

UNIVERSITE DE NANTES

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2005

Thèse n°

**EVALUATION DES GENERATEURS DE RAYONS X
UTILISES POUR LES RADIOGRAPHIES INTRA
BUCCALES AU C.S.D. DE NANTES**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

présentée
et soutenue publiquement par

PATARIN Yves
Né le 18 / 10 / 1979

Le Vendredi 01/04/2005 devant le jury ci-dessous

Président Pr. A. JEAN
Assesseur Pr. A. DANIEL
Assesseur Pr. O. LABOUX
Assesseur Dr D. MARION

Directeur de thèse : Pr. A. JEAN

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1 La législation	5
1.1 Directive 96/29 du Conseil de l'Europe : protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants	5
1.1.1 Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants	6
1.1.2 Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants	7
1.2 Directive 97/43 du Conseil de l'Europe : protection sanitaire des personnes contre les rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales	8
1.2.1 Justification des examens	8
1.2.2 Optimisation	9
1.2.3 Limitation de dose	10
1.3 Leurs applications pour le chirurgien dentiste	10
2 Etalonnage des différents types d'appareils du C.S.D. utilisés pour les radiographies intra buccales	12
2.1 Présentation des différents appareils.....	12
2.1.1 Caractéristiques techniques des appareils	12
2.1.1.1 Appareils situés en secteur D et H	15
2.1.1.2 Appareils situés en Hpr, I 12, C1 et C3.....	15
2.1.1.3 Appareils situés en secteur A et secteur I.....	16
2.1.1.4 Appareil situé en secteur E.....	16
2.1.2 Historique des appareils	17
2.1.2.1 Date de mise en service.....	17
2.1.2.2 Interventions des services techniques	17
2.1.2.3 constatation.....	18
2.2 Méthode de l'évaluation.....	18
2.2.1 Principe de l'évaluation.....	18
2.2.2 mise en application	20
2.2.3 Analyse des films	23

2.3 Analyse des résultats	25
2.3.1 Lecture à l'oeil nu	25
2.3.1.1 radiographies issues des tubes <i>Kono70</i> ®	25
2.3.1.2 radiographies issues des tubes <i>Trophy</i> ®	26
2.3.1.3 radiographies issues des tubes <i>Orix 70</i> ®	26
2.3.1.4 radiographies issues du tube <i>Oralix</i> ®	26
2.3.2 Données chiffrées	26
2.3.2.1 radiographies issues des tubes <i>Kono70</i> ®	28
2.3.2.2 radiographies issues des tubes <i>Trophy</i> ®	28
2.3.2.3 radiographies issues des tubes <i>Orix 70</i> ®	28
2.3.2.4 radiographies issues du tube <i>Oralix</i> ®	29
2.2.3 Synthèse	29
3 Analyse des pratiques radiographiques des stagiaires du C.S.D	31
3.1 Réalité de la pratique quotidienne des appareils	31
3.1.1 Pratique et connaissances radiographiques des étudiants	31
3.1.2 Utilisation des bains de développements	33
3.2 Comparaison de cette pratique, par rapport aux principes de radioprotection.....	34
3.2.1 Justification des radiographies	35
3.2.2 Optimisation des résultats	35
4 propositions d'améliorations	37
4.1 Conclusion de l'évaluation.....	37
4.2 Propositions d'optimisation des pratiques radiographiques.....	38
4.2.1 Réduction de dose	38
4.2.1.1 Réduction des temps d'expositions	38
4.2.1.2 La réduction du nombre de clichés	39
4.2.2 Optimisation du traitement des films	39
4.2.3 Assurer la continuité dans le système de maintenance	40
4.2.4 Synthèse	41
CONCLUSION	42
Références bibliographiques	44
Annexe	46

INTRODUCTION

Des soupçons sur les pratiques radiologiques des stagiaires furent à l'origine de ce travail. En effet, c'est quotidiennement qu'au Centre de Soins Dentaires (C.S.D.) de Nantes, on observe des stagiaires réaliser des radiographies avec des temps d'exposition de quasiment une seconde, puis développer les clichés en quelques secondes.

