveau d'intensité, allant du plus foncé (à gauche) au plus clair (à droite), il y aura donc 256 valeurs en abscisse.

Ces histogrammes nous renseignent sur le contraste et la luminosité de l'image : ils sont des compléments précieux de l'analyse et du traitement de l'image.

Ils sont disponibles dans tous les logiciels destinés au cabinet dentaire.

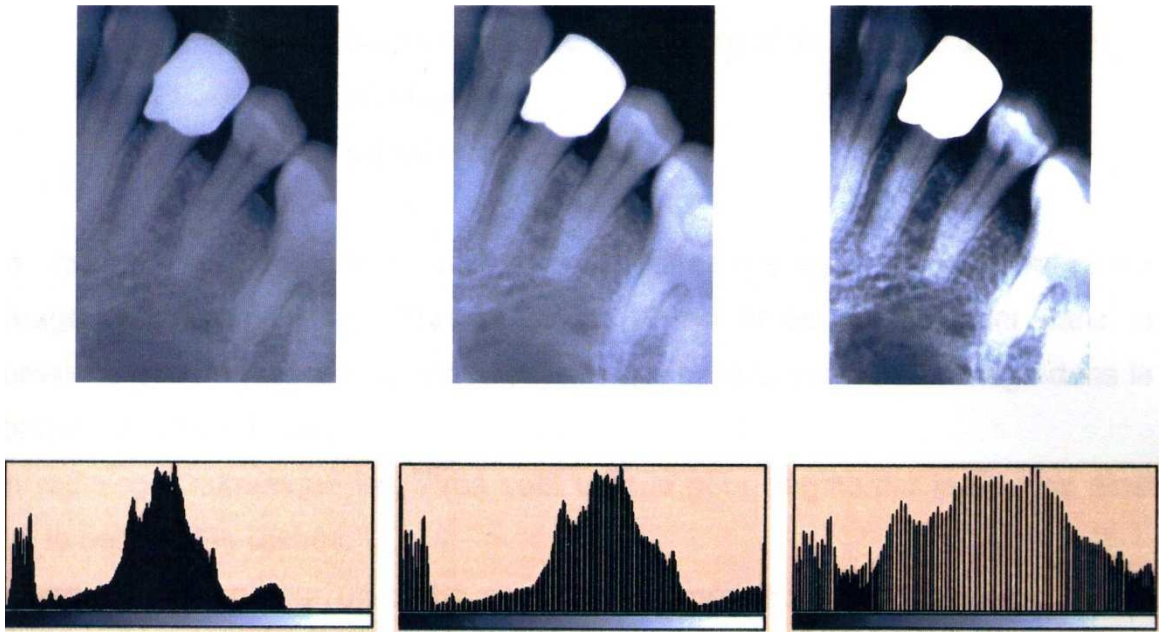

Fig.31 : Radiographies numériques après différents traitements d'augmentation du contraste et histogrammes correspondants [58]

A gauche, l'image originale.

Au centre, le résultat après étirement d'histogramme.

A droite, l'image après égalisation de l'histogramme.

2-2-4 Fonction de transfert de charge

La fonction de transfert de modulation, FTM en français ou MTF en anglais, est un test qui permet de relier la variation de contraste de l'image à la fréquence spatiale de l'objet (définie par un nombre de paires de lignes par millimètre). Elle rend compte des possibilités de visualiser un contraste donné de l'image.

Ce test repose sur l'observation d'une mire, dans laquelle sont incrustées des séries de lignes métalliques standardisées, de plus en plus fines et resserrées, engendrant une alternance de lignes blanches et de lignes noires.

La FTM est une fonction décroissante comprise entre 1 et 0 :

-proche de 1 pour des fréquences spatiales très faibles,

-proche de 0 pour des fréquences élevées.

2-2-5 Rapport Signal/Bruit (SNR=Signal Noise Ratio) [16, 40]

Le « bruit » est un signal parasite dû au fonctionnement électronique du capteur. Sa représentation, sur le cliché, est sous la forme de taches fines et nettes, masquant les détails les plus fins de l'image radiographique. Le rapport Signal/Bruit permet donc de connaître l'importance du bruit (de l'électronique, photonique), dans l'image recueillie par le capteur.

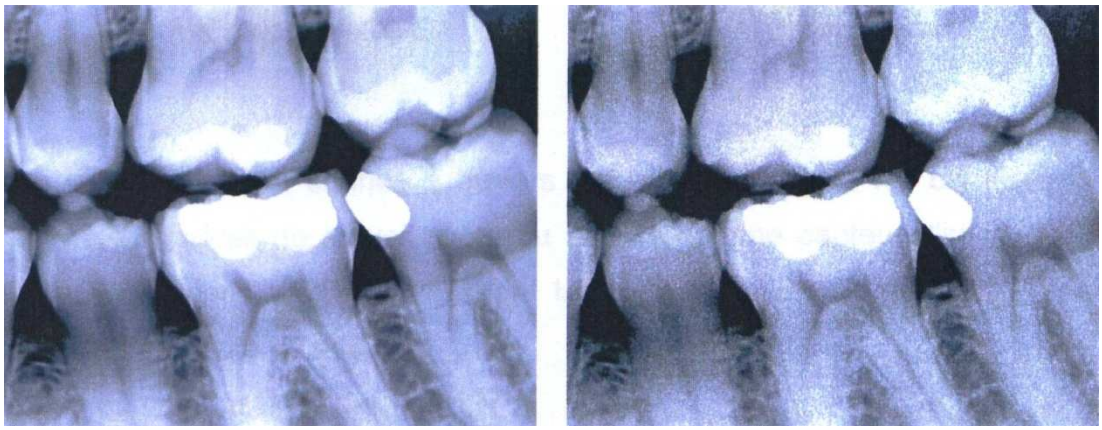

Fig.32 : Mise en évidence du bruit sur une image numérique : sur l'image de droite, le bruit se traduit par la présence de petites tâches réparties de manière aléatoire [58]

Le bruit est donc une information non désirable, tandis que le signal représente l'information utile, c'est-à-dire la valeur numérique de la mesure d'absorption. Dans les conditions de temps d'exposition très courts, caractéristiques des capteurs numériques, ce rapport SNR est l'un des paramètres les plus importants. L'affichage à l'écran des images, à des tailles nettement supérieures à celles du film, rend en effet le bruit encore plus visible.

Une image sans bruit présente des niveaux de gris très voisins autour d'une valeur moyenne alors qu'une image très bruitée présente des niveaux de gris très dispersés autour d'une valeur moyenne. Cette dispersion peut être chiffrée par l'écart type de la distribution des niveaux de gris autour d'une moyenne.

Le rapport SNR est ainsi défini par une formule d'après Dainty et Shaw [18], et le résultat est donné en décibels :

- SNR=20 log (signal/bruit),
- ou, SNR=20 log (niveau de gris moyen) / écart type.

Plus ce rapport sera élevé, meilleure sera l'information contenue dans l'image, et

moins le système sera bruité.

2-3 Le matériel nécessaire

Nous allons détailler, dans ce paragraphe, l'ensemble du matériel nécessaire pour la réalisation du cliché de sa prise à son stockage. Pour cela, nous allons rédiger une liste complète, de tout le matériel indispensable, puis nous reprendrons un par un chaque élément afin de procéder à sa description.

Voici la liste de l'ensemble du matériel que nécessite la réalisation d'une radiographie numérique :

-un générateur de rayons X,
-un matériel informatique,
-le capteur,
-des protections pour le capteur,
-des angulateurs,
-un tablier et collier de plomb.

2-3-1 Un générateur de rayons X [23, 61]

Le générateur de rayons X utilisé pour la réalisation de clichés numériques est le même que celui pour faire des clichés argentiques, seuls certains réglages changent. En effet, une radiographie numérique demande une dose de rayons émis moins importante que pour une radiographie argentique.

En général, les générateurs disposent d'une tension réglable mais de façon limitée : seulement deux options sont disponibles, 60 et 70 kV. Il serait souhaitable que des modifications soient faites lors de leurs fabrications : la mise en place de variateur de tension dont l'échelle pourrait s'étendre de 60 à 90 kV aurait un véritable intérêt en radioprotection. Lorsque nous augmentons la tension, nous obtenons une réduction du temps d'exposition : cela permet ainsi d'avoir une limitation de la dose à l'entrée pour une dose identique au récepteur. Rappelons tout de même que les capteurs à numérisation directe (CCD/CMOS) sont contraints à une tension comprise entre 60 et 70 kV mais qu'il n'existe pas de restriction concernant les capteurs ERLM.

Il est également possible de régler l'intensité du courant de filament (mA) : il existe deux alternatives dans le choix de l'intensité, soit l'option argentique (7 ou 8 mA), soit l'option numérique (4 mA).

2-3-2 Un matériel informatique

L'utilisation de la radiologie numérique nécessite obligatoirement l'informatisation du cabinet dentaire (Fig.33). Pour ce faire, le praticien doit s'équiper d'un matériel informatique traditionnel (ordinateur, imprimante, systèmes de sauvegarde) ainsi que d'un logiciel adapté au système de radiologie numérique utilisé.

Fig.33 : Exemple de matériel informatique [24]

2-3-3 Le capteur

Fig.34 : Capteurs numériques de différents types [21]

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe différents types de capteurs (Fig.34) : ERLM, CCD, CMOS et CMOS/APS (voir chapitre 2-1).

2-3-4 Des protections pour le capteur

Fig.35 : Exemple de protection plastique pour capteur filaire [43]

Il s'agit soit de protections (Fig.35) en plastique soit de doigtiers en latex à usage unique. Elles permettent d'isoler le capteur du milieu buccal riche en bactéries et d'éviter ainsi les transmissions croisées.

2-3-5 Des angulateurs

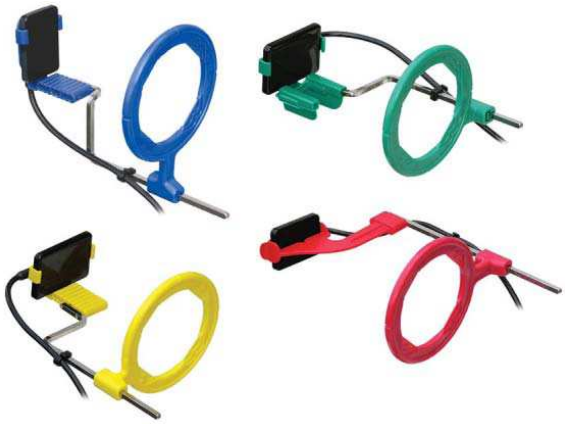

Fig.36 : Angulateurs pour capteur numérique [59]

L'angulateur (Fig.36) doit être parfaitement adapté au type de capteur utilisé afin de garantir la qualité optimale du cliché.

2-3-6 Le tablier et collier de plomb

Ils sont indispensables à la protection du patient (en particulier chez l'enfant et la femme enceinte), bien que la dose de rayons X délivrée soit nettement inférieure à celle délivrée pour la radiologie conventionnelle.

2-4 Traitement [9, 13, 15, 16, 20, 51, 58]

2-4-1 Principe de numérisation

La numérisation se définit comme l'action d'exprimer une information analogique sous forme numérique. Elle permet la conversion du signal électrique continu issu du capteur en une série de valeurs intermédiaires assimilables par un système informatique. Ce processus de numérisation se fait par un convertisseur analogique-numérique (CAN) ou Analog to Digital Converter (ADC).

La numérisation du signal est réalisée en 2 étapes : l'échantillonnage et la quantification.

2-4-1-1 L'échantillonnage

Le CAN permet l'échantillonnage du signal analogique entrant à de très courts intervalles de temps. Le signal sortant sera un signal numérique discret, dans lequel seules des valeurs entières sont possibles.

La fréquence d'échantillonnage est la fréquence à laquelle le signal analogique est réceptionné puis converti en valeur numérique. Cette grandeur s'exprime en Hertz (Hz) et définit le nombre de fois par seconde où le CAN va procéder à la conversion du signal entrant.

2-4-1-2 La quantification

La quantification est l'opération consistant à substituer la valeur exacte du signal par une valeur générée par le codeur numérique, qui se rapproche le plus de la valeur première. On remplace ainsi à une infinité de valeurs du signal analogique un nombre fini d'informations.

Le CAN change donc la valeur analogique de chaque point de l'image en un nombre codé sous forme binaire. Par la suite, ce codage sous forme binaire va être stocké dans la mémoire vive de l'ordinateur et éventuellement dans les mémoires de masse (sauvegarde).

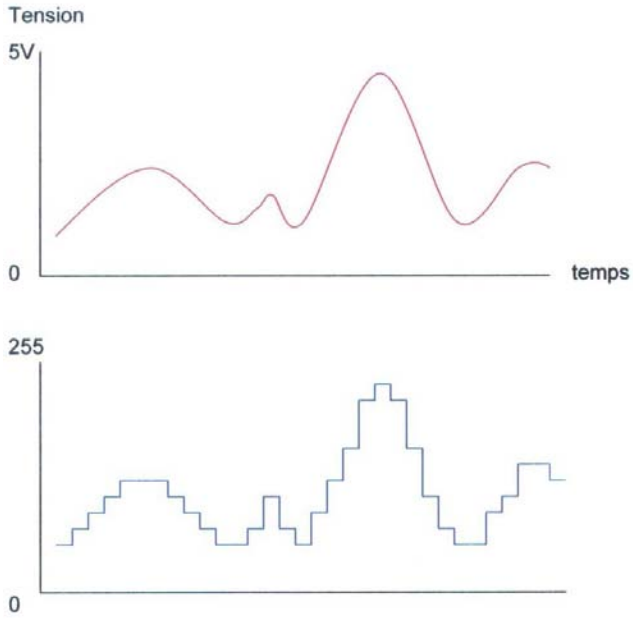

Fig.37 : Conversion d'un signal analogique en données numériques : le signal analogique (en haut) est échantillonné à intervalles réguliers. La représentation du signal après numérisation (en bas) montre que seules des valeurs discrètes sont possibles [58]

2-4-2 Traitement de l'image

Le traitement et l'analyse des informations se font, grâce à des logiciels adaptés, à partir des données numériques stockées dans l'ordinateur (série de chiffres). Par des opérations de calcul dans cette série de chiffres, on peut reconstruire d'autres images afin de rehausser ou quantifier certaines parties de l'image au détriment d'autres. Néanmoins, aucun traitement d'image ne peut fournir plus d'informations que celles disponibles dans l'image initiale. Il est donc nécessaire de conserver cette dernière, d'autant plus que l'image originale est la seule valable sur le plan médico-légal.

Il est essentiel pour le praticien de s'assurer, avant tout achat, de la compatibilité du logiciel d'imagerie numérique avec le logiciel de gestion des patients.

Le traitement de l'image peut se subdiviser en 4 parties :

2-4-2-1 L'amélioration de l'image

Ce terme implique, qu'à partir de l'image de départ, le résultat du traitement fournira une version plus exploitable, tout en sachant que c'est la phase de diagnostic qui définit les critères spécifiques qui permettent d'en évaluer le bénéfice potentiel.

Nous avons à notre disposition différentes fonctions :

-modification de la luminosité (Fig.38),

Fig.38 : Réglage de luminosité : au centre se trouve l'image de départ, à gauche la luminosité est diminuée, à droite elle est augmentée [58]

-modification du contraste (Fig.39 et 40),

Fig.39 : Modification du contraste : l'image originale est au centre, à gauche le niveau de contraste est diminué, à droite le niveau de contraste est augmenté [58]

Fig.40 : Rehaussement du contraste et égalisation [58]

A droite, l'image originale, au centre, rehaussement du contraste, à gauche, égalisation de l'histogramme.

-filtrage (Fig.41),

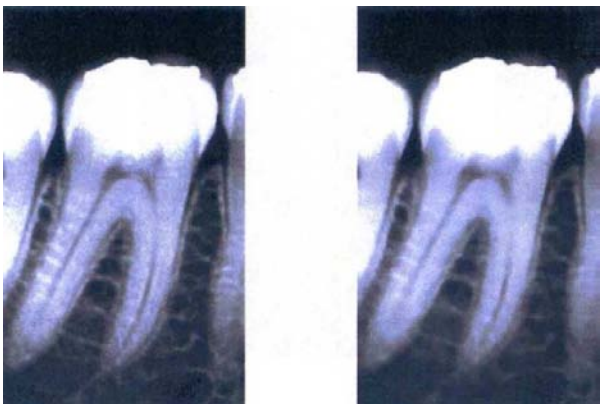

Fig.41 : Exemple de filtrage : à gauche l'image de départ, à droite le même cliché après application de deux filtres successifs (médian et gaussien) [58]

-opérations sur les couleurs (pseudo-couleur, soustraction numérique, négatif) (Fig.42, 43 et 44)

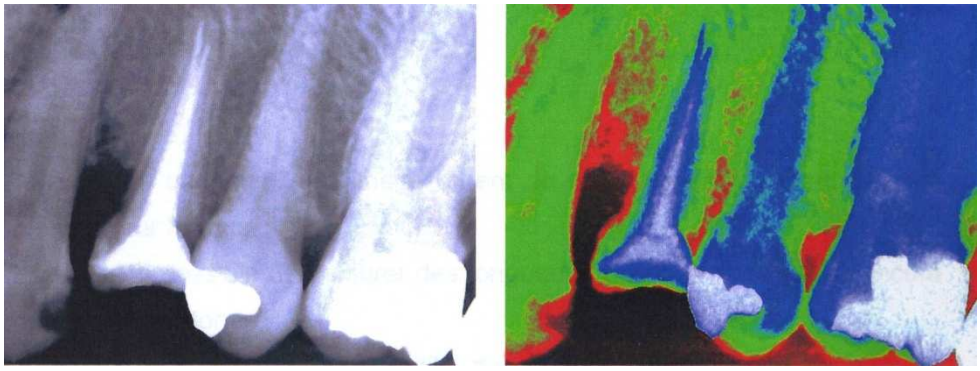

Fig.42 : Radiographie en niveaux de gris (à gauche) et colorisée en fausses couleurs (à droite) [58]

Fig.43 : Exemple de soustraction numérique : à gauche la radiographie avant traitement endodontique, au centre le cliché après traitement de racine et à droite le résultat de la soustraction entre les deux images avec colorisation des différences [58]

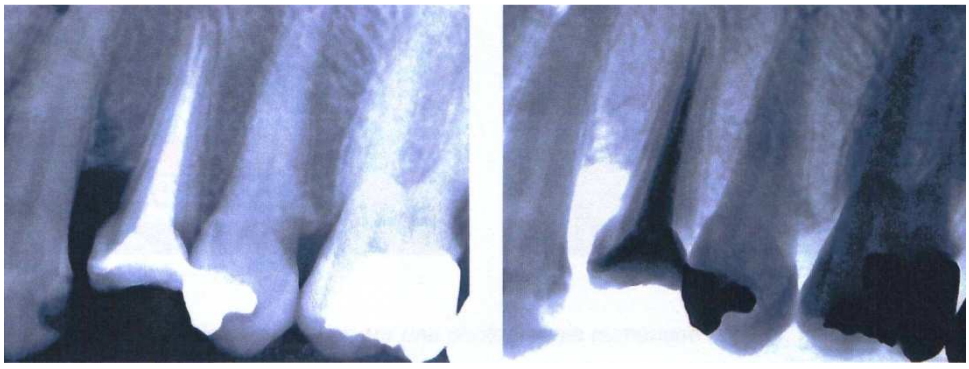

Fig.44 : Utilisation de la fonction « négatif » sur une radiographie [58]

2-4-2-2 La restauration de l'image

La restauration de l'image vise à diminuer ou à contrecarrer les défauts induits lors du processus de formation de l'image. Les opérations qui aboutissent à cette restauration qualitative sont les mêmes que celles de l'amélioration de l'image. Elles concernent, par exemple, un filtrage appliqué à l'image afin de réduire le bruit généré par le capteur, ou encore la correction d'exposition automatique.