A partir de cette constatation, trois hypothèses sont envisageables : soit les étudiants ignorent les bonnes pratiques en matière de radiographie, soit les appareils utilisés sont usés et défectueux, ce qui oblige les étudiants à augmenter les durées d'exposition, pour contrebalancer la perte de puissance, soit la chimie utilisée pour le développement et la fixation des radiographies est peu performante, obligeant là encore les étudiants à augmenter les durées d'exposition.

Avec la mise en application progressive des directives européennes (EURATOM) en matière de radioprotection, notamment sur des préceptes tels que l'obligation de maintenance et d'optimisation, le doute ne peut être permis pour un établissement public tel que le Centre de Soins Dentaires (C.S.D.).

L'objectif étant le respect des textes européens, notamment en ce qui concerne la justification des examens et leur optimisation (à travers la limitation des doses des rayonnements ionisants), il est primordial d'analyser les appareils utilisés, ainsi que le comportement des principaux utilisateurs : les stagiaires.

C'est pourquoi ce travail se propose dans un premier temps, de rappeler l'essentiel des textes juridiques, puis d'évaluer le niveau de performance des générateurs de rayons X se trouvant au sein du C.S.D. (uniquement ceux utilisés en radiographie intra buccale), et d'analyser le comportement des étudiants, vis-à-vis de ce matériel ; afin de déterminer les éventuelles améliorations à apporter.

1 La législation

En application du traité EURATOM du 25 mars 1957, qui est l'un des trois traités signés à Rome lors de la fondation de l'Union européenne, les principaux textes réglementant la radioprotection sont élaborés au niveau de l'Europe sous forme de directives, à partir des recommandations scientifiques de la C.I.P.R. (Commission Internationale de Protection Radiologique) puis transposés en droit national dans chacun des états membres de la Communauté.

En matière de radioprotection, ce sont principalement les directives 96/29 et 97/43 qui sont transposées dans la loi française. Ces textes régissent d'une part la radioprotection de la population et des travailleurs professionnellement exposés aux rayonnements ionisants, d'autre part la radioprotection des patients soumis aux rayonnements ionisants.

Pour simplifier leur compréhension, ces deux textes vont être évoqués séparément.

1.1 Directive 96/29 du Conseil de l'Europe : protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants (8,9)

Editée le 13 mai 1996, cette directive a pour champ d'application toute source radioactive et tout appareil électrique émettant des rayonnements ionisants dont les éléments fonctionnent sous une différence de potentiel supérieure ou égale à 5 Kilovolts.

Elle a pour but de réglementer la possession et l'usage de tels dispositifs. A ce titre, elle soumet à déclaration, entre autres dispositions, l'utilisation d'appareils électriques fonctionnant sous une différence de potentiel supérieure ou égale à 30 Kilovolts, donc les générateurs de rayons X utilisés en pratique odontologique, ainsi que l'emploi d'appareils à rayons X à des fins médicales.

Pour simplifier la lecture de cette directive, dans les paragraphes qui suivent, nous ne traiterons que l'essentiel de ce texte, le but de ce chapitre n'étant pas la radioprotection elle-même, mais les obligations qui en découlent pour les praticiens, transcrites dans les décrets

n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants, et le n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants.

1.1.1 Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants (8,9)

Ce texte suit les articles de la directive 96/29 EURATOM. Il remplace pour l'essentiel le décret du 2 octobre 1986, abrogé à l'exception des articles 41 à 46.

On y retrouve (Art. R. 231-74) l'obligation pour le chef d'entreprise de mettre en place et d'assurer le bon fonctionnement de la surveillance dosimétrique des travailleurs par la fourniture des dosimètres et de leur suivi dosimétrique par une Personne compétente en radioprotection (P.C.R).