2-4-2-3 La compression de l'image

L'objectif de la compression de l'image est de diminuer la taille des fichiers afin de faciliter leur stockage ainsi que leur transmission. En effet, la taille du fichier d'une image numérique dépend de sa résolution et de sa profondeur de couleur. Par conséquent, cette taille, exprimée en kilo octets (c'est-à-dire 1024 octets) ou en méga octets (1024 kilo octets), peut être considérable.

On peut dire d'une image qu'elle est compressée lorsqu'il ne subsiste que les informations nécessaires à sa restitution. Un algorithme de compression élémentaire consiste à coder une image en indiquant non pas la couleur de chaque pixel, mais le nombre de pixels de même couleur, en parcourant l'image ligne par ligne.

Il existe 2 types de compression :

-compression sans perte basée sur la redondance des données (formats TIF, GIF, PNG,…) : taux de compression de 30 à 50%,

-compression avec perte basée sur la destruction des données les moins importantes (formats JPEG, MP3 ,…) : taux de compression supérieur à 97%.

2-4-2-4 L'analyse de l'image

Il s'agit d'extraire de l'image des informations qui ne sont pas forcément visibles par l'observateur. Pour ce faire, il existe des outils d'analyse de l'image qui permettent de détecter et localiser des composantes de l'image possédant des propriétés particulières.

On distingue les fonctions suivantes :

-mesure (très utile en endodontie pour mesurer la longueur de travail),

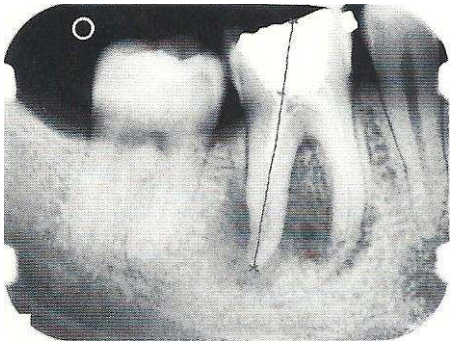

Fig.45 : Mesure de la longueur de la racine distale d'une molaire [81]

-rotation,

-segmentation (ou zoom),

Fig.46 : Exemple d'agrandissement [58]

-recadrage.

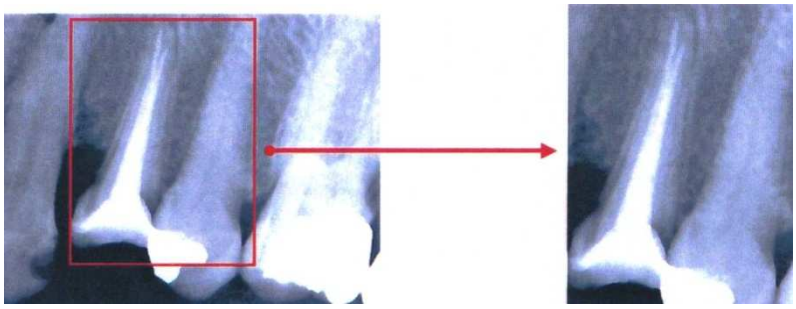

Fig.47 : Recadrage au niveau de la zone du traitement endodontique [58]

2-5 Conservation et pérennité

Une fois la radiographie numérique réalisée, sa lecture va se faire sur l'écran de l'ordinateur. A ce moment là, elle va pouvoir être stockée de 2 manière différentes : soit dans la mémoire de l'ordinateur (ou périphérique), soit par impression papier.

L'un des avantages majeurs de la radiologie numérique est l'archivage informatique des radiographies qui peut être fait directement sur le disque dur ou, comme dans la majorité des cas, sur une mémoire de masse (sauvegarde de grande capacité).

Toutefois, il est parfois nécessaire de réaliser une impression papier de radiographies (par exemple lorsqu'on adresse un patient à un confrère qui n'a pas la possibilité de visualiser des images numériques). Le principal obstacle des impressions de radiographies numériques est la médiocrité du rendu, incompatible avec un acte de diagnostic. Par conséquent, des facteurs comme la qualité du papier et la technique d'impression doivent être pris en compte avec la plus grande attention. Il est préférable d'utiliser du papier compatible avec la marque de l'imprimante et adapté à l'impression d'images (papier couché haute qualité ou papier glacé qualité photo). Par contre, un papier standard donnera un résultat de mauvaise qualité. En ce qui concerne les imprimantes, les praticiens utilisent des imprimantes types laser et thermique qui semblent leur donner une plus grande satisfaction que celles à jet d'encre.

Lorsque nous choisissons le stockage des radiographies numériques par impression, nous sommes confrontés au problème de vieillissement du papier. De plus, il n'y a aucune possibilité de manipulation pour y remédier.

Néanmoins, si nous optons pour le stockage informatique des radiographies, nous ne sommes en aucun cas confrontés au vieillissement de la radiographie.

2-6 Coût [1, 2]

Dans un premier temps, il faut prévoir les gros achats comme le générateur de rayons X, le système informatique et le système de radiographie numérique, à amortir.

Une fois ces achats réalisés, il faudra, dans un second temps, veiller à la maintenance de ce matériel et au renouvellement des capteurs lorsqu'il est nécessaire.

La cotation en Z d'un examen radiographique est globale.

La cotation d'une radiographie numérique, par dent ou groupe de trois dents contigües, au cours d'une même séance de diagnostic ou de traitement est Z6 (7,98 €). Il n'est pas possible de coter plus d'une radiographie de la même dent ou groupe de trois dents contiguës dans la même séance.

3 COMPARAISON DES DIFFERENTES TECHNIQUES

3 COMPARAISON DES DIFFERENTES TECHNIQUES

3-1 Comparaison des caractéristiques techniques

3-1-1 Résolution spatiale [35, 37, 50, 51]

La résolution spatiale est la grandeur permettant la mesure de la capacité à distinguer de petits objets rapprochés les uns des autres. Elle s'exprime en paires de lignes par millimètres. L'œil humain peut discerner environ 10 pl/mm.

La valeur de la résolution spatiale est différente en fonction du récepteur radiologique utilisé :

- plus de **20 pl/mm** pour les films argentiques,
- entre **6 et 8 pl/mm** en moyenne pour les capteurs ERLM mais pouvant aller jusqu'à 12 pl/mm pour certains capteurs ,
- entre **7 et 14 pl/mm** pour les capteurs CCD/CMOS.

3-1-2 Sensibilité [20, 54]

La sensibilité se définit comme la réponse à une dose de rayons X absorbée donnée c'est-à-dire que le niveau de gris moyen d'une image est proportionnel à la dose de rayons X reçue.

La sensibilité peut se chiffrer, il suffit de déterminer la dose (en milliGray) provoquant un niveau de gris moyen donné (choisi entre 0 et 255) : plus la dose de rayonnement reçue par le patient est faible, plus le récepteur radiologique aura une grande sensibilité (Fig.48).

Les résultats de l'étude menée par Pellerin, Le Denmat et Legra en 1997 [54] montrent que **les capteurs numériques sont plus sensibles que les films conventionnels**, et qu'il est possible d'obtenir une image avec 25% de la dose de rayons X utilisée pour un film.

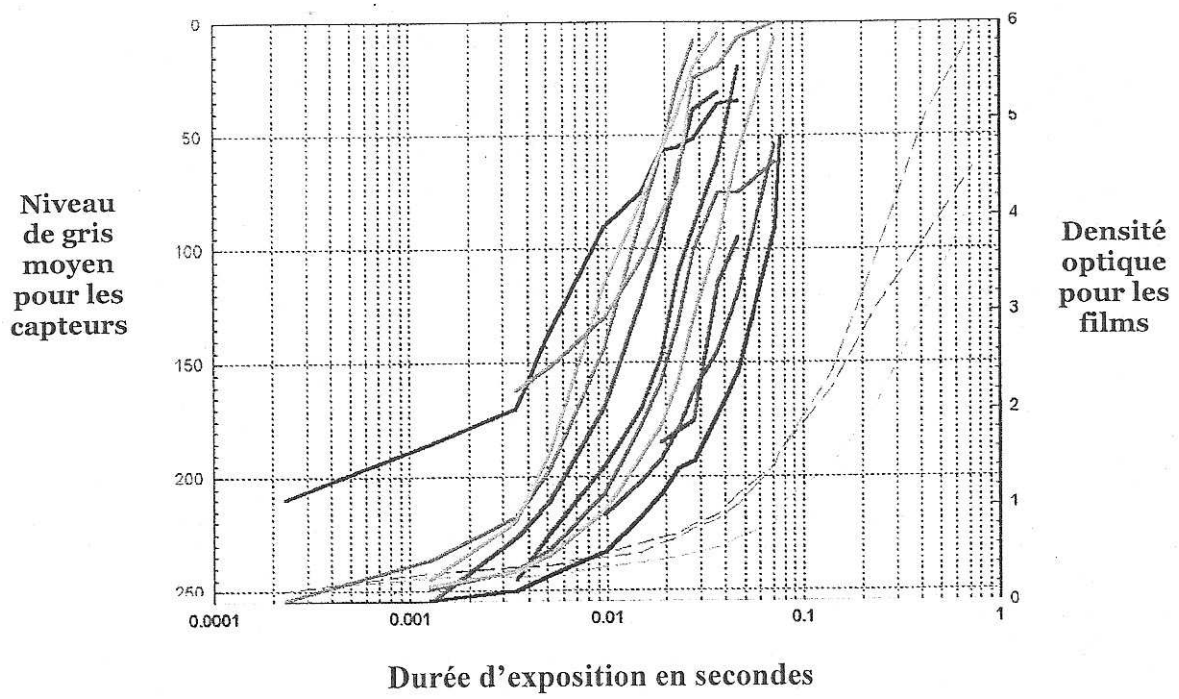

Fig.48 : Courbes de sensibilité des différents capteurs électroniques (en trait plein) comparées à celles des films argentiques (en pointillés) [20]

- Le capteur numérique le plus sensible de la série entraîne une diminution de la dose de 87,5% par rapport au film le plus sensible.
- Le capteur numérique le moins sensible réduit la dose de seulement 5,5%.

L'interprétation de ces résultats doit être faite avec précaution : la notion de niveau de gris (en ordonnée) est abusive concernant les films, pour lesquels on parle d'absorbance ou densité optique.

3-1-3 Champ d'exposition [49, 51]

Les films argentiques ont une courbe sensitométrique en S (fig.49). Or, seule la partie linéaire de cette courbe est exploitable.

Les capteurs ERLM (plaques à mémoire) ont, quant à eux, une courbe sensitométrique linéaire qui apparaît pour des valeurs d'exposition très basses mais aussi très élevées.

Les capteurs CCD/CMOS (détecteurs) ont également une courbe sensitométrique linéaire. En revanche, elle apparaît sur un intervalle d'exposition plus restreint.

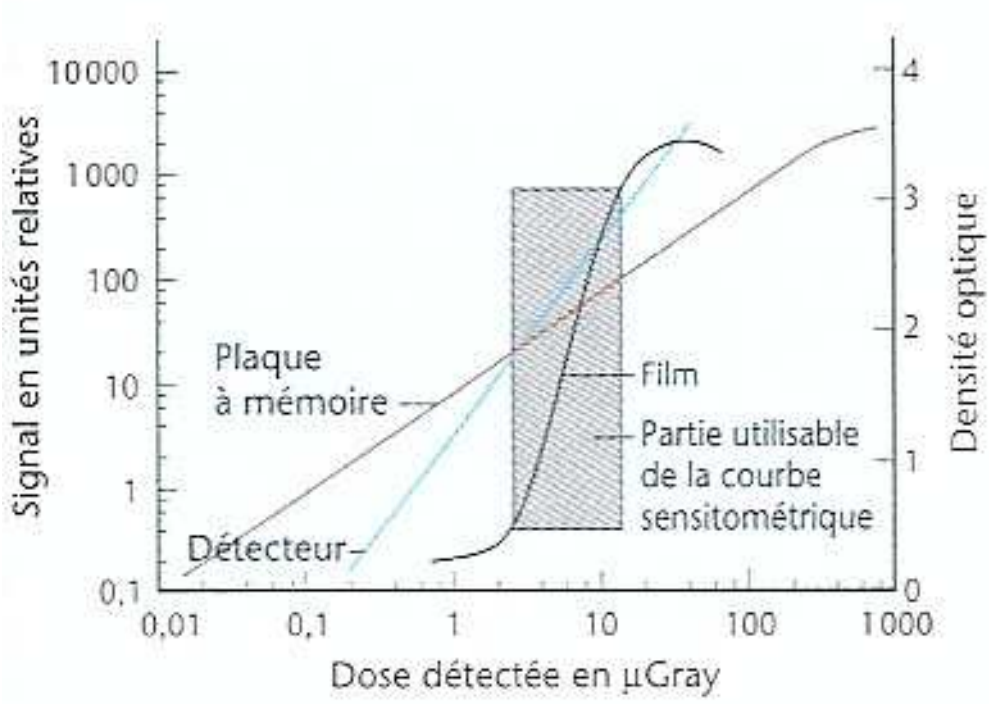

Fig.49 : Courbes sensitométriques des méthodes conventionnelles et numériques [51]

Les capteurs numériques ont un champ d'exposition significativement plus large que les films argentiques, ce qui permet une plus grande souplesse d'exposition.

Les capteurs CCD/CMOS ont un champ d'exposition plus étroit que les capteurs ERLM : par conséquent, ils sont soumis à des phénomènes de bruit électronique lors de sous-exposition et à des phénomènes de blooming lors de surexposition.

Ainsi, par l'adaptation automatique des valeurs de gris des systèmes numériques, l'absorbance (densité optique) des images est indépendante de l'exposition ; par contre, sa qualité ne l'est pas.

3-1-4 Rapport Signal/Bruit [51, 55]

Le « bruit » est un signal parasite et se représente, sur le cliché, sous la forme de taches fines et nettes, masquant les détails les plus fins de l'image radiographique. Il existe un lien de proportionnalité entre le bruit et l'exposition aux rayons X : lorsque l'exposition diminue, on obtient une augmentation du bruit sur l'image.

Le rapport signal/bruit (ou SNR=Signal Noise Ratio) désigne la qualité d'une transmission d'information (information diagnostique) par rapport aux parasites (bruit). Plus ce rapport sera élevé, meilleure sera l'information contenue dans l'image, et moins le système sera bruité.

Nous avons vu précédemment que le SNR s'exprime en décibels et est défini par la formule suivante :

SNR = 20 log (niveau de gris moyen) / écart type

Le SNR des films radiographiques, selon les données fournies par les fabricants, est d'environ **40 dB**.

Dans l'étude menée par Pellerin, Le Denmat et Legras en 1997 [55], les valeurs de SNR des capteurs CCD vont de **30,5 à 20 dB**. Certains pixels du capteur, principalement pour des raisons de température buccale, engendrent un bruit qui est nuisible à la qualité finale de l'image.

Cette étude révèle que les capteurs CCD sont moins performants que les films radiographiques en ce qui concerne le SNR.

Le SNR des capteurs ERLM est **proche de celui des films radiographiques** et ne perturbe pratiquement pas la résolution initiale, sauf dans le cas d'une sous-exposition importante.

3-1-5 Dose d'irradiation [5, 14, 20, 23, 28, 36, 61]

Il est important de rappeler ici les valeurs moyennes des doses efficaces des principales techniques que nous pouvons trouver en radiologie dentaire. Toutefois, ces chiffres ne sont pas exhaustifs et sont le fruit de diverses études :

Technique	Dose efficace
Cliché argentique rétroalvéolaire :	1 à 5 µSv
-Film ISO D :	2 à 3 µSv
-Film ISO E :	1 à 2 µSv
-Film ISO F :	0,5 à 2 µSv
Cliché numérique rétroalvéolaire (ERLM ou CCD/CMOS) :	0,15 à 1 µSv
Cliché occlusal :	8 µSv
Radiographie panoramique :	4 à 30 µSv
Téléradiographie de profil ou de face :	2 à 3 µSv
Tomographie :	1 à 190 µSv
Tomodensitométrie :	
-Examen maxillaire :	100 à 500 µSv
-Examen mandibulaire :	360 à 1200 µSv

Toute image étant théoriquement exploitable, **la réalisation d'une radiographie numérique implique une dose d'irradiation inférieure à celle d'une radiographie argentique**.

Selon Kiefer et al. [30], le film intra-oral Insight (Eastman Kodak Co.), du groupe de sensibilité F, permettrait d'atteindre, à qualité d'image comparable, une réduction de dose de 15 à 25% par rapport aux films E et de 56% par rapport aux films D.

Le remplacement des films par des récepteurs numériques aboutirait à réduire l'exposition de 47% par rapport aux films de sensibilité E et de 34% par rapport aux films de sensibilité F.

La réduction des doses, pour les capteurs ERLM, varie de 31% au niveau du cristallin à 84% au niveau de la surface cutanée exposée.

Une autre étude, menée par Molteni [45], nous indique une réduction de 82% de la dose absorbée par la peau pour des capteurs à numérisation directe par rapport au film.

Cependant, si l'acquisition d'une image est malgré tout possible avec une faible dose de rayons X, il en résulte la présence d'un bruit important et donc d'une information limitée. Selon Berkhout et ses collaborateurs [8], la diminution maximale de la dose d'irradiation que l'on peut obtenir par rapport au film argentique, compatible avec une qualité satisfaisante, est

de **25 à 30%**, très inférieure aux 66% annoncés.

Toutefois, la facilité d'utilisation de la radiologie numérique conduit, à tort, à une multiplication du nombre de radiographies. L'étude menée par Berkhout et ses collaborateurs [7] montre que les praticiens utilisant les films argentiques réalisent en moyenne 32,5 clichés par semaine alors que les praticiens qui utilisent la radiographie numérique prennent beaucoup plus de clichés par semaine (en moyenne 42,8 pour les capteurs ERLM et 48,4 pour les capteurs directs, CCD et CMOS).

Quelques hypothèses peuvent être mises en évidence afin d'expliciter à la fois cette multiplication du nombre de clichés, et l'écart de valeurs existant entre les deux systèmes :

-Une étude menée auprès d'étudiants aux Etats-Unis, dans l'Ohio, [66] rapporte que la multiplication de la réalisation de radiographies numériques serait due, dans 74% des cas, à la difficulté de positionner le capteur en bouche (plus large et moins souple que le film conventionnel).

-La taille réduite des capteurs CCD nécessite la production de plus de clichés pour couvrir la zone à radiographier, ce qui explique partiellement la différence entre les 2 systèmes numériques.

-Pour finir, la présence de « bugs » informatiques et d'erreurs techniques impliquent aussi la reprise de clichés.

En outre, si la commodité de la radiologie numérique provoque la multiplicité des radiographies sous plusieurs incidences afin d'obtenir une meilleure visualisation, il n'est pas impossible qu'elle encourage le praticien a plus de négligence, en particulier avec les règles de prise de vue (comme par exemple l'absence d'angulateurs et le maintien du capteur avec les doigts).

Enfin, d'après Wenzel et Møystad [79], **il n'y aurait pas de diminution significative de la dose de rayons X entre les systèmes numériques et argentiques**.

3-2 Comparaison de paramètres subjectifs

3-2-1 Comparaison des systèmes de radiographie rétrocoronaire comme outil diagnostic des lésions carieuses [12, 17, 20, 31, 56]

L'examen radiographique rétrocoronaire est primordial dans la révélation des lésions carieuses interproximales. Les signes cliniques, tels que la coloration et la rugosité, deviennent visibles pour une déminéralisation d'une profondeur de 200 à 300 µm, alors qu'elle n'est détectable sur une radiographie que lorsqu'elle atteint une profondeur de 500 µm. L'examen visuel seul révèle approximativement moins de 50% des lésions proximales mises en évidence avec le couple examen visuel/radiographie.

De nombreuses études ont démontré que **les films argentiques (Ektaspeed, Ektaspeed Plus, M2 Comfort) et les capteurs numériques (CCD et ERLM) ont la même efficacité** pour détecter des lésions carieuses et déterminer la présence de cavitation [48, 82].

Cependant, d'autres études nous indiquent que **des capteurs CCD étaient moins performants que les films argentiques**, tout en admettant que l'exactitude dans la révélation des lésions carieuses avec un système CCD augmentait avec l'expérience [74].

Selon l'étude de Wenzel et de ses collaborateurs en 1995 [78], la comparaison de l'**efficacité de plusieurs systèmes de radiologie numérique** (3 systèmes CCD : RVG, Sens-a-ray, Visualix, et un système ERLM : Digora) ne montre **aucune de différence significative** dans la détection de caries proximales et occlusales.

Toutefois, l'étude menée par Farrier et al. [22] indique, au contraire, que **les capteurs ERLM produisent une qualité d'image significativement supérieure aux capteurs CCD**.

En ce qui concerne le traitement de l'image numérique, un certain nombre d'études ont été réalisées afin de déterminer son efficacité dans l'optimisation du diagnostic carieux. Les résultats de ces travaux sont assez contradictoires :

Tyndall et ses collaborateurs [72] ont montré que les images « améliorées » en terme de contraste des capteurs CCD étaient moins performantes que les images « non améliorées » et les films argentiques. D'autres études corroborent cette idée que l'exactitude du diagnostic carieux est compromise par le traitement de l'image [6, 34].

Cependant, d'autres études ne sont pas de cet avis [46, 47]. Les auteurs constatent que des images issues d'un capteur ERLM et dont le contraste a été amélioré par un algorithme de détection des caries proximales offrent de meilleures performances que les images non améliorées et les films argentiques. Ce système permettrait également d'optimiser la détermination de la profondeur des lésions initiales [69].

Par conséquent, nous pouvons en conclure que **les capteurs numériques, quelque soit le type, seraient aussi efficaces que les films argentiques dans la révélation de lésions carieuses grâce à l'acquisition d'expérience et l'utilisation d'artifices pour améliorer l'image**.

3-2-2 Comparaison des systèmes de radiographie rétrocoronaire comme outil diagnostic [56]

Un grand nombre de travaux ont étudié les performances des différents systèmes de radiographie rétroalvéolaire concernant :

-la mise en évidence de lésions carieuses [6, 82],
-la mise en évidence de lésions apicales [52, 72, 75],
-la mise en évidence de fractures radiculaires [33],
-la mise en évidence de résorptions externes [65],
-les mesures parodontales [29].

Les résultats de ces études montrent que **les films argentiques et les capteurs numériques (ERLM, CCD, CMOS, CMOS-APS) ne présentent pas de différence significative en matière de diagnostic.**

3-3 Récapitulatif des avantages et inconvénients des différentes techniques [13, 20, 39, 60, 63, 77]

3-3-1 Le film argentique

3-3-1-1 Avantages

Voici les nombreux avantages que présente le film argentique :

-Haute résolution spatiale (plus de 20 pl/mm),

-Manipulation aisée du film en bouche (souple, fin),

-Hygiène satisfaisante (enveloppe de protection étanche),

-Accès en plusieurs formats (rétroalvéolaire, occlusal et pédo),

-Représentation de l'objet radiographié à l'échelle 1,

-Pas d'investissement informatique.

3-3-1-2 Inconvénients

Les inconvénients, mis en évidence ci-dessous, renvoient à la commodité d'utilisation des capteurs numériques :

-Développement en chambre noire,

-Temps de développement long,

-Coût des films et des produits de développement (stocks à renouveler sans cesse),

-Stockage et manipulation de produits chimiques (bien respecter les conditions de conservation),

-Elimination des déchets (feuilles de plomb, produits de développement,…,) par un organisme spécialisé,

-Impossibilité de retoucher l'image : image statique et définitive,

-Nécessité de marquer et d'archiver les films (risque de perte de films, problème du vieillissement du film),

-Qualité du film dépendante du développement (respect des durées de chaque étape, fréquence de renouvellement des produits,…),

-Irradiation importante mais qui tend à se réduire (films types E et F plus rapides et sensibles, générateurs plus performants),

-Toxicité des déchets : pollution de l'environnement.

3-3-2 Les capteurs numériques

3-3-2-1 Avantages généraux

L'utilisation des capteurs numériques permet de s'affranchir de diverses contraintes :

-Plus d'achats coûteux de films et de produits de développement,

-Plus de développement en chambre noire,

-Plus d'utilisation de produits chimiques : achat, gestion, stockage, manipulation et élimination donc bénéfice écologique.

De plus, la radiologie numérique est synonyme d'évolution et procure de nouvelles possibilités :

-Rapidité d'obtention du cliché (maximum 1 min pour obtenir le cliché) : gain de temps,

-Ergonomie optimisée,

-Dose d'irradiation réduite,

-Grande sensibilité : possibilité de réduction des doses,

-Possibilité de travail de l'image (luminosité, contraste, mesures, agrandissement,…),

-Facilité de stockage des radiographies,

-Insertion des radiographies dans le dossier médical personnel du patient,

-Communication favorisée à la fois avec le patient (éducation du patient) et avec des confrères (travail en réseau).

3-3-2-2 Avantages spécifiques

3-3-2-2-1 Avantages spécifiques des capteurs à numérisation directe (CCD, CMOS et CMOS-APS)

Ces capteurs offrent quelques avantages comparés aux capteurs ERLM :

-Rapidité d'obtention de l'image (quasi instantanée),

-Robustesse du capteur.

3-3-2-2-2 Avantages spécifiques des capteurs à numérisation indirecte : ERLM

Les capteurs ERLM sont plus performants que les capteurs à numérisation directe sur plusieurs critères :

-Finesse et souplesse du capteur,

-Disponible dans de multiples formats,

-Large champ d'exposition (sensibilité importante),

-Absence de câble.

3-3-2-3 Inconvénients généraux

La radiologie numérique présente, malgré tout, les inconvénients suivants:

-Coût : investissement (système informatique, système de radiologie numérique, renouvellement des capteurs) et maintenance de cet équipement,

-Hygiène : capteurs non stérilisables donc nécessité d'utiliser des protections à usage unique,

-Résolution spatiale inférieure aux films conventionnels,

-Possibilité d'avoir des pannes informatiques (recours temporaire au film argentique),

-Agrandissement de l'image qui n'est plus à l'échelle 1,

-Perte d'informations à l'écran et encore plus dans le cas d'impression avec les imprimantes usuelles,

-Tentation de multiplier les clichés, ce qui engendre une augmentation de l'irradiation du patient.

3-3-2-4 Inconvénients spécifiques

3-3-2-4-1 Inconvénients spécifiques des capteurs à numérisation directe (CCD, CMOS et CMOS-APS)

Les capteurs à numérisation directe sont, sur certains critères, inférieurs aux films argentiques et aux capteurs ERLM :

-Format et surface disponibles limités,

-Rigidité des capteurs,

-Fragilité des capteurs aux chocs et aux tractions répétées sur le câble,

-Difficulté de positionnement en bouche dans certaines zones (transition mandibulaire, maxillaire postérieure) et en cas d'anatomie particulière (présence de tori mandibulaires ou palais plat),

-Impossibilité de réaliser des radiographies occlusales de taille satisfaisante,

-Présence d'un câble le reliant à l'ordinateur, mais cette contrainte tend à disparaître avec l'apparition des capteurs de nouvelle génération « sans fil ».

3-3-2-4-2 Inconvénients spécifiques des capteurs à numérisation indirecte : ERLM

Les capteurs ERLM sont moins performants que les capteurs à numérisation directe sur quelques points :

-Fragilité du capteur (se raie facilement),

-Nécessité d'un scanner spécifique pour pouvoir lire l'image,

-Latence d'apparition de l'image à l'écran, qui tend à se réduire considérablement (plus que quelques secondes) avec l'apparition les nouveaux systèmes,

-Résolution spatiale et réduction des doses inférieures.

3-3-3 Tableau récapitulatif

	Type de récepteurs		
	Film argentique	**Capteur CCD/CMOS**	**Capteur ERLM**
Aspect	Film souple, maniabilité+++	Capteur rigide, solide mais souvent présence d'un câble	Plaque souple, fragile
Zone de sensibilité	Large	Réduite (optimale dans les 60 à 70 kV)	Large
Résolution	+++	++	++
Utilisation théorique	Usage unique	5 000 à 10 000 fois (mais fragile…)	8 000 à 10 000 fois (mais peut se rayer)
Visualisation	Retardée +++	Immédiate	Retardée (mais tend à se réduire)
Réduction dose	-	++	++
Caractéristiques	Développement en chambre noire, "non ordinateur-dépendant"	Caractéristiques communes : pas de chambre noire, "ordinateur dépendant" (travail de l'image, mesures, couleurs, stockage, gravure,…)	

4 ENQUETE

4 ENQUETE

4-1 Matériel et méthode

Il semblait intéressant d'avoir des données statistiques sur l'utilisation des capteurs numériques ainsi que sur les films argentiques au cabinet dentaire, ceci afin de pouvoir confronter les deux techniques dans la pratique quotidienne des chirurgiens-dentistes.

4-1-1 Population évaluée

Le questionnaire a été soumis à une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France (378 personnes), et principalement dans les 6 départements suivants : Meurthe-et-Moselle, Moselle, Vosges, Haute-Saône, Doubs et Territoire de Belfort.

4-1-2 Distribution des questionnaires

Le questionnaire n'a pas été distribué de manière conventionnelle, par publipostage, mais il a été décidé de le remettre, en mains propres, à chaque praticien. Il y a eu deux méthodes de distribution bien distinctes l'une de l'autre :

-La première : le dépôt du questionnaire directement dans les cabinets dentaires,

-La deuxième : la participation à des conférences (Congrès de Metz et formation continue à Nancy).

4-1-2-1 Dépôt du questionnaire dans les cabinets dentaires

La distribution s'est déroulée du lundi 11 octobre au vendredi 24 octobre 2010. J'ai commencé par la Haute-Saône, mon département d'origine, ensuite j'ai poursuivi par les Vosges (Remiremont), la Meurthe-et-Moselle (Nancy, Jarville-la-Malgrange, Vandœuvre-lès-Nancy, Tomblaine, St Max, Essey-lès-Nancy, Malzéville, Heillecourt et Houdemont), puis j'ai terminé par le Doubs (Besançon) et le Territoire de Belfort (Belfort).

Pour chaque ville, j'ai établi un listing des noms et adresses des chirurgiens-dentistes à partir des Pages Jaunes de l'annuaire téléphonique, ensuite j'ai organisé à l'avance un

itinéraire afin de me faciliter la tâche et de ne pas faire d'oublis.

Pour chaque praticien, j'ai préparé une enveloppe nominative contenant le questionnaire (annexe 2) accompagné d'un courrier (annexe 1) expliquant ma démarche ainsi qu'une enveloppe timbrée pour la réponse. Lorsqu'il s'agissait d'un cabinet de groupe, je ne fournissais qu'une seule enveloppe timbrée pour l'ensemble des praticiens.

Je me suis donc présentée dans chaque cabinet dentaire selon l'itinéraire préétabli afin de remettre à chaque chirurgien-dentiste son enveloppe. En cas d'absence ou de fermeture du cabinet, je la laissais dans la boîte aux lettres et les rappelais dès l'ouverture pour expliquer ma requête.

Cette méthode m'a permis de m'entretenir avec les praticiens (ou leurs assistantes en cas d'indisponibilité) afin de les sensibiliser sur l'importance de ma démarche. Il semble que cette approche ait été très appréciée par les chirurgiens-dentistes, ce qui se vérifie par le fort taux de retour des questionnaires (plus de 75% de réponses).

4-1-2-2 Participation à des conférences

En parallèle de la première méthode, j'ai pu faire parvenir le questionnaire aux praticiens grâce à des conférences.

Chaque participant s'est vu remettre le questionnaire soit par distribution directe à l'entrée de la salle lors de la conférence organisée dans le cadre de la formation continue à Nancy, ou par l'intermédiaire de la pochette contenant le programme lors du congrès de Metz.

La présentation du questionnaire était différente de celle de la première méthode : elle contenait à la fois le courrier expliquant ma démarche et le questionnaire (annexe 3).

Le congrès de Metz (Les Journées Dentaires Lorraines), qui a eu lieu le mercredi 22 septembre et le jeudi 23 septembre 2010, m'a permis d'obtenir 35 questionnaires remplis.

De plus, j'ai assisté à une conférence le jeudi 14 octobre 2010, dans le cadre de la formation continue à la faculté de Chirurgie-Dentaire de Nancy. J'ai pu y récolter 33

questionnaires.

Cette deuxième approche a été très efficace : le retour des questionnaires était immédiat, à l'issue de la conférence, des urnes étaient présentes à la sortie de la salle et permettaient de recueillir les réponses.

4-1-3 Questionnaire (annexes 2 et 3)

Le questionnaire a été élaboré et validé début septembre 2010.

Il est constitué de 14 questions (1 page).

Sur la forme, ces 14 questions se répartissent de la manière suivante :

-12 questions à choix unique, dont 1 est aussi composée d'une question ouverte (question 2).

-1 question comportant à la fois une échelle d'évaluation et un classement des items (question 6).

-et 1 question ouverte (question 14).

Sur le fond, les 14 questions se répartissent de la manière suivante :

-Une section concernant la composition de la population étudiée (questions 1 à 5).

-Une section concernant la pratique radiographique des praticiens interrogés (question 6).

-Une section concernant leur préférence au sujet de l'image radiographique (question 7).

-Une section concernant l'utilisation des deux systèmes de radiographie intra-buccale, argentique et numérique, au cabinet dentaire (question 8).

-Une section concernant le système de radiographie numérique utilisé (questions 9 et 10).

-Une section concernant la satisfaction des praticiens (questions 11 à 13).

-Et enfin, une question ouverte pour les commentaires personnels (question 14).

4-1-4 Traitement des réponses

La rentrée des données s'est fait le vendredi 14 janvier 2011, soit 3 mois après le début de la distribution.

Le logiciel statistique utilisé pour rentrer et analyser les données est Statview1.4® pour Macintosh.

4-2 Résultats de l'enquête

Plus de 75% des réponses sont arrivées dans les 15 premiers jours après la distribution, puis nous avons reçu régulièrement 1 à 2 réponses par jour.

Afin d'avoir un maximum de réponses exploitables, nous avons réalisé l'étude statistique 3 mois après la distribution.

Etant donné le pourcentage de réponses obtenues (77,5%, soit 293 sur 378) nous pouvons considérer que le questionnaire a intéressé les praticiens, certains nous ayant même demandé de leur envoyer les résultats.

De nombreux praticiens nous ont envoyé leurs encouragements à la fin du questionnaire.

Cependant, la deuxième partie de la question 6 (classement des items) n'a été complétée que par les 2/3 des répondants.

Sur les 293 questionnaires réceptionnés, 1 n'a pas été exploité car il est parvenu après le 14 janvier 2011.

Nous avons donc analysé 292 questionnaires ce qui fait un **pourcentage global de réponses de 77,2%.**

L'analyse statistique des données de cette enquête ne se fera pas dans le même ordre que celui proposé dans le questionnaire afin de renforcer l'intérêt de la discussion.

Après avoir fait la description de l'échantillon, nous verrons les types de récepteurs radiologiques utilisés par les chirurgiens-dentistes et les valeurs qu'ils recherchent concernant leur pratique radiologique. Puis nous nous intéresserons à leur niveau de satisfaction pour chaque système. Enfin, nous étudierons les commentaires personnels laissés par les praticiens dans la partie expression libre.

Question 1 : Etes-vous une femme ou un homme?

Il nous paraissait intéressant de connaître, à l'issue de l'enquête, le sexe des personnes interrogées (Fig.50 et 51).

Parmi les chirurgiens-dentistes répondants, 1/3 sont des femmes et 2/3 sont des hommes. Ce chiffre tend à se confirmer au niveau national : une étude menée par la DREES (Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques) en 2008 nous indique que 37,4% des praticiens exerçant l'art dentaire étaient des femmes.

Sexe	Nombre	Pourcentage
Homme	189	64,7
Femme	102	35
Non réponse	1	0,3
Total	292	100

Fig.50 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le sexe

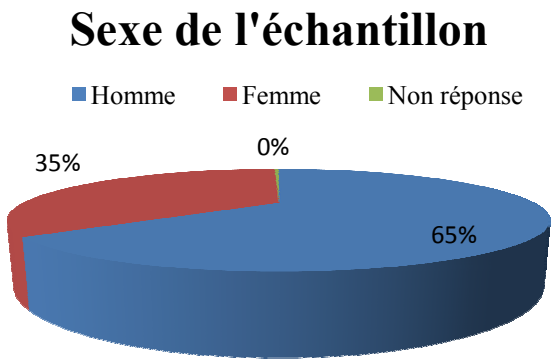

Fig.51 : Graphique représentant la répartition de l'échantillon selon le sexe

Question 2 : Où exercez-vous ?

Nous souhaitions évaluer la répartition, par département (Fig.52 et 53) et par lieu d'exercice (rural ou urbain, Fig.54), des praticiens interrogés dans le secteur Grand Est.

Il en ressort qu'environ 1/3 d'entre eux exercent en Meurthe-et-Moselle, et pour la plupart en région nancéenne : en effet, de nombreux questionnaires ont été distribués à Nancy et sa banlieue ainsi qu'à la faculté de Chirurgie Dentaire de Nancy à la fois aux enseignants et aux participants de la journée de formation continue du 14/10/10. La majorité de ces personnes a donc une activité en milieu urbain.

Par ailleurs, on observe que plus de 40% des chirurgiens-dentistes interrogés exercent en Franche-Comté : nous avons ciblé sur cette région deux zones urbaines, Besançon (Doubs) et Belfort (Territoire de Belfort), et une zone rurale, le département de la Haute-Saône qui a lui seul représente 1/4 de l'échantillon.