L'article R. 231-76 définit les limites de doses à ne pas dépasser, à savoir une dose efficace (sur l'ensemble du corps) inférieure à 20 milli Sieverts (mSv) ; puis il définit les limites de dose équivalente pour chaque partie du corps exposée.

Une attention toute particulière est apportée à la femme enceinte (Art. R. 231-77), pour laquelle la loi préconise une dose inférieure à 1 mSv sur l'ensemble de la grossesse.

L'article R. 231-81 concerne la mise en place de la délimitation des zones contrôlées.

De plus, le praticien « chef d'entreprise » doit procéder ou faire procéder à un contrôle technique de radioprotection des appareils émetteurs de rayonnements ionisants :

- 1° à la réception de chaque nouvel appareil dans l'entreprise ;
- 2° avant la première utilisation ;
- 3° lorsque les conditions d'utilisation sont modifiées ;
- 4° périodiquement (tous les cinq ans).

On retrouve l'obligation de faire appel à une P.C.R entre autres dans les articles R. 231-85 (mesure de protection collective), R. 231-93, R. 231-94 (suivi dosimétrique des travailleurs).

Enfin, les travailleurs susceptibles d'intervenir en zone surveillée ou en zone contrôlée bénéficient d'une formation à la radioprotection organisée par le chef d'établissement, renouvelée périodiquement, au moins tous les trois ans. (Art. R. 231-89).

1.1.2 Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (8, 9)

Ce texte propose de définir les modalités administratives nécessaires à la mise en fonction d'appareils émettant des rayonnements ionisants, toujours en reprenant les directives européennes. De ce fait l'article R 43-1 reprend les mêmes champs d'applications que ceux décrits précédemment.

Ensuite l'article R. 43-15 détaille le dossier justificatif qui doit accompagner la demande de première mise en service des appareils, ce dossier contient :

1- Les informations générales sur l'établissement et le plan des locaux, sur le demandeur et sur les qualifications en matière de radioprotection des personnels chargés de manipuler les sources radioactives et les dispositifs émetteurs de rayonnements ionisants, ainsi que sur la personne compétente en radioprotection désignée en application du code du travail.

2- Les informations détaillées sur les caractéristiques des dispositifs qui émettent les rayonnements ionisants.

3- Les informations d'ordre médical sur la justification de la nouvelle application et sur ses conséquences éventuelles pour le patient et les personnes de son entourage si le dispositif ou le réactif est destiné à une nouvelle application thérapeutique ou diagnostique. Ces précisions sur la déclaration sont d'ailleurs reprises dans l'article R. 43-18.

Enfin, s'agissant de la protection générale, l'article R. 43-4 définit la somme de la dose efficace maximale à ne pas dépasser pour le public, à savoir 1 mSv par an (mSv/an). Les limites de dose équivalente admissibles sont fixées, pour le cristallin, à 15 mSv/an et, pour la peau, à 50 mSv/an en valeur moyenne pour toute surface de 1 centimètre carré de peau, quelle que soit la surface exposée.

1.2 Directive 97/43 du Conseil de l'Europe : protection sanitaire des personnes contre les rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales (5, 7, 8, 9)

Parue le 30 juin 1997, cette directive ne concerne pas les travailleurs ni le public, dont la protection sanitaire vis à vis des rayonnements ionisants était prise en compte par la directive 96/29 Euratom, mais inclut les personnes exposées à des fins médicales qui étaient hors du champ de la précédente directive.

Elle explicite les étapes nécessaires à l'obtention de la radioprotection des patients dans le cadre d'une démarche d'assurance de qualité. Ainsi le praticien est libre d'indiquer et de réaliser ou de prescrire les clichés qu'il juge nécessaire, à condition de respecter les trois grands principes de radioprotection: justification, optimisation, limitation de dose.

1.2.1 *Justification des examens* (1, 2, 8)

Les expositions à des fins médicales doivent, si l'on compare les avantages diagnostiques ou thérapeutiques potentiels globaux qu'elles procurent, y compris les avantages médicaux directs pour la personne concernée et les avantages pour la société, présenter un avantage net suffisant par rapport au préjudice individuel que cette exposition pourrait provoquer, en tenant compte de l'efficacité ainsi que des avantages et des risques d'autres techniques disponibles ayant le même objectif mais n'impliquant aucune exposition ou une exposition moindre à des rayonnements ionisants.

Pour généraliser cette pratique les États membres du traité Euratom encouragent l'élaboration et l'utilisation de guide de référence diagnostique et technique, pour les examens à des fins radio diagnostiques (en France, la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection -D.G.S.N.R.- élabore actuellement le guide, pour toutes les radiographies utilisables en odonto stomatologie).

De plus, toutes les expositions individuelles à des fins médicales doivent être justifiées préalablement en tenant compte des objectifs spécifiques de l'exposition et des

caractéristiques de la personne concernée ; ainsi, le médecin ordonnateur et le réalisateur s'efforcent d'obtenir, lorsque cela est possible, des informations diagnostiques antérieures ou des dossiers médicaux utiles pour l'exposition prévue et ils les examinent afin d'éviter toute exposition inutile.

Le réalisateur n'étant pas tenu par la prescription de son confrère, il peut tout à fait utiliser la technique la plus appropriée. Pour aider le praticien dans l'indication de tel ou tel examen radiographique, et en attendant la publication du guide élaboré par la D.G.S.N.R, le référentiel de l'ANDEM (1996) propose une aide appréciable. On y retrouve des recommandations sur le nombre de clichés normalement nécessaire, ainsi que les situations cliniques justifiant une radiographie.

En conclusion, si une exposition ne peut pas être justifiée, elle devrait être interdite. Cependant, le législateur a modéré ces propos en introduisant une notion de coût des examens, par laquelle il évite le recours systématique à l'I.R.M, non irradiant, mais beaucoup plus coûteux.

1.2.2 *Optimisation* (1, 7, 8)

Toute dose consécutive à des expositions médicales à des fins radiologiques, à l'exception des procédures radiothérapeutiques, doit être maintenue au niveau le plus faible raisonnablement possible pour permettre d'obtenir l'information diagnostique requise : c'est la traduction du principe A.L.A.R.A.(As Low As Reasonably Achievable). Ce concept a pour but de réduire l'exposition chaque fois que cela est possible, mais il n'élimine pas pour autant l'exposition aux radiations, il prône l'utilisation des niveaux de référence établis.

Le processus d'optimisation, tel qu'il est décrit dans la directive 97/43, comporte le choix de l'équipement ; c'est donc au praticien de s'assurer de la qualité de son matériel.

De plus il doit produire régulièrement des informations diagnostiques adéquates, rentrant ainsi dans le cadre de l'assurance qualité, qui, dans la pratique dentaire, correspond à un pourcentage de radiographies excellentes supérieur à 70%, avec un taux de radiographies inacceptables inférieur à 10%.

Mais l'optimisation concerne aussi le processus de développement des radiographies, ainsi que leur archivage. Pour aider le chirurgien à maintenir la qualité des radiographies dans tous ces domaines, Guy CATHELINAU a mis au point un ensemble de documents, très complets et très utiles pour assurer le contrôle et le suivi de toutes les installations (voir annexe, tableaux 19 à30).

1.2.3 *Limitation de dose* (2, 8, 9)

Limiter la dose doit être une préoccupation constante du praticien, bien que, contrairement aux directives qui concernent les professionnels exposés à des radiations ionisantes, la limite de dose ne s'applique pas en médecine.

En effet, la limitation de la dose découle naturellement de l'application des principes d'optimisation (rechercher le meilleur résultat pour la dose la moins élevée), et de justification des examens (décision et responsabilité conjointe du prescripteur et du réalisateur ; recherche systématique d'examens anciens, contre indiquant la réalisation de nouveaux documents.)