Ces résultats par département figurent dans le tableau ci-dessous (Fig.52) :

Départements	Nombre	Pourcentage
54	95	32,5
70	68	23,3
57	34	11,6
25	34	11,6
90	19	6,5
88	13	4,5
55	5	1,7
Autres (39/52/89/67)	4	1,4
Non réponse	20	6,9
Total	292	100

Fig.52 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le département

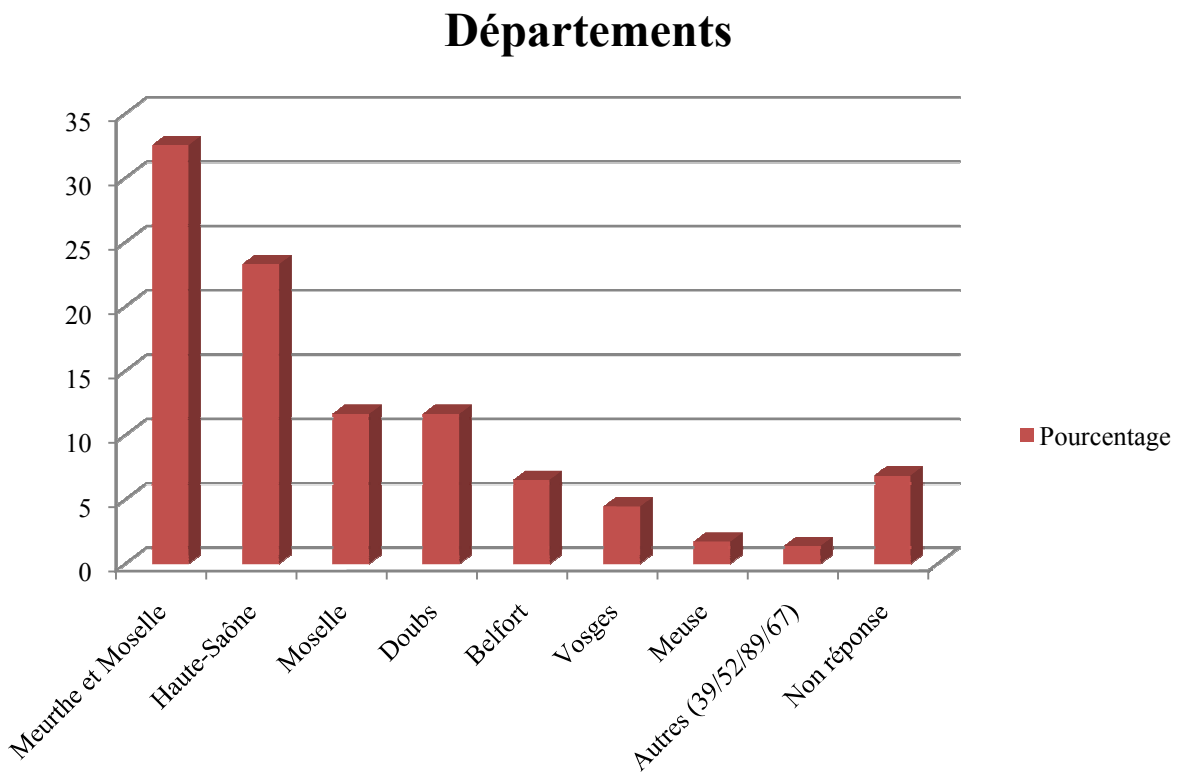

Fig.53 : Graphique représentant la répartition de l'échantillon selon le département

Les résultats concernant la distribution en zone urbaine ou en zone rurale sont représentés dans le tableau suivant (Fig.54) :

Lieu	Nombre	Pourcentage
Zone urbaine	214	73,3
Zone rurale	75	25,7
Non réponse	3	1
Total	292	100

Fig.54 : Tableau représentant la répartition selon le lieu d'exercice (rural ou urbain)

Il apparaît que plus de 1/4 des praticiens exercent en milieu rural.

Ce chiffre est différent de celui de la moyenne nationale qui est de 14,5%. Nous pouvons expliquer cette hausse par la forte participation des chirurgiens-dentistes de Haute-Saône, exerçant majoritairement en milieu rural.

Question 3 : Exercez-vous, seul(e), en cabinet de groupe ou en milieu hospitalier ?

Il était intéressant de connaître le mode d'exercice des praticiens interrogés (Fig.55 et 56) : il en découle que 44% des praticiens exercent seuls, 47% en cabinet de groupe. Depuis une dizaine d'années, on note un développement de ce dernier mode d'exercice qui permet d'une part la mise en commun des moyens (structure, matériel, personnel) et d'autre part la possibilité de proposer aux patients un suivi global et multidisciplinaire (parodontologie, implantologie, orthodontie, pédodontie, etc.).

Enfin 2,5% des personnes interrogées travaillent uniquement en milieu hospitalier (il s'agit ici des personnes enseignant à la faculté d'Odontologie à Nancy ayant stoppé toute activité libérale) et près de 5% ont une activité mixte (c'est-à-dire exercice en libéral associé à un exercice en milieu hospitalier).

Ces chiffres sont en accord avec l'étude réalisée par la DRESS en 2008 qui nous montre que la nature de l'activité des chirurgiens-dentistes est massivement libérale (91%).

Exercice	Nombre	Pourcentage
Seul	129	44,2
Cabinet de groupe	136	46,6
Milieu hospitalier	7	2,4
Mixte	14	4,8
Non réponse	6	2
Total	292	100

Fig.55 : Tableau représentant la répartition selon le type d'exercice

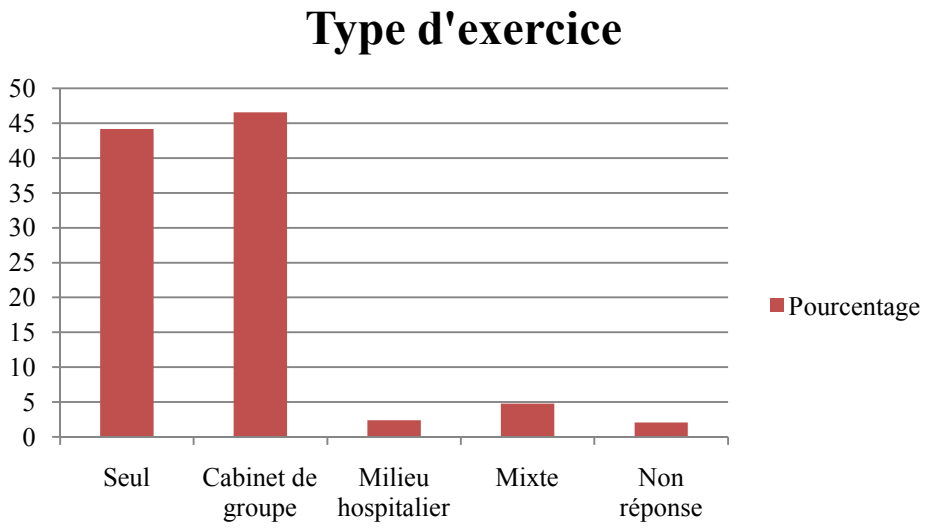

Fig.56 : Graphique représentant la répartition selon le type d'exercice

Question 4 : Depuis combien de temps avez-vous terminé vos études ?

Et

Question 5 : Depuis combien de temps exercez-vous dans un cabinet ?

Il était important de connaître la répartition de l'échantillon quant à l'ancienneté professionnelle des praticiens (Fig.57 et 58). Les résultats montrent que près de la moitié des praticiens ont plus de 20 ans d'expérience, plus de 20% ont entre 10 et 20 ans d'expérience, 12% entre 5 et 10 ans et, enfin, plus de 15% moins de 5 ans.

Ces 2 questions se recoupent, elles visaient à déterminer s'il existait une corrélation entre la fin des études des chirurgiens-dentistes et le début de leur exercice professionnelle : nous pouvons constater que les taux obtenus pour chaque période de temps, pour chacune des 2 questions, sont quasiment identiques.

Enfin, il est intéressant de noter que la population étudiée est relativement équilibrée : il y a autant de praticiens qui ont été formés avant l'avènement des techniques radiologiques numériques (il y a plus de 20 ans) que de personnes qui ont bénéficié de ces technologies dès le début de leurs activités.

Fin d'études	Nombre	Pourcentage
Depuis moins de 5 ans	44	15,1
Entre 5 et 10 ans	36	12,3
Entre 10 et 20 ans	61	20,9
Depuis plus de 20 ans	145	49,7
Non réponse	6	2
Total	292	100

Durée d'exercice	Nombre	Pourcentage
Depuis moins de 5 ans	49	16,8
Entre 5 et 10 ans	34	11,6
Entre 10 et 20 ans	62	21,2
Depuis plus de 20 ans	145	49,7
Non réponse	2	0,7
Total	292	100

Fig.57 : Tableaux représentant l'ancienneté des personnes interrogées

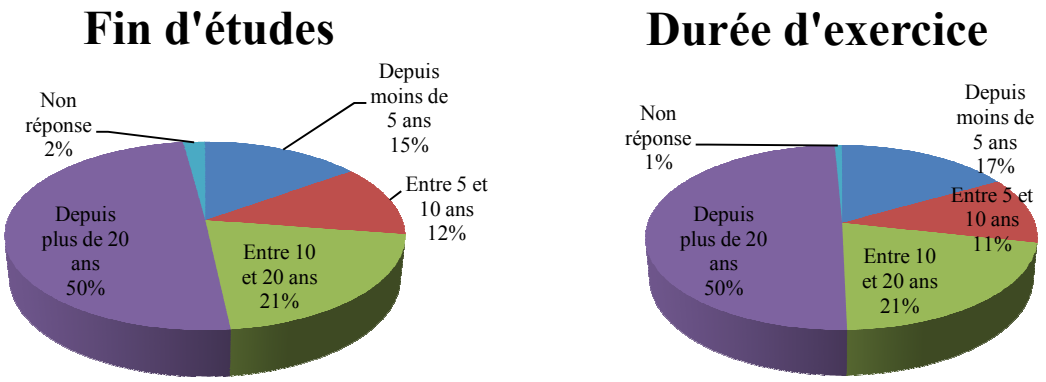

Fig.58 : Graphiques représentant l'ancienneté des personnes interrogées

Question 8 : Quel système de radiographie intra-buccale utilisez-vous ?

Cette question était primordiale dans le cadre de l'enquête : elle permettait d'étudier la distribution des différents systèmes utilisés au sein de l'échantillon (Fig.59).

Système	Nombre	Pourcentage
Argentique	51	17,5
Numérique	172	58,9
Les deux	67	22,9
Non réponse	2	0,7
Total	292	100

Fig.59 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le système utilisé

Les résultats montrent qu'une large majorité de praticiens (près de 80%) possède un système de radiologie numérique reflétant ainsi la tendance générale vers les nouvelles technologies.

Néanmoins, près de 1/5 n'utilise encore à ce jour que le système argentique, ce qui reste, malgré tout, un pourcentage non négligeable. Nous avons montré, au moyen d'un test ANOVA ($p<0.01$), que les utilisateurs du film argentique ont une durée d'exercice plus élevée que ceux qui utilisent le numérique ou les deux systèmes. Cela s'explique probablement par le fait qu'au moment de la formation des praticiens ayant plus de 20 ans d'expérience, le système numérique n'avait pas encore fait son apparition. Ils ont donc bénéficié, au cours de leur cursus, d'un enseignement basé sur le film argentique qu'ils ont pleinement mis en pratique durant leurs premières années d'exercice. Après l'apparition du numérique, certains d'entre-eux étant totalement satisfaits du film argentique ont décidé de conserver cette technique.

Près de 25% des praticiens travaillent avec les 2 systèmes et ne peuvent se résoudre à choisir entre les 2 car ils les trouvent complémentaires. Ce résultat est intéressant car il suggère que la radiographie numérique n'est pas entièrement satisfaisante ; les praticiens visent généralement la rapidité et le côté pratique de ce système mais reviendraient à « l'ancienne technique » lorsqu'ils ont besoin de préciser le cliché radiographique.

Cette réflexion est illustrée par les résultats obtenus (Fig.60 et 61) lorsque nous voulions préciser, dans le cas où les praticiens utilisaient les 2 systèmes, lequel était majoritairement utilisé.

La technique argentique est utilisée secondairement à la radiologie numérique ou est

conservée en « dépannage » lorqu'un problème informatique survient.

Préférence	Nombre	Pourcentage
Argentique	11	16,4
Numérique	37	55,2
Les deux	19	28,4
Total	67	100

Fig.60 : Tableau représentant la préférence des utilisateurs des deux systèmes

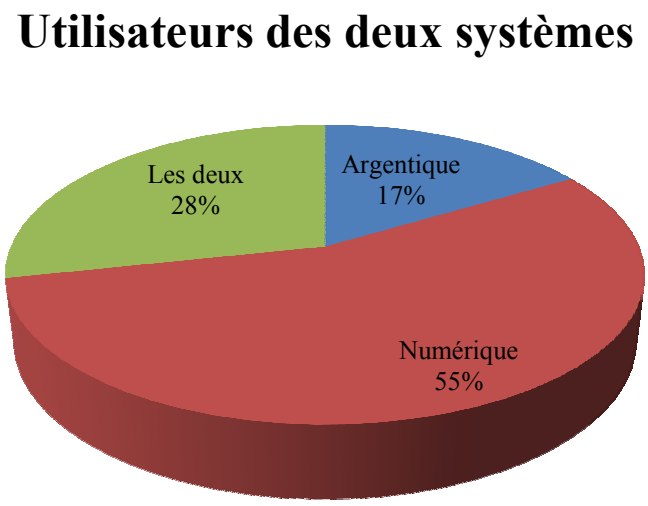

Fig.61 : Graphique représentant la préférence des utilisateurs des deux systèmes

Question 9 : Si vous avez un système numérique, depuis combien de temps l'utilisez-vous ?

Nous avions voulu mettre en évidence, à travers cette question, la date à laquelle les praticiens ont commencé à utiliser un système numérique (Fig.62 et 63).

Pour les 3 périodes les plus récentes, les pourcentages sont semblables. En revanche, concernant la période « depuis plus de 20 ans », le faible taux indique qu'il a fallu plus d'une dizaine d'années pour intéresser les praticiens aux nouvelles techniques de radiologie.

Ces résultats indiquent que le changement de technique utilisé se fait graduellement depuis 20 ans.

Nous avions vu que dans notre échantillon de praticiens, 28% de ceux-ci étaient de jeunes chirurgiens-dentistes installés depuis moins de 10 ans. Or, nous avons ici près de 62% des praticiens qui sont passés au numérique dans ce même laps de temps.

Cette transformation progressive des pratiques n'est pas terminée et nous pouvons supposer que d'ici une dizaine d'années, le film argentique est susceptible de disparaître des cabinets dentaires ?

Durée d'utilisation	Nombre	Pourcentage
Depuis moins de 5 ans	61	35,5
Entre 5 et 10 ans	45	26,2
Entre 10 et 20 ans	55	32
Depuis plus de 20 ans	8	4,7
Non réponse	3	1,6
Total	172	100

Fig.62 : Tableau représentant la durée d'utilisation du système numérique

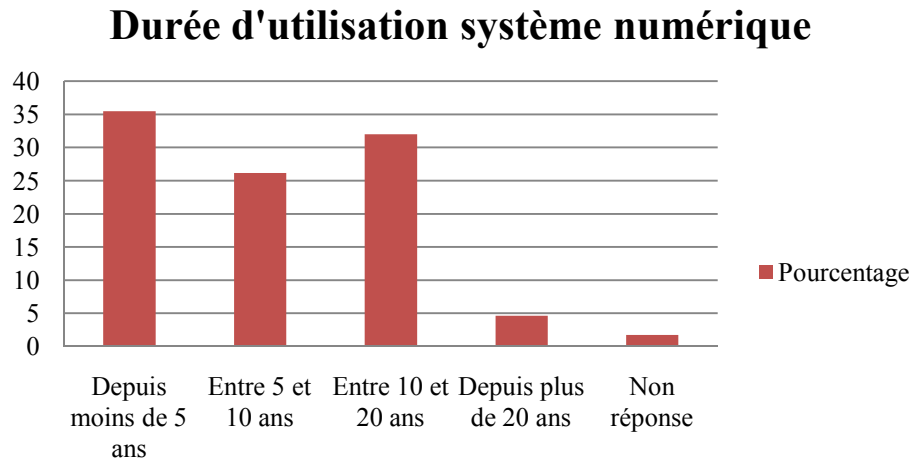

Fig.63 : Graphique représentant la durée d'utilisation du système numérique

Question 10 : Si vous utilisez un système numérique, quel type de capteur possédez-vous ?

Cette question avait pour but d'identifier, parmi les utilisateurs de radiographie numérique, la répartition des praticiens pour chaque type de capteur (Fig.64 et 65).

Cette étude révèle qu'une large majorité de praticiens sont équipés de capteurs type CCD (57%). Quant aux nouvelles technologies CMOS, 13% des praticiens les utilisent. Ces données montrent que près des 2/3 utlilisent des capteurs à numérisation directe, les premiers à avoir été inventés. Peut-être est-ce dû à la rapidité d'obtention de l'image sur l'écran ?

Près du 1/4 des utilisateurs de radiologie numérique ont opté pour les capteurs à numérisation indirecte (ERLM). Certes, ce pourcentage est moins élevé que le précédent, mais il est supérieur à celui observé dans une étude similaire effectuée en Auvergne il y a une dizaine d'année (10% dans l'enquête de S. Rodrigues réalisé en 2002 [62]). Peut-être que nous allons voir, un jour, la tendance s'inverser ? Nous verrons ultérieurement que les praticiens sont satisfaits de leurs capteurs ERLM et semblent préférer ces capteurs aux précédents.

Enfin, 7% des utilisateurs n'ont pas répondu à cette question, il est important de souligner que de nombreux praticiens ne connaissaient pas le type de capteurs utilisé dans leur pratique quotidienne quand il s'agissait de capteurs à numérisation directe (CCD/CMOS).

Type de capteurs	Nombre	Pourcentage
ERLM	54	22,6
CCD	137	57,3
CMOS	31	13
Autre	1	0,4
Non réponse	16	6,7
Total	239	100

Fig.64 : Tableau repésentant la répartition des praticiens en fonction du capteur utilisé

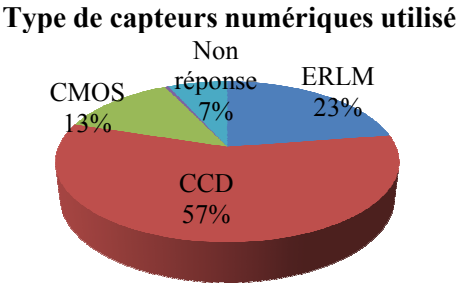

Fig.65 : Graphique repésentant la répartition des praticiens en fonction du capteur utilisé

Question 6 : Dans votre pratique radiographique, quelles sont les valeurs que vous recherchez ?

A travers cette question, nous voulions évaluer l'importance de chacun des critères recherchés dans la pratique quotidienne des praticiens interrogés :

-la qualité de l'image radiographique,

-le côté pratique en bouche,

-l'habitude/le savoir faire,

-le stockage,

-la facilité de récupération de l'image/développement,

-la rapidité d'obtention de l'image,

-la quantité de rayonnements émis,

-le coût,

-les capacités d'exploration de l'image,

-l'éducation du patient,

-la facilité à multiplier les incidences/les clichés.