Néanmoins, l'obligation pour le réalisateur d'un examen radiodiagnostique de rédiger un compte-rendu écrit et signé, avec son identification et celle du patient (arrêté du 6 Août 1991 relatif à la nomenclature des actes radiologiques), participe au concept de limitation de dose. Par exemple, un omnipraticien confie à son patient les clichés déjà réalisés, avec un compte-rendu, avant de l'envoyer consulter un « parodontologue », ce dernier n'a pas besoin de soumettre à nouveau le patient à une nouvelle exposition.

1.3 Leurs applications pour le chirurgien dentiste (7, 8, 9)

Les directives 97/43 et 96/29 EURATOM relatives à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants sont devenues applicables en France depuis l'année 2000. La transposition et la mise en application de ces textes imposent au chirurgien dentiste de nouvelles obligations, dont celles qui nous intéressent dans le cadre de cette thèse et pour le C.S.D. :

- Une obligation de formation (initiale et/ou continue) à la radioprotection, renouvelable tous les dix ans en ce qui concerne la radioprotection des patients, tous les cinq ans pour celle des travailleurs (P.C.R uniquement).
- Une obligation de maintenance et de qualité des matériaux et matériels utilisés dans la pratique radiologique (générateurs, traitement du cliché (argentique et numérique), archivage des clichés).
- Assurer le respect de la réglementation, en informant aussi bien le personnel du C.S.D et les patients que les étudiants et les praticiens.
- La justification des actes : pour chaque décision d'exposition médicale aux rayonnements ionisants, pour un patient donné, confirmer que l'information diagnostique attendue de cette exposition est nécessaire à la prise de décision médicale et sera supérieure à celle attendue d'une autre technique non irradiante ou moins irradiante.
- Une obligation d'optimisation, et de limitation de dose : une fois qu'un examen a été déclaré nécessaire, il faut le réaliser au moindre coût radique, cela sans réduire la qualité de l'information diagnostique.

2 Etalonnage des différents types d'appareils du C.S.D. utilisés pour les radiographies intra buccales

2.1 Présentation des différents appareils

Dans le centre de soins dentaires, on recense dix générateurs de rayons X utilisés pour des radiographies intra buccales ; mais seuls neuf d'entre eux entrent dans l'étude suivante, car l'appareil situé en Ipr ne comporte pas d'identification biomédicale (le terme appareil désignant l'ensemble générateur / minuteur), du fait de sa provenance (il n'a pas été acquis par le centre hospitalier).

Leur répartition est la suivante : un générateur au rez-de-chaussée, en secteur A ; quatre générateurs au premier étage (deux en secteur C, un en secteur D, un en secteur E) ; quatre générateurs au deuxième étage (en I12, en secteur I, en Hpr et en secteur H).

2.1.1 *Caractéristiques techniques des appareils* (3, 4, 6)

Quatre types d'associations de minuteurs et de générateurs sont présents, correspondant à quatre périodes d'acquisitions (les mêmes types d'appareils étant mis en service à la même date), au sein du centre de soins dentaire

Les minuteurs ayant uniquement comme fonction de définir la durée d'alimentation en électricité des tubes, leur caractéristique se résume donc au choix du temps d'exposition, soit directement, soit indirectement par présélection de la zone à radiographier et de la sensibilité du film utilisé, le minuteur définissant automatiquement le temps d'exposition. A noter que les modèles de la marque *Trophy*® analysent le courant de base et empêchent le déclenchement de l'émission de rayons X s'il est anormal.

L'ensemble dénommé communément « tube » est constitué d'un générateur associé à un tube de localisation; ceux du centre de soins ont tous une longueur de 20 centimètres (cm) et une

section circulaire, bien qu'il ait été démontré que les tubes de section rectangulaire réduisent la dose reçue par le patient de 50%.

Ce choix, dans l'équipement du C.S.D, est justifiable du fait de la plus grande tolérance permise dans le centrage de la radiographie, ce qui évite aux stagiaires en phase d'apprentissage, de devoir recommencer plusieurs fois un cliché avant de le rendre exploitable.

La base contient l'ensemble radiogène proprement dit, de type « monobloc », constitué de l'ampoule radiogène (figure 1), entouré d'une gaine de plomb remplie d'huile, limitant ainsi le rayonnement diffusé et assurant un isolement thermique et électrique. Cette gaine est percée d'une fenêtre d'où émergent les rayons X ; de plus elle est reliée à la terre pour la protéger des hautes tensions.

Enfin, accolés au plus près de la gaine, les composants électroniques complètent ce système « monobloc ». On y retrouve essentiellement un transformateur élévateur et, souvent, mais pas toujours, un redresseur.

Le premier transforme le courant alternatif 220 Volts (V) en courant alternatif 70 kiloVolts (kV), le second permet d'alimenter le tube radiogène en courant continu de 70 kV, ce qui a pour effet de produire une tension de crête continue et donc moins de rayons de faible énergie (néfaste et ne participant pas à la construction de l'image radiographique finale).

Ainsi, les données techniques caractérisant un « tube » sont essentiellement les paramètres du tube radiogène, dont les principaux sont :

- La tension du tube radiogène
- Le courant du tube radiogène
- La dimension du foyer

La tension du tube, en kiloVolts (kV), et l'intensité du tube, en milliAmpères (mA), déterminent l'énergie des rayons X produits, en jouant respectivement sur l'accélération des électrons et sur leur nombre (figure 1).

Le kilovoltage d'un tube influence sur la quantité de rayons X produits par unité de temps, ainsi que sur l'énergie moyenne des rayons émis.

Ainsi, un fort kilovoltage produit plus de rayons qui sont de surcroît plus pénétrants. Il en résulte une image avec peu de contraste (il n'y a pas de zone totalement radio opaque), mais avec une échelle de gris plus large.

A l'inverse, un faible kilo voltage produit une image très contrastée, mais avec peu de nuance de gris, du fait de la faible énergie des rayons émis (qui sont donc peu pénétrants).

L'intensité du tube détermine l'intensité de chauffage du filament, donc le nombre d'électrons émis vers l'anode, qui est directement responsable du nombre de rayons X produits.