	0		1		2		3		Non réponse	
Valeurs recherchées	**Nb**	**P**	**Nb**	**P**	**Nb**	**P**	**Nb**	**P**	**Nb**	**P**
Qualité de l'image	0	0%	0	0%	42	14,4%	249	85,3%	1	0,3%
Côté pratique	7	2,4%	19	6,5%	142	48,6%	120	41,1%	4	1,4%
Savoir faire/Habitude	42	14,4%	92	31,5%	127	43,5%	14	4,8%	17	5,8%
Stockage	20	6,9%	64	21,9%	131	44,9%	68	23,3%	9	3,1%
Récupération de l'image	10	3,4%	21	7,2%	145	49,7%	107	36,6%	9	3,1%
Rapidité	3	1%	17	5,8%	104	35,6%	161	55,1%	7	2,4%
Quantité de rayons émis	11	3,8%	33	11,3%	143	49%	99	33,9%	6	2,1%
Coût	35	12%	94	32,2%	125	42,8%	33	11,3%	5	1,7%
Capacités d'exploration	12	4,1%	49	16,8%	164	56,2%	62	21,2%	5	1,7%
Education du patient	66	22,6%	102	34,9%	92	31,5%	19	6,5%	13	4,5%
Multiplication des clichés	37	12,7%	84	28,8%	121	41,4%	42	14,4%	8	2,7%

Avec 0 = pas important du tout (désaccord total)
1 = peu important (désaccord partiel)
2 = plutôt important (accord partiel)
3 = très important (accord total)

Nb = Nombre
P = Pourcentage

Fig.66 : Tableau représentant l'évaluation des valeurs recherchées dans la pratique des chirurgiens-dentistes

Nous proposons de discuter ces résultats en regroupant les critères 2 par 2 : ce qui n'est pas important (0) avec ce qui est peu important (1), et ce qui est plutôt important (2) avec ce qui est très important (3).

La « qualité de l'image radiographique » est la valeur recherchée par tous les chirurgiens-dentistes, sans exception (100% dont accord total à + de 85%), suivie par la « rapidité d'obtention de l'image » (+ de 90% dont accord total à 56%) et le « côté pratique » (90%).

Ces trois critères (qualité, rapidité et faisabilité) sont classés comme importants et ils semblent effectivement primordiaux pour un exercice optimal. La qualité de l'image permet une bonne interprétation du cliché qui devient un outil fiable dans l'établissement du diagnostic. La rapidité d'obtention de l'image et le côté pratique de la technique sont essentiels à la fois pour le clinicien (ergonomie), et pour le patient (confort en bouche).

Viennent ensuite par ordre d'importance la « facilité de récupération de l'image » (+ de 86%), « la quantité de rayonnements émis » (près de 83%), puis les « capacités d'exploration de l'image » (77%) et la « facilité de stockage des clichés » (68%).

Le « coût » (54%), la « multiplication des clichés » (55%), « l' éducation des patients » (57%) et enfin « l'habitude/le savoir faire » (48%) sont, par contre, des critères jugés moins importants que les autres.

Ces résultats sont encourageants : les chirurgiens-dentistes mettent des priorités dans la qualité de leur travail et l'ergonomie de leur pratique. Ils sont également sensibles aux principes de radioprotection et à la protection de l'environnement.

En deuxième partie de question, nous avions demandé aux praticiens de choisir les 5 items les plus importants pour eux, parmi les 11 proposés, et de les classer selon l'ordre de leur priorités. Cela nous a permis de réaliser un classement des valeurs primordiales pour les chirurgiens-dentistes.

Cette question a subi un fort taux d'abstention (1/3 des praticiens n'ont pas répondu). Cela peut être expliqué par le fait que les praticiens n'aient pas compris comment il fallait répondre à cette question ou qu'ils l'aient oubliée, parce qu'elle était située, dans le questionnaire, en bas de page.

Il faut également savoir que plus des 3/4 des praticiens interrogés utilisent la radiologie numérique (Fig.67) : par conséquent, les résultats de cette question mettent en évidence les valeurs que peut présenter le système numérique.

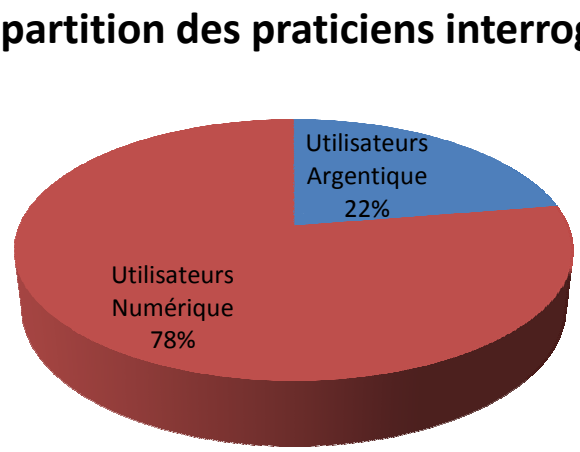

Fig.67 : Graphique représentant la répartition des praticiens en fonction du système utilisé

	1er choix	2ème choix	3ème choix	4ème choix	5ème choix	Total	Total des 2
Items à classer	**P *(Nb)***	**P *(Nb)***	**P *(Nb)***	**P *(Nb)***	**P *(Nb)***	**P**	**1er choix**
Qualité de l'image	70,7%*(128)*	14,2% *(26)*	4,9% *(9)*	3,3% *(6)*	3,3% *(6)*	96,4%	85%
Côté pratique	5,5% *(10)*	23% *(42)*	18,6% *(34)*	14,8% *(27)*	8,3% *(15)*	65,2%	30%
Savoir faire/Habitude	0% *(0)*	1,1% *(2)*	0% *(0)*	4,9% *(9)*	4,4% *(8)*	10,4%	1,1%
Stockage	0% *(0)*	6% *(11)*	12% *(22)*	11,5% *(21)*	14,4% *(26)*	43,9%	6%
Récupération de l'image	3,3% *(6)*	9,8% *(18)*	15,3% *(28)*	9,9% *(18)*	11,1% *(20)*	49,4%	13,1%
Rapidité	12,7% *(23)*	24% *(44)*	20,2% *(37)*	11% *(20)*	11,7% *(21)*	79,6%	37%
Quantité de rayons émis	5% *(9)*	13,1% *(24)*	10,4% *(19)*	17,6% *(32)*	10,6% *(19)*	56,7%	18,1%
Coût	0,6% *(1)*	1,1% *(2)*	3,8% *(7)*	6% *(11)*	11,1% *(20)*	22,6%	1,7%
Capacités d'exploration	0,6% *(1)*	5,5% *(10)*	8,7% *(16)*	13,2% *(24)*	8,9% *(16)*	36,9%	6,1%
Education du patient	1,1% *(2)*	0% *(0)*	2,7% *(5)*	2,7% *(5)*	6,1% *(11)*	12,6%	1,1%
Multiplication des clichés	0,6% *(1)*	2,2% *(4)*	3,3% *(6)*	4,9% *(9)*	10% (18)	21%	2,8%

Avec Nb = Nombre

P = Pourcentage

Les valeurs en rouge sont celles qui ont obtenu le meilleur score.

Les valeurs en vert sont celles qui ont obtenu les trois 1er meilleurs scores.

Fig.68 : Tableau représentant la classification des 5 items les plus importants pour les praticiens

Nous retrouvons les 3 critères choisis précédemment en tête de classement (Fig.68). Ils représentent les premiers choix pour 90% des praticiens avec une préférence majoritaire pour « la qualité de l'image radiographique » (1er choix pour 71% des praticiens).

Si nous envisageons les pourcentages obtenus pour les 2 premiers choix, les résultats sont encore plus probants : 85% des praticiens interrogés ont choisi « la qualité de l'image », 30% « le côté pratique » et 37% « la rapidité » de la méthode.

Tous les autres critères ont des pourcentages inférieurs à 20%.

La « rapidité d'obtention de l'image » apparaît comme l'atout majeur du système numérique. Le « côté pratique » est jugé important : le chirurgien-dentiste reste attentif au confort de son patient et recherche une facilité et une commodité d'exécution dans sa pratique.

Enfin, si nous considérons les 4 et 5ème choix, d'autres critères ne sont pas jugés prioritaires mais présentent un degré certain d'importance.

Les chirurgiens-dentistes sont sensibilisés à la quantité de rayons X émis puisqu'ils ont l'obligation de suivre une formation nécessaire à la protection des patients contre les rayonnements ionisants. Ils sont conscients de la nécessité de limiter les doses émises, ce qui explique le classement en 4ème position de « la quantité de rayonnements émis ».

L'importance de la « récupération de l'image » et du « stockage des clichés » sont également des critères qui rentrent dans l'optimisation de la pratique radiologique. Les fonctions logicielles sont des arguments sérieux dans l'achat d'un système numérique car elles s'avèrent essentielles dans l'analyse de l'image : nous pouvons dire que c'est ce qui fait la force de la radiologie numérique. Depuis l'invention de cette technologie, le stockage des radiographies est facilité : gains de temps et de place.

Enfin, il est satisfaisant de noter que certains critères comptent peu pour le chirurgien-dentiste. En effet, « l'habitude/savoir-faire » est peu important pour lui : il n'est pas enclin à la routine et cherche à optimiser sa pratique tout au long de sa vie professionnelle. De plus, « le coût » est un mauvais critère car la valorisation d'un cliché numérique est supérieure à celle du film argentique (Z6 au lieu de Z4). Pour finir, le système numérique semble être tout à fait adapté au niveau relationnel : un petit nombre de praticiens l'utilisent à des fins didactiques. La taille de l'image sur l'écran de l'ordinateur est un atout majeur dans la relation avec le patient. Ce critère est un argument commercial de la technique numérique mais les chirurgiens-dentistes n'accordent pas de grande importance à cet avantage.

.

Question 7 : Quelle image préférez-vous ?

Cette question permettait d'évaluer les préférences des praticiens, sans tenir compte du système utilisé (Fig.69 et 70).

Sur cette question, nous obtenons un fort taux d'abstention : près de 20% des participants n'ont pas répondu. Il est possible qu'ils n'aient pas compris la question, et trouvé une certaine redondance avec les questions posées antérieurement.

Un tiers des chirurgiens-dentistes interrogés ont une préférence pour l'image sur film argentique malgré l'évolution de la radiologie numérique et leur propre pratique. En effet, d'après les résultats, certains praticiens utilisent le système numérique alors qu'ils déclarent préférer l'image sur film argentique.

Préférence	Nombre	Pourcentage
Argentique	94	32,2
Numérique	146	50
Non réponse	52	17,8
Total	292	100

Fig.69 : Tableau représentant l'image préférée des praticiens

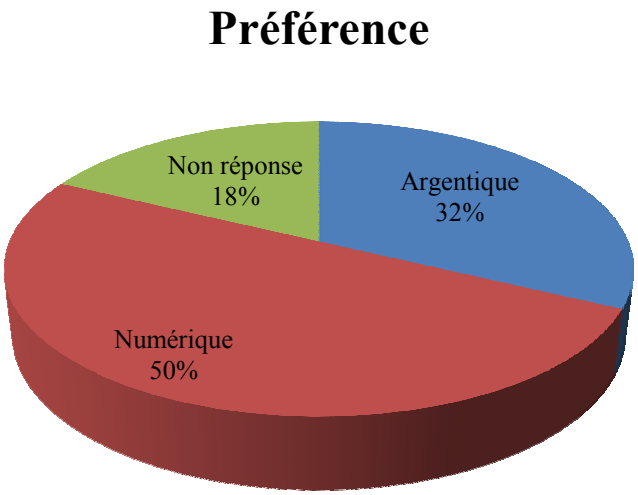

Fig.70 : Graphique représentant l'image préférée des praticiens

Question 11 : Etes-vous satisfait(e) de votre système de radiographie ?

Il était important de savoir si les chirurgiens-dentistes étaient satisfaits de leur système de radiographie (Fig.71 et 72).

Nous pouvons noter que plus des 4/5 des praticiens sont satisfaits, ce qui prouve que leur système répond à leurs attentes. Nous analyserons les motifs d'insatisfaction des autres praticiens dans les questions ultérieures.

Satisfaction	Nombre	Pourcentage
Satisfait	238	81,5
Insatisfait	29	9,9
Non réponse	25	8,6
Total	292	100

Fig.71 : Tableau représentant la satisfaction des praticiens par rapport au système utilisé

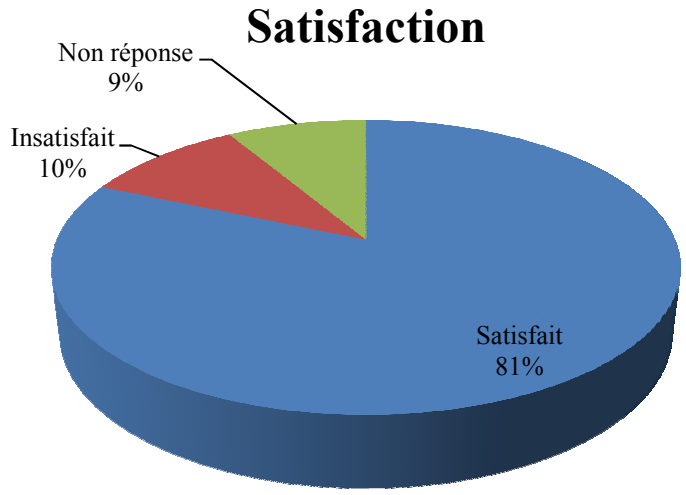

Fig.72 : Graphique représentant la satisfaction des praticiens par rapport au système utilisé

Question 12 : Pourriez-vous vous en passer ?

Nous voulions savoir si les praticiens pouvaient se passer de leur système : il en ressort que la quasi totalité des chirurgiens-dentistes interrogés affirment ne plus pouvoir se passer de leur système (Fig.73 et 74).

Il est vrai qu'aujourd'hui l'imagerie radiologique a pris une place capitale dans la confirmation ou l'infirmation du diagnostic établi au cours de l'examen clinique.

Toutefois, certains praticiens insatisfaits le sont au point qu'ils estiment leur installation inadéquate ou non primordiale dans leur exercice. Nous n'avons pas demandé de préciser l'activité professionnelle ou la spécialité pratiquée ; elle nous aurait peut-être permis d'expliquer les 5% de réponses négatives.

Système indispensable	Nombre	Pourcentage
Oui	278	95,2
Non	14	4,8
Total	292	100

Fig.73 : Tableau représentant le caractère indispensable ou non du système utilisé

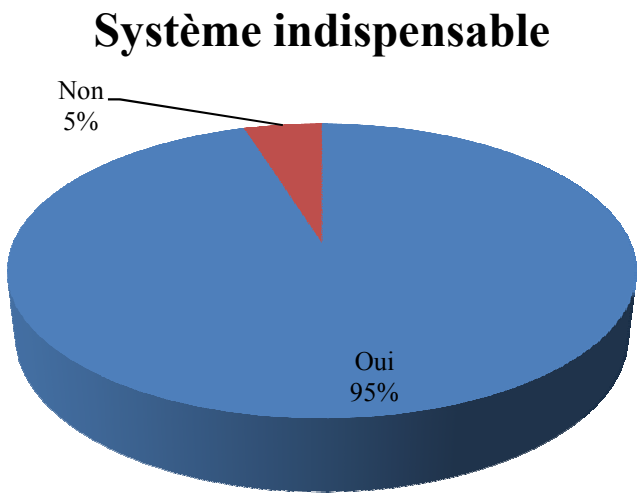

Fig.74 : Graphique représentant le caractère indispensable ou non du système utilisé

Question 13 : Si vous deviez en changer, le feriez-vous ? Vers quel système ?

Cette question consistait à compléter les résultats des 2 questions précédentes (Fig.75 et 76). En effet, il semble logique que si le praticien est satisfait de son système, il ne devrait pas vouloir en changer. Or, nous observons ici des résultats non concordants : plus du 1/4 déclare vouloir changer de système alors que seulement 10% sont insatisfaits.

Cette différence entre les résultats pourrait s'expliquer par l'essor technologique et son impact sur la société actuelle et, par conséquent, sur notre profession. Nous pouvons être satisfaits de notre équipement mais nous sommes attirés par la nouveauté ou par les techniques plus récentes et plus performantes qui offrent des améliorations certaines sur des critères importants comme la qualité de l'image, la simplicité et la rapidité de la pratique.

Changement de système	Nombre	Pourcentage
Oui	75	25,7
Non	216	74
Non réponse	1	0,3
Total	292	100

Fig.75 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens qui souhaiteraient changer de système

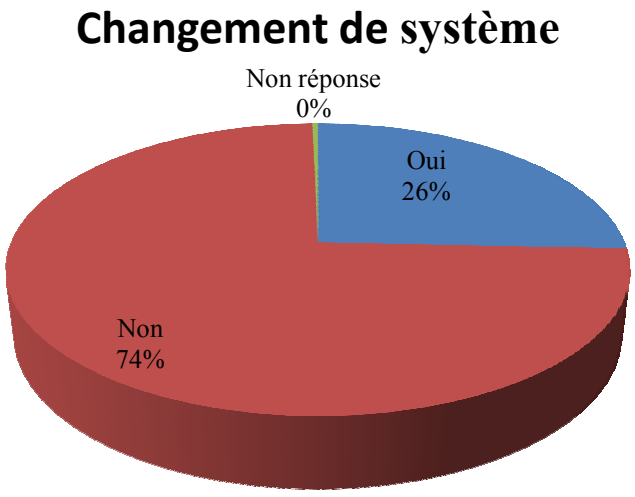

Fig.76 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens qui souhaiteraient changer de système

Chez les utilisateurs de la radiologie argentique, nous observons que près de la moitié des praticiens veulent changer de système.

Changement système argentique	Nombre	Pourcentage
Oui	23	44,3
Non	28	53,8
Non réponse	1	1,9
Total	52	100

Fig.77 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs de l'argentique qui souhaiteraient changer leur système

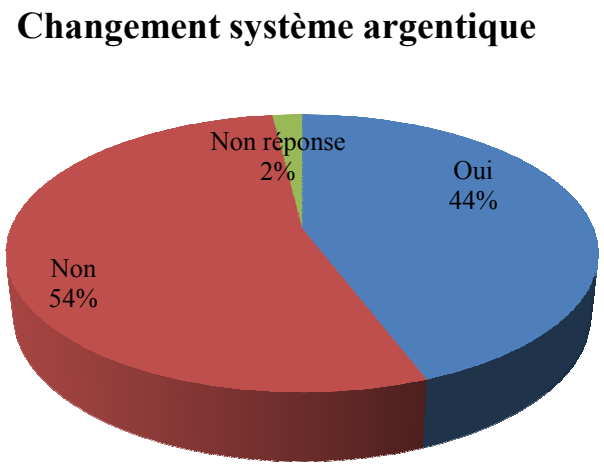

Fig.78 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs de l'argentique qui souhaiteraient changer leur système

A l'inverse, chez les utilisateurs de la radiologie numérique, 20% seulement des praticiens veulent changer de système.

Changement système numérique	Nombre	Pourcentage
Oui	34	19,8
Non	138	80,2
Total	172	100

Fig.79 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs du numérique qui souhaiteraient changer leur système

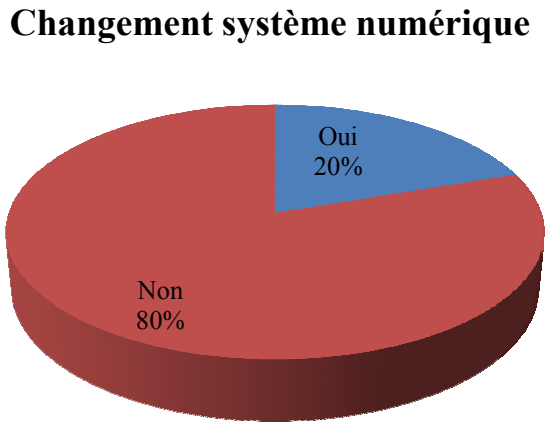

Fig.80 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs du numérique qui souhaiteraient changer leur système

Ces résultats confirment l'évolution de nos pratiques : l'utilisation du film argentique disparaît peu à peu au profit du numérique pour lequel les praticiens deviennent exigeants et expérimentés. Ils veulent évoluer mais gardent un esprit critique.