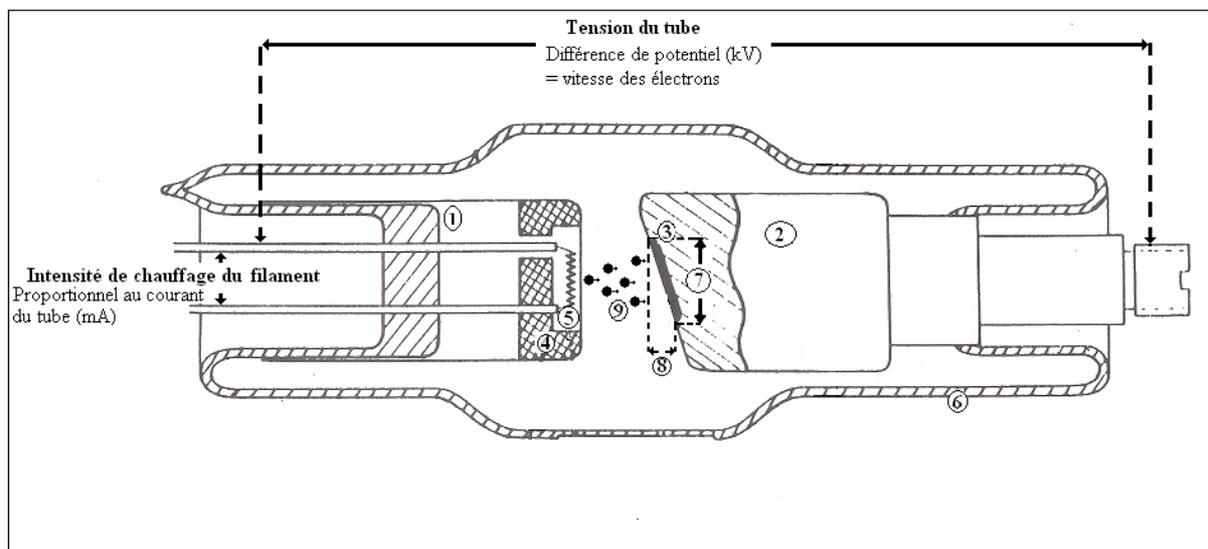


Figure 1 : COUPE D'UN TUBE RADIOGENE A ANODE FIXE, d'après GAMBINI

1 : cathode, 2 : anode, 3 : cible de tungstène, 4 : pièce localisatrice, 5 : filament émetteur d'électrons, 6 : ampoule de verre, 7 : foyer réel, 8 : foyer optique, 9 : flux d'électrons

Le foyer a un rôle prépondérant dans la netteté et la finesse de l'image. On distingue le foyer réel, qui est la surface d'anode frappée par les électrons accélérés, du foyer optique (figure 1), qui est sa projection orthogonale, correspondant au spot initial de rayons X produits.

La relation entre les deux est fonction de la pente de l'anode ; ainsi, une pente d'anode faible permet l'obtention d'un foyer réel petit, donc d'un faisceau de rayons X peu divergent, ce qui entraîne une image plus précise et plus nette.

Cependant la réduction de la dimension du foyer réel est limitée par des phénomènes d'échauffements de la cible. Les dimensions des foyers mentionnées ultérieurement sont celles des foyers optiques.

En plus de ces caractéristiques propres à la structure et au fonctionnement du tube radiogène, il faut prendre en compte celles qui sont propres à l'ensemble du tube, à savoir l'alimentation électrique et la filtration totale.

Cette dernière mesure est la somme de la filtration inhérente du tube radiogène(matérialisée par tous les obstacles que les rayons X ont à franchir pour sortir du tube et de la gaine) et de la filtration additionnelle, qui se matérialise, pour les appareils utilisés en Odontologie, par une pastille d'aluminium à la jonction entre la base et le collimateur ; son intérêt est de filtrer les rayons d'énergie inférieure à celle de la sensibilité spectrale du film radiographique, qui ne participent pas ou peu à la formation de l'image, et représentent donc une source d'irradiation inutile.

2.1.1.1 Appareils situés en secteur D et H

Il s'agit là d'une association entre un tube *Kono70*® et un minuteur *Gendex*®, permettant la sélection par une molette des temps d'expositions suivants : 0.06 seconde (s), 0.08 s, 0.10 s, 0.12 s, 0.16 s, 0.20 s, 0.26 s, 0.32 s, 0.40 s, 0.50 s, 0.64 s, 0.80 s, 1s, 1.26 s, 1.60 s, 2 s et 2.5 s.

Le tube fonctionne avec une alimentation d'entrée de 220 V en courant alternatif sur une fréquence de 50 ou 60 hertz (Hz) et une intensité maximale de 3.5 A.

La différence de potentiel produite dans le tube est de 70 kV, avec une intensité de 8 mA. Le spot initial, ou foyer optique, est de 0.8 (0.8 mm par 0.8 mm), et la filtration totale est équivalente à une épaisseur de 2 millimètres d'aluminium (mm Al).

2.1.1.2 Appareils situés en Hpr, I 12, C1 et C3

On trouve ici un minuteur *Palmtree*® dont la particularité est le libre choix total du temps d'exposition, au centième de seconde, couplé à un tube *Orix 70*®.