Il est également important de connaître le système vers lequel les praticiens veulent s'orienter après changement :

-Dans plus de la moitié des cas, le praticien voudrait changer pour acquérir un capteur type ERLM. Nous verrons qu'il le juge plus performant.

-Dans près de 1/6 des cas, il changerait pour un capteur sans fil.

-12% des chirurgiens-dentistes franchiraient le cap vers la radiologie numérique.

-Plus de 9% d'entre eux désireraient obtenir un capteur avec une taille plus adaptée et qui soit plus souple et plus fin.

-Plus de 5% désireraient changer mais ne savent pas vers quel système.

Les praticiens souhaiteraient, par contre, évoluer dans la pratique du numérique pour la technique ERLM présentant un engouement actuel certain.

Enfin, les doléances les plus fréquentes concernent le capteur lui-même (format, rigidité, présence de fil, maniabilité). Ces inconvénients seront donc à améliorer dans l'avenir.

Système désiré	Nombre	Pourcentage
Sans fil	11	14,7
ERLM	40	53,3
Taille du capteur + adapté	7	9,3
Numérique	9	12
CCD	1	1,3
Fil	1	1,3
Non réponse	4	5,3
Total	75	100

Fig.81 : Tableau représentant le système désiré après changement

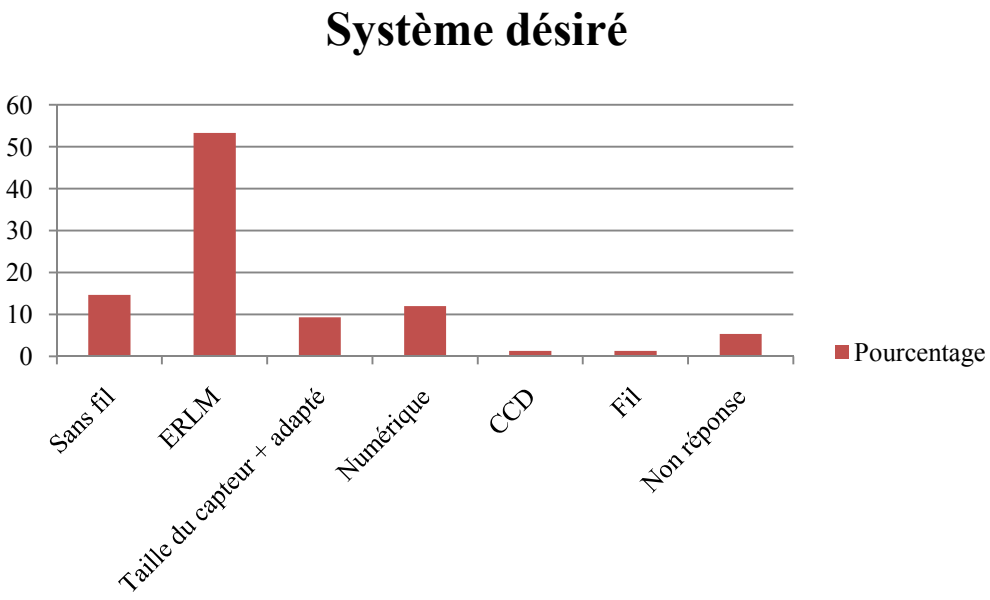

Fig.82 : Graphique représentant le système désiré après changement

Concernant les praticiens utilisant le système argentique (Fig.83 et 84) et qui voudraient changer de système (44%), près de la moitié changerait pour acquérir un capteur ERLM, contre seulement 4% qui désireraient se tourner vers un capteur CCD : l'attrait pour le système ERLM peut s'expliquer par le fait qu'il soit similaire à un film conventionnel par son format. Par ailleurs, 39% des utilisateurs de l'argentique veulent un système numérique sans préciser le type de capteur, vraisemblablement parce qu'ils n'ont pas encore entamé les démarches (étude des différents systèmes,…) pour modifier leur pratique radiologique.

Système désiré Argentique	Nombre	Pourcentage
ERLM	11	47,8
CCD	1	4,3
Numérique	9	39,2
Non réponse	2	8,7
Total	23	100

Fig.83 : Tableau représentant le système désiré par les utilisateurs de l'argentique après changement

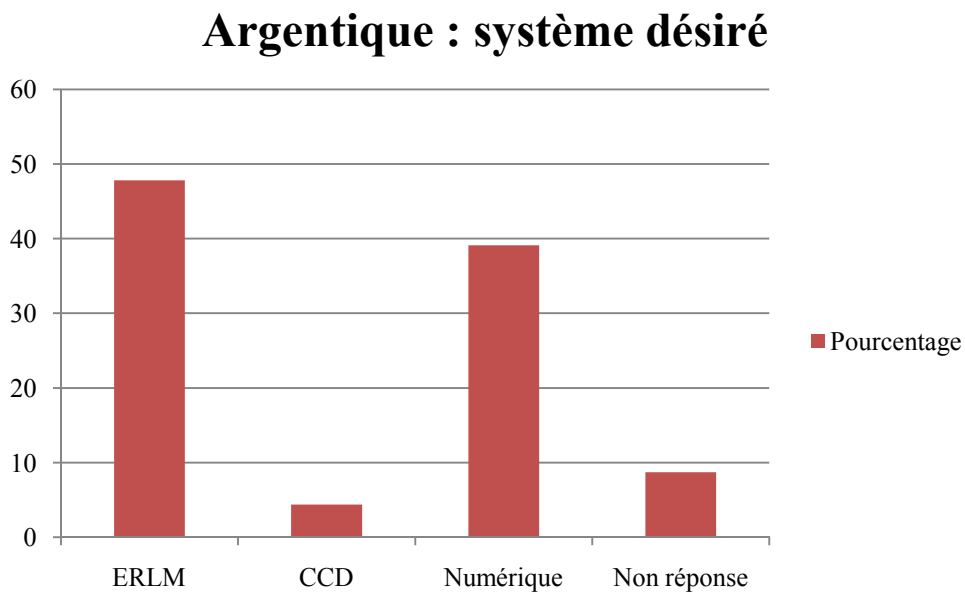

Fig.84 : Graphique représentant le système désiré par les utilisateurs de l'argentique après changement

En ce qui concerne les utilisateurs de la radiologie numérique (Fig.85 et 86) qui désireraient changer de système (20%), aucun d'entre eux ne voudrait « retourner » vers la radiologie argentique. Nous retrouvons ici l'engouement pour la technique ERLM puisque près de la moitié des praticiens voudraient changer leur technique numérique pour ce procédé. Près du 1/3 voudrait un capteur sans fil et près du 1/6 aimerait acquérir un capteur ayant une taille et une forme plus adaptées. Parmi tous les utilisateurs de capteurs ERLM, aucun ne désirerait changer de système : ils sont tous, sans exception, satisfaits de leur capteur.

Système désiré Numérique	Nombre	Pourcentage
Sans fil	10	29,4
ERLM	16	47,1
Taille capteur plus adapté	5	14,7
Fil	1	2,9
Non réponse	2	5,9
Total	34	100

Fig.85 : Tableau représentant le système désiré par les utilisateurs du numérique après changement

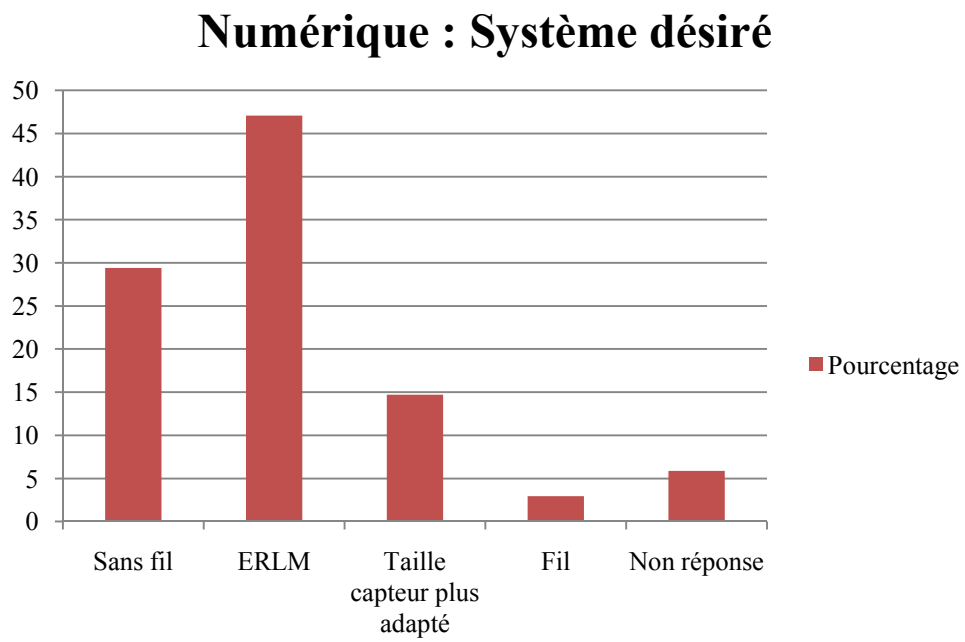

Fig.86 : Graphique représentant le système désiré par les utilisateurs du numérique après changement

Question 14 : Commentaires personnels

Peu de praticiens évalués ont répondu à cette question ouverte (moins de 20%).

Nous avons donc jugé qu'il était important de faire figurer l'ensemble des commentaires laissés par les personnes interrogées. Nous les avons classés en fonction du type de radiologie. Les données recueillies et exposées sont brutes, c'est-à-dire telles qu'elles ont été formulées par les praticiens.

Commentaires concernant la radiologie numérique en général :

« Le numérique est globalement mieux mais les capteurs sont difficiles à manipuler. »

« Capteur numérique trop gros en bouche. »

« La qualité du numérique est 1000 fois moindre de celle de l'argentique (précision de l'image) mais la numérique a tout de même 3 avantages :

-rapidité d'obtention de l'image,

-réduction substantielle de l'exposition (patient et praticien),

-relation avec le patient (modernité/didactique). »

« Inconfort pour le patient des systèmes numériques (capteur + angulateur). »

« Coût beaucoup trop élevé ! »

« Numérique : rapidité d'obtention de la radio mais difficile à placer en bouche et pas toujours grande qualité d'image par rapport à l'argentique. »

« Qualité moindre de l'image réelle. N'est pas un outil diagnostic fiable. Coût important car renouvellement fréquent. Seul avantage par rapport à l'argentique : sa rapidité. »

« La radiologie numérique récente est performante, supérieure en qualité d'image à l'argentique pour une exposition faible. »

« Je tiens à garder les 2 systèmes (argentique et numérique) : ils sont complémentaires. Des progrès restent à faire concernant les angulateurs pour radio numérique (il faut le plus souvent que le chirurgien-dentiste tienne le capteur avec ses doigts !!). »

« La solidité et la durée de vie du capteur sont essentiels (2 capteurs Siemens™ en 15 ans. »

« Il faut tenir compte d'un coût de maintenance abusif pour certaines marques (DIGORA™) et vérifier les compatibilités processeur/logiciel capteur. » *(Utilisateur capteur CCD)*

« La radiologie numérique est le passé, le présent et surtout l'avenir car l'argentique va disparaître ! » *(Utilisateur des 2 systèmes numérique et argentique)*

« Attention : bien sauvegarder les clichés tous les jours. »

« J'ai d'abord utilisé un système filaire (capteur CCD) et j'ai changé pour le système ERLM car j'avais régulièrement des problèmes au niveau du fil suite à des « morsures ». »

« Si recherche qualité : utilisation argentique ; si recherche simple ou rapide : utilisation numérique. » *(Utilisateur des 2 systèmes numérique et argentique)*

« Le numérique, sens de l'histoire ! »

« Le numérique va encore évoluer et deviendra incontournable. » *(Utilisateur de l'argentique)*

« Très dur de s'en passer quand même. »

« Radio numérique pendant 4 ans, non remplacée après rupture du câble du capteur. » *(Utilisateur argentique)*

« Pour l'instant, aucun des systèmes numériques que je connais n'est suffisamment pratique et performant. »

« Mauvaise expérience du numérique en remplacement (peut-être mauvais réglage des contrastes !) » *(Utilisateur de l'argentique)*

Il ressort de ces commentaires que les capteurs numériques, en général, semblent avoir un défaut majeur : leur taille imposante en bouche. De plus, les utilisateurs rappellent ici que le coût est relativement plus élevé par rapport à la radiologie conventionnelle. Cependant, nombreux indiquent la facilité et la rapidité d'obtention de l'image radiographique avec le système numérique : grand atout de cette technique.

Commentaires concernant les capteurs ERLM :

« Le capteur ERLM allie la praticité du film argentique et la facilité du stockage du numérique. »

« La qualité d'image des capteurs ERLM donne bien meilleure satisfaction que mon ancien capteur numérique (CCD). On se rapproche de la qualité des radios argentiques avec les avantages du numérique. C'est, pour moi, un très bon système. »

« En premier, j'ai utilisé un capteur CCD : très belle image mais fragilité extrême, coût capteur +++. Depuis environ 10 ans j'utilise des capteurs ERLM et je suis très satisfait : rapport qualité/prix (mais images un peu moins belles). »

« J'ai travaillé pendant 7 ans avec un capteur CCD mais capteur plus petit et image de moins bonne qualité par rapport à mon système actuel (ERLM). »

« Je changerai pour les nouvelles version de DIGORA™. » *(Utilisateur du capteur ERLM)*

« L'inconvénient du capteur ERLM est sa fragilité (rayures). »

« Le système capteur DIGORA™ me donne entière satisfaction. Je l'utilise depuis 15 ans et je ne changerais pas pour un autre système : système parfait ! »

« Viens de changer (< 1 an) capteur CCD pour capteur ERLM et est très satisfaite. »

Nous remarquons ici que les praticiens utilisant les capteurs ERLM paraissent pleinement satisfaits. En outre, comme nous l'avons précisé auparavant, aucun d'entre eux ne souhaite changer de système. Seul petit bémol : sa fragilité de surface avec l'apparition de rayures qui se répercute sur la précision de l'image radiographique.

Commentaires concernant les capteurs CCD/CMOS :

« Volume du capteur gênant dans les zones molaires. »

« Capteur fragile. »

« Difficultés pour placer le capteur (rigide) chez certains patients. »

« J'ai beau préférer l'image argentique (plus précise), j'utilise le numérique (capteur CMOS/APS) pour le gain de temps apporté et sa facilité d'utilisation. »

« Le capteur (CCD) est filaire et la télécommande placée au bout du fil est très lourde !! VRAI problème. »

« En cours de changement de système suite à une panne (fragilité !) du capteur (CCD avec fil). Sachant que le capteur au phosphore demande plus de manipulation (donc perte de temps), difficile d'avoir un système idéal sans inconvénient… »

« Système fiable, précis, rapide. Rayonnement très faible. »

« Fiabilité des capteurs à améliorer car trop fragiles. »

« Capteur difficile à insérer en bouche (fil). »

« Il faudrait encore améliorer la qualité des radios numériques tout en conservant la rapidité de transfert sur l'ordinateur ainsi que développer des angulateurs adaptés au capteur, plus pratiques. »

« Souvent rapide usure du câble. »

« La taille des capteurs numériques CCD ne facilite pas la prise des clichés sous une

angulation optimale au maxillaire (surtout) mais offre une reprise rapide. »

« Le relief au dos du capteur le rend impossible à faire tenir par le patient ; angulateurs souvent peu pratiques. »

« Capteur peu pratique. Fil gênant, souvent obligé de le tenir à la main lors de la prise. »

« Prochaine amélioration : capteur souple. »

« A quand les capteurs plus fins et plus souples ? »

Nous pouvons noter que de nombreux utilisateurs de capteurs à numérisation directe regrettent que leur aspect (forme, volume, rigidité, fil) ne soit pas plus adapté à leur positionnement en bouche, sans compter que les angulateurs disponibles sur le marché ne leur apportent pas grande satisfaction : des progrès restent à faire. Cependant, la rapidité de cette technique reste l'atout majeur : les praticiens en sont tout à fait satisfaits.

Commentaires concernant la radiologie argentique :

« L'image argentique (en qualité) n'est pas dépassée. »

« Utilisation de radiographies argentiques avec un recul de 30 ans. Développement ultra simple avec monobain, développement définitif (hors séchage) en 1 min à coût extrêmement réduit. Stockage et lisibilité intacte (comme à l'origine) au bout de 30 ans… Pas de panne à signaler du matériels utilisés pendant ce laps de temps (technologie simple : moins de maintenance et de problèmes techniques à résoudre). »

« J'ai utilisé un système RVG pendant 7 ans et je suis revenu à l'argentique pour des raisons qualitatives. » (*Le praticien a coché qu'il voudrait changer de système pour se diriger vers un capteur CCD).*

« Image radiologique parfaite en argentique. Ne pas abuser à cause du rayonnement. »

Praticien utilisant l'argentique : « J'ai une RVG achetée dans les années 1990 à la cave. J'attends un système type ERLM mais à un prix très inférieur qui semble avoir les qualités et les avantages du numérique et de l'argentique. »

« Désolé, je suis toujours adepte de l'argentique et le questionnaire s'adresse surtout à des praticiens utilisant le numérique. »

« Changement prévu en fin d'année (système actuel : argentique) pour le

PSPIX™ (ERLM) : gain de temps de développement, régularité des résultats. »

« Il serait souhaitable qu'une nouvelle technique sans rayonnement voit le jour pour échapper aux contrôles obligatoires ! Le coût annuel, dans mon cas, surpasse de très loin les honoraires des clichés argentiques, sans parler de l'amortissement du matériel ni des bains de développement. »

« Absolument partisan de l'argentique, il n'y a pas mieux au niveau de la « finesse du cliché » ! Et surtout très utile en endodontie avec angulateur, échelle 1, pour la longueur des canaux. »

« Argentique plus précis. »

« Les 2 techniques sont complémentaires, le numérique ne dispense pas de l'argentique. »

« Réelle supériorité de l'argentique. »

Il découle de ces commentaires que la qualité de l'image argentique est largement mise en avant et, selon les utilisateurs de cette technique, n'a pas encore été égalée par l'image numérique : pour eux, cette dernière vient donc en complément et ils ne concevraient pas d'utiliser uniquement le système numérique. D'ailleurs, nous pouvons remarquer que quelques utilisateurs de capteurs numériques sont « revenus » au film argentique. Toutefois, plusieurs praticiens sont bien conscients de l'irradiation plus importante de cette technique comparée à la numérique. Certains sont prêts à changer pour un capteur ERLM, peut-être du fait de « sa ressemblance » avec le film conventionnel.

4-3 Discussion

Une enquête menée auprès de 326 chirurgiens-dentistes de la région Auvergne, en 2002, dans le cadre de la thèse d'exercice de S. Rodrigues [62], indique que la radiologie numérique est utilisée dans 63% des cabinets dentaires. Les principales causes de non-possession d'un système de radiologie numérique mises en évidence lors de cette étude sont le coût trop élevé (59%), l'absence d'informatisation du cabinet (39%) et le mauvais rendu de l'image (31,5%). Par ailleurs, nous remarquons que 39% des praticiens non-possesseurs comptent s'équiper prochainement.

L'enquête que nous avons réalisée montre des résultats différents : 83,6% des cabinets dentaires sont équipés de capteurs numériques. Il est vrai qu'en 8 ans, l'avancée technologique a été telle que la radiologie numérique a pris de plus en plus d'ampleur.

La répartition entre les utilisateurs de capteurs CCD et ERLM varie selon le pays :

-Une étude effectuée en 2001 en Norvège par Wenzel et Møystad [79] indique que 61% des praticiens utilisent des capteurs ERLM alors que seulement 35% utilisent des capteurs CCD.

-Il en est de même aux Pays-Bas : une étude menée en 2002 par Berkhout et ses collaborateurs [7] montre que 67.5% des chirurgiens-dentistes utilisent des capteurs ERLM alors que 32.5% utilisent des capteurs CCD.

-En revanche, l'enquête de S. Rodrigues, réalisée en 2002 en France (en Auvergne), montre que la grande majorité des chirurgiens-dentistes utilise les capteurs CCD (87%) contre seulement 10% pour les capteurs ERLM. L'origine de cet écart semblait être la méconnaissance de la technologie ERLM. Mais notre enquête met en évidence un début d'inversion de la tendance pour se rapprocher des modèles nordiques : 70.3% des praticiens utilisent des capteurs CCD/CMOS alors que presque 1/4 d'entre eux ont opté pour le système ERLM. Cela peut s'expliquer par le fait que cette dernière technologie a vu sa durée d'acquisition de l'image nettement diminuer (30 secondes à 3 secondes pour les derniers modèles). De plus, son format autorise une maniabilité aisée en bouche ce qui est une des qualités primordiales requises pour un capteur radiologique.

L'orientation d'un cabinet dentaire vers une spécialisation peut guider le choix entre les différents systèmes de radiographie :

-Les jeunes patients n'acceptent pas le placement en bouche d'un capteur CCD,

par conséquent un cabinet pratiquant beaucoup d'actes pédiatriques préfèrera les capteurs ERLM.

-Les praticiens réalisant de nombreux actes endodontiques apprécient la rapidité d'obtention des images des capteurs CCD.

-Les parodontologistes préfèrent, quant à eux, l'utilisation des films argentiques lors de la réalisation des bilans radiographiques. L'affichage à l'écran de la totalité du bilan provoque une forte diminution de la taille de chaque radiographie numérique, ce qui nuit à la lisibilité du bilan.

Wenzel et Møystad indiquent qu'environ la moitié des utilisateurs des capteurs CCD continuent à utiliser des films conventionnels, contre 38% pour les utilisateurs des capteurs ERLM. La différence entre les 2 systèmes numériques peut s'expliquer par l'utilisation de films argentiques pour réaliser une radiographie rétrocoronaire (bite-wing), au lieu d'un capteur CCD (les praticiens ne possédant pas un capteur CCD de grande taille et le fil empêchant la fermeture en occlusion).

L'enquête de S. Rodrigues montre que près de 93% des chirurgiens-dentistes sont satisfaits de leur système de radiologie numérique et 83% déclarent qu'ils ne pourraient plus s'en passer. Un tiers des praticiens ne changeraient pas de système de radiologie numérique (peut-être en sont-ils totalement satisfaits), alors que 39% voudraient en changer pour un autre plus récent ou plus performant, sans fil et/ou plus petit. Nous avons obtenu des chiffres similaires à ces questions.

Il remarque également que 49% des praticiens ayant répondu préfèrent l'image numérique, tandis que 47% préfèrent l'image argentique.

D'un point de vue ergonomique, 95% des chirurgiens-dentistes interrogés jugent que leur investissement est avantageux.

D'un point de vue financier, 78% trouvent la radiologie numérique totalement ou partiellement rentable alors que 20% sont en désaccord sur ce sujet.

En dépit de son coût (investissement et maintenance), la radiologie numérique semble être un bon investissement, l'aspect pratique du système et l'impression de modernité du cabinet dentaire prédominent sur le coût financier important de l'investissement.

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif, non pas de démontrer la supériorité d'un système de radiologie par rapport à un autre, mais plutôt d'éclaircir certains points quant à l'utilisation de la radiologie dans la pratique quotidienne des chirurgiens-dentistes, ainsi que de connaître le nombre d'utilisateurs de chaque système car peu de chiffres sont diffusés à ce sujet.

Ainsi, l'enquête nous montre que près de 59% des praticiens interrogés utilisent uniquement la radiologie numérique : l'expansion de cette technologie est certaine, ses principales qualités étant sa rapidité, sa facilité de stockage et ses nombreuses possibilités de traitement de l'image. Parmi les utilisateurs de ce système, une large majorité est équipée de capteurs CCD (57%) alors que 23% sont munis de capteurs ERLM. Cependant, cette tendance est susceptible de s'inverser : de nombreux praticiens n'étaient pas satisfaits de leur capteur CCD et souhaitaient en changer pour acquérir un capteur ERLM.

Toutefois, nous pouvons noter que près de 23% des chirurgiens-dentistes de l'échantillon utilisent les deux systèmes, argentique et numérique : ils sont conscients que le numérique a ses limites et ils n'hésitent pas à ressortir les films conventionnels en cas de doute, d'incertitude ou de panne de leur appareillage numérique.

Enfin, 17% d'entre eux, une grande majorité de chirurgiens-dentistes ayant plus de 20 ans d'expérience, sont réfractaires au passage à la radiologie numérique et restent fidèles au film conventionnel dont ils sont pleinement satisfaits.

A l'heure actuelle, l'essor des nouvelles technologies est tel que la radiologie numérique est en passe de devenir le système radiologique incontournable, et sa présence dans chaque cabinet dentaire sera donc, à l'avenir, inévitable.

Par conséquent, il serait intéressant de reproduire notre enquête dans quelques années afin d'obtenir de nouvelles données sur le sujet et, de suivre ainsi l'évolution des pratiques et d'étudier si celles-ci sont en adéquation directe avec les avancées technologiques.

ANNEXES

Annexe 1 :

Courrier accompagnant le questionnaire

Mlle GUYOT Mélanie
12, route de Luxeuil
70200 QUERS

A Nancy, le 20 septembre 2010

Objet: Enquête dans le cadre d'une thèse d'exercice

Cher Confrère,

J'ai souhaité orienter ma thèse de fin de troisième cycle de Chirurgie-Dentaire sur le choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale.

Ainsi j'ai réalisé un questionnaire à votre intention afin de connaître votre sentiment et vos réactions à ce sujet. Il est bien entendu anonyme.
Je vous prie de trouver ci-joint le questionnaire et vous serais reconnaissante de bien vouloir y répondre, en vous remerciant par avance pour votre aide.

Je me permets de le déposer à votre cabinet et je repasserai le chercher d'ici une semaine.

En vous renouvelant mes remerciements, je vous prie de croire, mon Cher Confrère, à l'assurance de mes meilleurs sentiments.

Mélanie Guyot

Annexe 2 :

Exemplaire questionnaire distribution

Enquête: Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale

1 Etes-vous ? ☐ une femme ☐ un homme

2 Où exercez-vous? Département : ..... ☐ zone urbaine ☐ zone rurale

3 Exercez-vous? ☐ seul(e) ☐ en cabinet de groupe ☐ en milieu hospitalier

4 Depuis combien de temps avez-vous terminé vos études?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

5 Depuis combien de temps exercez-vous dans un cabinet?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

6 Dans votre pratique radiographique, quelles sont les valeurs que vous recherchez?
(Pour chacun des items suivants, donnez une note entre 0 et 3 en l'entourant,merci de ne pas mettre plus de trois notes égales à 3)

0=non, pas du tout 1=plutôt non 2=plutôt oui 3=oui, tout à fait

_ la qualité de l'image radiographique	0 - 1 - 2 - 3
_ son côté pratique en bouche	0 - 1 - 2 - 3
_ par habitude/savoir-faire	0 - 1 - 2 - 3
_ le stockage	0 - 1 - 2 - 3
_ sa facilité de la récupération de l'image /développement	0 - 1 - 2 - 3
_ la rapidité d'obtention de l'image	0 - 1 - 2 - 3
_ la quantité de rayonnements émis	0 - 1 - 2 - 3
_ le coût	0 - 1 - 2 - 3
_ les capacités d'exploration de l'image	0 - 1 - 2 - 3
_ l'éducation du patient	0 - 1 - 2 - 3
_ sa facilité à multiplier les incidences /les clichés	0 - 1 - 2 - 3

Parmi les 11 items proposés ci-dessus, ***choisissez les 5 plus importants pour vous, et classez-les selon l'ordre de vos priorités de 1 à 5*** *sur le tiret situé à gauche de l'item, prévu à cet effet.*

7 Quelle image préférez-vous?
☐ argentique ☐ numérique

8 Quel système de radiographie intra-buccale utilisez-vous ?
☐ Argentique
☐ Numérique
☐ les deux:
- ☐ en majorité argentique
- ☐ en majorité numérique
- ☐ autant l'un que l'autre

9 Si vous avez un système numérique, depuis combien de temps l'utilisez-vous?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

10 Si vous utilisez le système numérique, quel type de capteur possédez-vous?
☐ ERLM (capteur au phosphore sans fil type Digora)
☐ CCD (capteur électronique avec ou sans fil)
☐ CMOS/CMOS APL (capteur analogique avec ou sans fil)
☐ autre:.....

11 Etes-vous satisfait(e) de votre système de radiographie?
☐ oui ☐ non

12 Pourriez-vous vous en passer?
☐ oui ☐ non

13 Si vous deviez en changer, le feriez-vous vers un autre système?
☐ oui ☐ non

si oui, vers quel système: .....

14 Commentaires personnels:
.....
.....
.....
.....

Annexe 3 :

Exemplaire questionnaire conférence

Enquête: Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale

Auteur: Mélanie Guyot, étudiante en 6ème année Chirurgie-Dentaire, Faculté de Nancy

Cher Confrère,

J'ai souhaité orienter ma thèse de fin de second cycle de Chirurgie-Dentaire sur le choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale.
Ainsi j'ai réalisé un questionnaire à votre intention afin de connaître votre sentiment et vos réactions à ce sujet. Il est bien entendu anonyme.
Je vous prie de trouver ci-dessous le questionnaire et vous serais reconnaissante de bien vouloir y répondre, en vous remerciant par avance pour votre aide.

En vous renouvelant mes remerciements, je vous prie de croire, mon Cher Confrère, à l'assurance de mes meilleurs sentiments.

Mélanie Guyot

Questionnaire

1 Etes-vous ? ☐ une femme ☐ un homme

2 Où exercez-vous? Département : ..... ☐ zone urbaine ☐ zone rurale

3 Exercez-vous? ☐ seul(e) ☐ en cabinet de groupe ☐ en milieu hospitalier

4 Depuis combien de temps avez-vous terminé vos études?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

5 Depuis combien de temps exercez-vous dans un cabinet?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

6 Dans votre pratique radiographique, quelles sont les valeurs que vous recherchez?
(Pour chacun des items suivants, donnez une note entre 0 et 3 en l'entourant,merci de ne pas mettre plus de trois notes égales à 3)
0=non, pas du tout 1=plutôt non 2=plutôt oui 3=oui, tout à fait

_ la qualité de l'image radiographique	0 - 1 - 2 - 3
_ son côté pratique en bouche	0 - 1 - 2 - 3
_ par habitude/savoir-faire	0 - 1 - 2 - 3
_ le stockage	0 - 1 - 2 - 3
_ sa facilité de la récupération de l'image /développement	0 - 1 - 2 - 3
_ la rapidité d'obtention de l'image	0 - 1 - 2 - 3
_ la quantité de rayonnements émis	0 - 1 - 2 - 3
_ le coût	0 - 1 - 2 - 3
_ les capacités d'exploration de l'image	0 - 1 - 2 - 3
_ l'éducation du patient	0 - 1 - 2 - 3
_ sa facilité à multiplier les incidences /les clichés	0 - 1 - 2 - 3

Parmi les 11 items proposés ci-dessus, ***choisissez les 5 plus importants pour vous, et classez-les selon l'ordre de vos priorités de 1 à 5*** *sur le tiret situé à gauche de l'item, prévu à cet effet.*

7 Quelle image préférez-vous?
☐ argentique ☐ numérique

8 Quel système de radiographie intra-buccale utilisez-vous ?
☐ Argentique
☐ Numérique
☐ les deux:
☐ en majorité argentique
☐ en majorité numérique
☐ autant l'un que l'autre

9 Si vous avez un système numérique, depuis combien de temps l'utilisez-vous?
☐ depuis moins de 5 ans ☐ entre 5 et 10 ans
☐ entre 10 et 20 ans ☐ depuis plus de 20 ans

10 Si vous utilisez le système numérique, quel type de capteur possédez-vous?
☐ ERLM (capteur au phosphore sans fil type Digora)
☐ CCD (capteur électronique avec ou sans fil)
☐ CMOS/CMOS APL (capteur analogique avec ou sans fil)
☐ autre:.....

11 Etes-vous satisfait(e) de votre système de radiographie?
☐ oui ☐ non

12 Pourriez-vous vous en passer?
☐ oui ☐ non

13 Si vous deviez en changer, le feriez-vous vers un autre système?
☐ oui ☐ non

si oui, vers quel système: .....

14 Commentaires personnels:
.....
.....
.....
.....

Merci de déposer le questionnaire à l'endroit prévu à cet effet (urne verte et blanche près de la sortie de la salle)

Ne m'oubliez pas! Un grand merci pour votre participation.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] Ameli.fr : Nomenclature Générale des Actes Professionnels restant en vigueur depuis la décision UNCAM du 11 mars 2005 [en ligne]. Disponible sur :
http://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/ngap-20100528.pdf

[2] Ameli.fr : les tarifs conventionnels pour les chirurgiens-dentistes [en ligne]. Disponible sur :
http://www.ameli.fr/professionnels-de-sante/chirurgiens-dentistes/votre-convention/les-tarifs-conventionnels.php

[3] Annuaire du Dentaire : Scanner ERLM [en ligne]. Disponible sur :
http://www.annuairedentaire.com/detail-entreprise.php?id=F3377&action=2

[4] ARBAB-CHIRANI R., DIEMER F.
Imagerie radiologique : le point en 2010.
Inf Dent, juin 2010 ; 92 : 27-34

[5] BAECHLER S., MONNIN P., AROUA A., VALLEY J.F., PERRIER M., VERDUN F.R.
Situation actuelle de l'irradiation du patient en radiologie dentaire.
Radioprot. 2006 ; 41 : 333-344

[6] BARBAT J., MESSER H.H.
Detectability of artificial periapical lesions using direct digital and conventional radiography.
J Endod, 1998 ; 24 : 837-842

[7] BERKHOUT W.E., SANDERINK G.C.H., VAN DER STELT P.F.
A comparison of digital and film radiography in Dutch dental practices assessed by questionnaire.
Dentomaxillofac Radiol, 2002 ; 31 : 93-99

[8] BERKHOUT W.E., SANDERINK G.C.H., VAN DER STELT P.F.
Does digital radiography increase the number of intraoral radiographs? A questionnaire study of Dutch dental practices.
Dentomaxillofac Radiol, 2003 ; 32 : 124-127

[9] BONNET E.
Evaluation des capacités techniques des capteurs numériques intra-buccaux.
Thèse : Chir. Dent., Lyon ; 1995

[10] BONNET E., PAILHES D., FORTIN T., JOURLIN M., COUBERT JL.
Sémiologie radiologique.
EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie, 23-722-A-10, 2001

[11] BORG E., ATTAELMANAN A., GRÖNDHAL H.G.
Image plate systems differ in physical performances.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2000 ; 89 : 118-124

[12] BORG E., ATTAELMANAN A., GRÖNDHAL H.G.
Subjective quality of solid-state and photostimulate phosphor systems for digital intra-oral radiography.
Maxillofacial Radiol 2000 ; 29 : 70-75

[13] CAVEZIAN R., PASQUET G.
L'imagerie médicale en odontologie.
Editions CdP, Collection Mémento, Paris, 2005, 183p.

[14] CAVEZIAN R., PASQUET G., BEL G., BALLER G.
Imagerie dento-maxillaire, approche radio-clinique.
Masson, Paris, 3ème édition, 2006, 370p.

[15] CHAUMEIL B.
La radiologie numérique en odontologie.
Inf Dent, 1994 ; 37 : 33-51

[16] CHOUKROUN K.
L'imagerie radiologique numérique en odontologie en 1998. Evaluation des praticiens via une enquête de satisfaction.
Thèse : Chir. Dent., Paris 7, 1998, 142p.

[17] COLLADO V., DALLEL R.
Radiographie rétrocoronaire conventionnelle et numérique dans le diagnostique carieux : performances, limites.
Rev Odont Stomat, 2003 ; 32 : 291-302

[18] DAINTY J.C., SHAW R.
Image science: Principles, analysis and evaluation of photographic-type processes.
Acad Press (London and New York), 1974, 402 p.

[19] DILLENSEGER J.P., MOERSCHEL E.
Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie. Quand la théorie éclaire la pratique.
Elsevier Masson SAS, Issy-les-moulineaux, 2009, 389p.

[20] DUBIEF B.
La radiologie intra-orale en odontologie: confrontation argentique et numérique.
Thèse: Chir. Dent., Montpellier, 2007, 91p.

[21] FARMAN A.G., LEVATO C.M.
Integrating digital radiography: from diagnostic input to procedure guidance.
Alpha Omegan, 2007 ; 99 : 117-123

[22] FARRIER S.L., DRAGE N.A., NEWCOMBE R.G., HAYES S.J., DUMMER P.M.H.
A comparative study of image quality and radiation exposure for dental radiographs produced using a charge-coupled device and a phosphor plate system.
Int Endod J, 2009 ; 42 : 900-909

[23] FOUCART JM., FELIZARDO R., BIDANGE G.
La radioprotection en odontologie. Réglementation française et nouvelles normes européennes.2ème édition
Editions CdP, Collection Mémento, Paris, 2007, 126p.

[24] Groupe-mr : Matériel informatique [en ligne]. Disponible sur :
http://www.groupe-mr.com/informatique.htm

[25] HAURET L., BAR D., MARION P., GRAF C., DUPOUY F., PEJAC MT., BOYER B.
Imagerie dento-maxillo-faciale. Radiologie conventionnelle analogique et numérique. Echographie.
EMC (Elsevier SAS, Paris), Stomatologie, 22-010-D-20, 2006

[26] HIDEBOLT C.F., COUTURE R.A., WHITING B.R.
Dental photostimulable phosphor radiography.
Dent Clin North Am, 2000 ; 44 : 273-297

[27] HUMBERT G.
Comparaison de différents systèmes radiographiques dentaires appliqués à la pratique quotidienne (argentique-numérique).
Thèse: Chir. Dent., Nancy, 2000, 123p.

[28] JONES P., REYCHLER H., ENGELS H., WAMBERSIE A.
Exposition radiologique du patient en Médecine Dentaire : comparaison des doses délivrées par différentes techniques.
Rev Bel Méd Dent, 2007 ; 62 : 4-24

[29] KAEPPLER G., VOGEL A., AXMANN-KRCMAR D.
Intraoral storage phosphor and conventional radiography in the assessment of alveolar bone structures.
Dentomaxillofac Radiol, 2000 ; 29 : 362-367

[30] KIEFER H., LAMBRECHT J.T., ROTH.
Dose exposure from analog and digital full mouth radiography and panoramic radiography.
Schweiz Monatsschr Zahnmed, 2004 ; 114 : 283-287

[31] KITAGAWA H., SCHEETZ J.P., FARMAN A.G.
Comparison of complementary metal oxide semiconductor and charge-coupled device intra-oral X-ray detector using subjective image quality.
Dentomaxillofac Radiol, 2003 ; 32 : 408-411

[32] Kodac Dental Systems : Générateur de rayons X [en ligne]. Disponible sur : http://eamer.carestreamdental.com/~/media/files/eamer%20site/digital%20imaging/rvg205100206100brochfre.ashx

[33] KOSITBOWORNCHAI S. et al.
Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography.
Dentomaxillofac Radiol, 2001 ; 30 : 106-109

[34] KULLENDORFF B., PETERSSON K., ROHLIN M.
Direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions: a clinical study.
Endod Dent Traumatol, 1997 ; 13 : 183-189

[35] KUNZEL A., SCHERKOWSKI D., WILLERS R., BECKER J.
Visually detectable resolution in intraoral films.
Maxillofac Radiol, 2003 ; 32 : 385-389

[36] LUDLOW J.B., DAVIES-LUDLOW L.E., WHITE SC.
Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation.
J Am Dent Assoc, 2008 ; 139 : 1237-1243

[37] LUDLOW J., MOL A.
Image-receptor performance: a comparison of Trophy RVG UI sensor and Kodak Ektaspeed Plus film.
Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1991 ; 91 : 109-119

[38] MAILLAND M.
Techniques de Radiologie Dentaire.
Masson, Paris, 1987, 185p.

[39] MATZEN L.H., CHRISTENSEN J., WENZEL A.
Patient discomfort and retakes in periapical examination of mandibular third molars using digital receptors and film.
Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009 ; 107 : 566-572

[40] MC DONNELL D., PRICE C.
An evaluation of the Sens-a-ray digital dental imaging system.
Dent Maxillo Radiol, 1993 ; 84 : 92-93

[41] Mega Dental : Développement [en ligne]. Disponible sur :
http://www.megadental.fr/les-chambres-a-developper-radio.html

[42] Mega dental : Monobain [en ligne]. Disponible sur :
http://www.megadental.fr/le-developpement-radio.html

[43] Mega Dental : Protection [en ligne]. Disponible sur :
http://www.megadental.fr/le-numerique-radio/protections-pour-capteurs-trophy-kodak.html

[44] Mega dental : Rangement [en ligne]. Disponible sur :
http://www.megadental.fr/les-pochettes-radio.html

[45] MOLTENI R.
Direct digital dental X-ray imaging with Visualix/VIXA.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1993 ; 76 : 235-243

[46] MØYSTAD A., SVANAES D.B., RISNES S., LARHEIM T.A., GRONDAHL H.G.
Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film.
Dentomaxillofac Radiol, 1996 ; 25 : 202-206

[47] NAIR M.K., LUDLOW J.B., MAY K.N., NAIR U.P., JOHNSON M.P., CLOSE J.M.
Diagnosis accuracy of intraoral film and direct digital images for detection of simulated recurrent decay.
Oper Dent, 2001 ; 26 : 223-230

[48] NIELSON L.L., HOERNOE M., WENZEL A.
Radiographic detection of cavitation in approximal surfaces of primary teeth using a digital storage phosphor system and conventional film: an in vitro study.
Int J Paediat Dent, 1996 ; 6 : 167-172

[49] NEITZEL U.
Système für die digitale Röntgenbildgebung.
Thieme, Stuttgart, New York, 1998 : 127-136

[50] PARKS E.T., WILLIAMSON G.F.
La radiographie numérique : un survol.
J Contemp Dent Pract, 2002 ; 4 : 1-13

[51] PASLER F.A., VISSER H.
Atlas de Poche de Radiologie Dentaire.
Flammarion, Paris, 2006, 342p.

[52] PAURAZAS S.B., GEIST J.R., PINK F.E;
Comparison of diagnostic accuracy of digital imaging using CCD and CMOS-APS sensors with E-speed film in the detection of periapical bony lesions.
Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2000 ; 89 : 356-362

[53] Pearson Dental : Snap-a-ray® [en ligne]. Disponible sur :
http://www.pearsondental.com/catalog/product.asp?majcatid=465&catid=3627&subcatid=9772&pid=42480&dpt=0

[54] PELLERIN Y., LE DENMAT D., LEGRAS A.
Qualité physique des imageurs dentaires numériques.
Inf Dent, 1997 ; 40 : 3025-3028

[55] PELLERIN Y., LE DENMAT D., LEGRAS A.
Qualité physique des imageurs dentaires numériques.
Inf Dent, 1998 ; 1 : 29-32

[56] PETRIKOWSKI C.G.
Introducing digital radiography in the dental office: an overview.
J Assoc Dent Can, 2005 ; 71 : 651-657

[57] Photos-jcc.com : Echelle des niveaux de gris [en ligne]. Disponible sur :
http://www.photos-jcc.com/article-la-couleur-44310107.html

[58] PIGNON M.
La radiologie numérique en odontologie.
Thèse Chir. Dent. Nancy, 2002

[59] RDH mag : Protection plombées [en ligne]. Disponible sur :
http://www.rdhmag.com/index/display/article-display/8083419880/articles/rdh/volume-30/issue-10/features/best-practices-and-patient-comfort-with-digital-intraoral-radiography.html

[60] ROBERTS M.W., MOL A.
Clinical techniques to reduce sensor plate damage in PSP digital radiography.
J Dent Child, 2004 ; 71 : 169-170

[61] ROCHER P., CAVEZIAN R., ETIENNE G., GROSGOGEAT B., JEAN A., SEVALLE M.
Guide de la radiologie en cabinet dentaire. Aspects réglementaires et conseils.
Association Dentaire Française, Paris, 2007

[62] RODRIGUES S.
Enquête sur la radiologie numérique au cabinet dentaire en Auvergne.
Thèse: Chir. Dent., Clermont-Ferrand, 2002, 45p.

[63] SAMARAS C.D.
Digital radiography: the standard of care.
Compend Contin Educ Dent, 2008 ; 29 : 506-509

[64] SANDERINK G.C.H., MILES D.A.
Intraoral detectors CCD, CMOS, TFT, and other devices.
Dent Clin North Am, 2000 ; 44 : 249-255

[65] SANJAY C.J., DAVID C.M., SAVITHA G., REMA J., RAMNARAYAN B.K.
Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study.
J Ind Acad Med Radiol, 2009 ; 21 : 67-71

[66] SOMMERS T.M., MAURIELLO S.M., LUDLOW J.B., PLATIN E., TYNDALL D.A.
Preclinical performance comparing intraoral film and CCD-based systems.
J Dent Hyg, 2002 ; 76 : 26-33

[67] Soredex : Collimateurs [en ligne]. Disponible sur :
http://www.soredex.com/Upload/Intraoral/MINRAY%2072054%202_FRA_low.pdf

[68] STAMATAKIS H.C., WELANDER U., MC DAVID W.D.
Physical properties of a photostimulable phosphor system for intra-oral radiology.
Dentomaxillofac Radiol, 2000 ; 29 : 28-34

[69] SVANAES D.B., MØYSTAD A., LARHEIM T.A.
Approximal caries dpth assessment with storage phosphor versus film radiography. Evaluation of the caries-specific Oslo enhancement procedure.
Caries Res, 2000 ; 34 : 448-453

[70] Synergie Dental Technologie : Angulateurs [en ligne]. Disponible sur :
http://www.e-synergy.fr/store/

[71] TC 77 Distribution : Pinces à développer [en ligne]. Disponible sur :
http://www.tc77distribution.fr/228-290-home/pinces-porte-films.jpg

[72] TYNDALL D.A., LUDLOW J.B., PLATIN E., NAIR.
A comparison of Kodak Ektaspeed Plus film and the Siemens digital imaging system for caries detection using receiver operating characteristic analysis.
Oral Surg, 1998 ; 85 : 113-118

[73] UGAP : Tablier de plomb [en ligne]. Disponible sur :
http://www.ugap.fr/achat-public/tablier-chirugien-avec-plomb-l-100-cm-0-35-mm__1071178.html

[74] UPRICHARD K.K. et al.
Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition.
Pediat Dent, 2000 ; 22 : 9-15

[75] VERSTEEG C.H., SANDERINK G.C., VAN DER STELT P.F.
Efficacy of digital intraoral radiography in clinical dentistry.
J Dent, 1997 ; 25 : 215-224

[76] WALLACE J.A., NAIR M.K., ABOMR D., COLACO M.F., KAPA S.F.
A comparative evaluation of the diagnosis efficacy of film and digital sensors for detection of stimulated periapical lesions.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001 ; 92 : 93-97

[77] WALSH I.J.
Future horizons in digital radiology.
Aust Dent Pract, 2009 ; 20 : 48-50

[78] WENZEL A., BORG E., HINTZEL H., GRONDHALH.G.
Accuracy of caries diagnosis in digital images from charged-coupled device and storage phosphor systems: an in vitro study.
Dentomaxillofac Radiol, 1995 ; 24 : 250-256

[79] WENZEL A., MØYSTAD A.
Experience of Norwegian dental practitioners with solid state and storage phosphors detectors.
Dentomaxillofac Radiol, 2001 ; 30 : 203-208

[80] WHAITES E.
Essentials of Dental Radiography and Radiology.
Elsevier, Edinburgh, 4ème édition, 2007, 473p.

[81] WHITE S.C, PHAROAH J.
Oral Radiology. Principles and Interpretation.
Mosby, St-Louis ; USA, 6ème édition, 2009, 641p.

[82] WHITE S.C., YOON D.C.
Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries.
Dentomaxillofac Radiol, 1997 ; 26 : 32-38

[83] WOOD R.E., HARRIS A.M.P, NORTJE C.J.
The leaded apron revisited: Does it reduce gonadal radiation dose in dental radiology ?
Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1991 ; 71 : 642-646

[84] X Ray Store : Négatoscope [en ligne]. Disponible sur :
http://www.xraystore.fr/boutique/images_produits/2035.jpg

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Fig.1 : Constitution d'un film argentique [38]

Fig.2 : Coupe d'un film argentique [51]

Fig.3 : Coupe de couches d'émulsion [51]

Fig.4 : Composition du film argentique [81]

Fig.5 : Position du bossage sur un film argentique [81]

Fig.6 : Différents formats de films radiographiques [81]

Fig.7 : Courbe caractéristique de noircissement d'un film [38]

Fig.8 : Générateur de rayons X [32]

Fig.9 : Tube de Coolidge [23]

Fig.10 : Collimateurs [67]

Fig.11 : Les angulateurs de Rinn® [70]

Fig.12 : Bloc de morsure [81]

Fig.13 : Snap-a-ray® [53]

Fig.14 : Exemple de protection plombée [59]

Fig.15 : Influence des protections plombées en radiologie intrabuccale [23]

Fig.16 : Boîte à développement manuel [41]

Fig.17 : Développeuse automatique [51]

Fig.18 : Pinces à développer [71]

Fig.19 : Exemple de négatoscope [84]

Fig.20 : Exemple de pochette à rangement multiple [82]

Fig.21 : Développement manuel avec bacs [51]

Fig.22 : Exemple de produit à développement monobain [42]

Fig.23 : Principe de développement automatique [51]

Fig.24 : Capteurs CCD de différents formats [59]

Fig.25 : Composition d'un capteur CCD (document Trophy) [13]

Fig.26 : Exemple de capteurs ERLM de différents formats [59]

Fig.27 : Coupe schématique d'une plaque à mémoire [51]

Fig.28 : Scanner à capteur ERLM [3]

Fig.29 : Radiographies avec une résolution de 300 dpi (à gauche) et de 30 dpi [58]

Fig.30 : Echelle des niveaux de gris [57]

Fig.31 : Radiographies numériques après différents traitements d'augmentation du contraste et histogrammes correspondants [58]

Fig.32 : Mise en évidence du bruit sur une image numérique : sur l'image de droite, le bruit se traduit par la présence de petites tâches réparties de manière aléatoire [58]

Fig.33 : Exemple de matériel informatique [24]

Fig.34 : Capteurs numériques [21]

Fig.35 : Exemple de protection plastique pour capteur filaire [43]

Fig.36 : Angulateurs pour capteur numérique [59]

Fig.37 : Conversion d'un signal analogique en données numériques : le signal analogique (en haut) est échantillonné à intervalles réguliers. La représentation du signal après numérisation (en bas) montre que seules des valeurs discrètes sont possibles [58]

Fig.38 : Réglage de luminosité : au centre se trouve l'image de départ, à gauche la luminosité est diminuée, à droite elle est augmentée [58]

Fig.39 : Modification du contraste : l'image originale est au centre, à gauche le niveau de contraste est diminué, à droite le niveau de contraste est augmenté [58]

Fig.40 : Rehaussement du contraste et égalisation [58]

Fig.41 : Exemple de filtrage : à gauche l'image de départ, à droite le même cliché après application de deux filtres successifs (médian et gaussien) [58]

Fig.42 : Radiographie en niveaux de gris (à gauche) et colorisé en fausses couleurs (à droite) [58]

Fig.43 : Exemple de soustraction numérique : à gauche la radiographie avant traitement endodontique, au centre le cliché après traitement de racine et à droite le résultat de la soustraction entre les deux images avec colorisation des différences [58]

Fig.44 : Utilisation de la fonction « négatif » sur une radiographie [58]

Fig.45 : Mesure de la longueur de la racine distale d'une molaire [81]

Fig.46 : Exemple d'agrandissement [58]

Fig.47 : Recadrage au niveau de la zone du traitement endodontique [28]

Fig.48 : Courbes de sensibilité des différents capteurs électroniques (en trait plein) comparées à celles des films argentiques (en pointillés) [38]

Fig.49 : Courbes sensitométriques des méthodes conventionnelles et numériques [51]

Fig.50 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le sexe [GUYOT M., 2011]

Fig.51 : Graphique représentant la répartition de l'échantillon selon le sexe [GUYOT M., 2011]

Fig.52 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le département [GUYOT M., 2011]

Fig.53 : Graphique représentant la répartition de l'échantillon selon le département [GUYOT M., 2011]

Fig.54 : Tableau représentant la répartition selon le lieu d'exercice (rural ou urbain) [GUYOT M., 2011]

Fig.55 : Tableau représentant la répartition selon le type d'exercice [GUYOT M., 2011]

Fig.56 : Graphique représentant la répartition selon le type d'exercice [GUYOT M., 2011]

Fig.57 : Tableaux représentant l'ancienneté des personnes interrogées [GUYOT M., 2011]

Fig.58 : Graphiques représentant l'ancienneté des personnes interrogées [GUYOT M., 2011]

Fig.59 : Tableau représentant la répartition de l'échantillon selon le système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.60 : Tableau représentant la préférence des utilisateurs des deux systèmes [GUYOT M., 2011]

Fig.61 : Graphique représentant la préférence des utilisateurs des deux systèmes [GUYOT M., 2011]

Fig.62 : Tableau représentant la durée d'utilisation du système numérique [GUYOT M., 2011]

Fig.63 : Graphique représentant la durée d'utilisation du système numérique [GUYOT M., 2011]

Fig.64 : Tableau repésentant la répartition des praticiens en fonction du capteur utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.65 : Graphique repésentant la répartition des praticiens en fonction du capteur utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.66 : Tableau représentant l'évaluation des valeurs recherchées dans la pratique des chirurgiens-dentistes [GUYOT M., 2011]

Fig.67 : Graphique représentant la répartition des praticiens en fonction du système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.68 : Tableau représentant la classification des 5 items les plus importants pour les praticiens [GUYOT M., 2011]

Fig.69 : Tableau représentant l'image préférée des praticiens [GUYOT M., 2011]

Fig.70 : Graphique représentant l'image préférée des praticiens [GUYOT M., 2011]

Fig.71 : Tableau représentant la satisfaction des praticiens par rapport au système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.72 : Graphique représentant la satisfaction des praticiens par rapport au système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.73 : Tableau représentant le caractère indispensable ou non du système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.74 : Graphique représentant le caractère indispensable ou non du système utilisé [GUYOT M., 2011]

Fig.75 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens qui souhaiteraient changer de système [GUYOT M., 2011]

Fig.76 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens qui souhaiteraient changer de système [GUYOT M., 2011]

Fig.77 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs de l'argentique qui souhaiteraient changer leur système [GUYOT M., 2011]

Fig.78 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs de l'argentique qui souhaiteraient changer leur système [GUYOT M., 2011]

Fig.79 : Tableau représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs du numérique qui souhaiteraient changer leur système [GUYOT M., 2011]

Fig.80 : Graphique représentant le pourcentage de praticiens utilisateurs du numérique qui souhaiteraient changer leur système [GUYOT M., 2011]

Fig.81 : Tableau représentant le système désiré après changement [GUYOT M., 2011]

Fig.82 : Graphique représentant le système désiré après changement [GUYOT M., 2011]

Fig.83 : Tableau représentant le système désiré par les utilisateurs de l'argentique après changement [GUYOT M., 2011]

Fig.84 : Graphique représentant le système désiré par les utilisateurs de l'argentique après changement [GUYOT M., 2011]

Fig.85 : Tableau représentant le système désiré par les utilisateurs du numérique après changement [GUYOT M., 2011]

Fig.86 : Graphique représentant le système désiré par les utilisateurs du numérique après changement [GUYOT M., 2011]

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

Faculté d'Odontologie

Jury : Président : C. STRAZIELLE – Professeur des Universités
Juges : P.BRAVETTI – Maître de Conférence des Universités
J.M. MARTRETTE– Maître de Conférence des Universités
V.MOBY – Maître de Conférence des Universités

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée par: **Mademoiselle GUYOT Mélanie, Thérèse, Yvette**

né(e) à: **LUXEUIL-LES-BAINS (Haute-Saône)** le **17 septembre 1985**

et ayant pour titre : **« Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale. Enquête réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'est de la France. »**

Le Président du jury,

C. STRAZIELLE

Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie

P. BRAVETTI

Autorise à soutenir et imprimer la thèse 3589.

NANCY, le 14.4 2011

Le Président de l'Université Henri Poincaré, Nancy-1

Pour le Président
et par Délégation,
La Vice-Présidente du Conseil
des Etudes et de la Vie Universitaire,

J-P. FINANCE

C. CADDEVILLE-ATKINSON

GUYOT Mélanie – Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale – Enquête réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France.

Nancy 2011 : 132 f. : 86 ill.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy-1 : 2011

Mots clés :

– Odontologie : Radiologie
– Film argentique
– Capteurs numériques
– Pratique professionnelle

Résumé :

GUYOT Mélanie – Choix du récepteur en radiologie dentaire intra-orale – Enquête réalisée auprès d'une population de chirurgiens-dentistes de l'Est de la France.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy-1 : 2011

La radiologie dentaire intra-orale est un outil essentiel dans la pratique quotidienne du chirurgien-dentiste : elle permet de compléter le diagnostic clinique du praticien.

Nous décrirons puis analyserons, à l'aide d'un support bibliographique, les caractéristiques objectives du film argentique et des capteurs numériques afin de déterminer les avantages et les limites de chacun et d'établir un guide pour le choix du récepteur et permettre ainsi une utilisation rationnelle des différents systèmes.

Une enquête auprès des chirurgiens-dentistes de l'Est de la France a été menée dans le but de connaître leurs habitudes concernant la radiologie intra-orale dans leur exercice professionnel ainsi que les motivations qui les orientent vers l'utilisation des différents procédés mis à disposition sur le marché.

Membres du jury :

Pr C. STRAZIELLE	Professeur des Universités	Président
Dr P. BRAVETTI	Maître de Conférences	Juge
Dr J.M. MARTRETTE	Maître de Conférences	Juge
Dr V. MOBY	Maître de Conférences	Juge

Adresse de l'auteur :

GUYOT Mélanie
12 route de Luxeuil 70200 Quers