Le courant d'entrée doit avoir une tension de 220 V en alternatif (fréquence 50 Hz), l'intensité maximale ne devant pas excéder 6 A. Les autres caractéristiques de ces tubes sont identiques à ceux du *Kono70*®, excepté la filtration, qui est ici équivalente à 2.5 mm Al.

2.1.1.3 Appareils situés en secteur A et secteur I

Ce sont des appareils de la gamme *Trophy*®, composés d'un minuteur *Digital Trophy*® en secteur A, et *Digital Trophy Trex*® en secteur I, tous deux ne permettant qu'un choix indirect des temps d'exposition, par sélection de la sensibilité du film et de la zone à radiographier (voir annexe tableau 1).

Il est d'ailleurs intéressant de constater (pour un film de sensibilité 5, correspondant à la sensibilité D des films *kodak*® utilisés au C.S.D) des divergences de temps de pose entre les deux appareils, mais aussi par rapport à la table des temps de pose fournie par *Trophy*® (voir annexe tableau 2).

Ainsi, là où le manuel d'utilisation affiche des temps de 0.24 s, 0.30 s, 0.38 s, 0.46 s, en fonction des zones exposées, le minuteur du secteur A affiche 0.22 s, 0.26 s, 0.34 s, 0.40s, et celui du secteur I : 0.22 s, 0.28 s, 0.34 s, 0.42 s, sans que l'on sache pourquoi. Ces minuteurs sont associés aux tubes *Trophy radiologie*®. Ce type de tube est alimenté par une tension de 230 V alternatif (fréquence 50 ou 60 Hz) ; l'intensité maximale n'est pas mentionnée. On retrouve les mêmes caractéristiques que celles des modèles précédemment cités (70 kV, 8 mA) avec une filtration équivalente à de 2.5 mm Al et un spot de 0.7.

2.1.1.4 Appareil situé en secteur E

Il est composé d'un minuteur *Gendex*® plus récent que ceux des secteurs H et D, proposant en plus des temps de 0.03 s et 0.05 s, et d'un tube *Oralix*® alimenté par une tension alternative 230 V, 50 ou 60 hertz, 5 A (consommation maximale).

Cependant, ce tube, contrairement aux autres, possède une différence de potentiel de 65 kV et 7.5 mA, il est donc moins puissant (la puissance instantanée étant le produit du kilo voltage et du milliampérage), ce qui influence directement le choix des temps d'exposition, ainsi que le contraste des images obtenues (contraste plus élevé, mais palette de gris moins étendue). Enfin, sa couche de filtration est équivalente à 2 mm Al.

2.1.2 *Historique des appareils*

Chaque appareil est identifié auprès du service biomédical par une étiquette portant un code barre et un numéro (Ex : 50/17244). Grâce à ce système, chaque minuteur, chaque tube, est répertorié dans des bases de données informatiques du service biomédical.

Ainsi il est aisé, en connaissant le numéro de chaque appareil, de retrouver l'historique de cet appareil. Cependant la base de données informatiques ne tient pas compte des interventions antérieures à l'année 2001 ; en effet, avant cette date, tout était consignée sur papier, documents qui n'ont pas été conservés.

2.1.2.1 Date de mise en service

Les minuteurs et les tubes auxquels ils sont associés ont été mis en service à la même date ; ainsi il n'y a pas d'association à posteriori, chaque type de binôme est d'origine, car les remplacements ce sont fait à l'identique.

Le plus ancien système radiogène ici étudié est celui se situant au secteur A, mis en service le 28 novembre 1991. Le 22 octobre 1993 fut mis en service l'ensemble *Trophy*® du secteur I. Les appareils situés en D et H correspondent à une acquisition du 1^{er} septembre 1995, suivirent ceux des box I12, Hpr, C1 et C3, le 30 novembre 1995. Enfin, le plus récent, qui est aussi le moins puissant, fut installé le 26 juillet 2003, en secteur E.

2.1.2.2 Interventions des services techniques

Elles sont peu nombreuses et rarement importantes. Nous ne parlerons pas des tubes installés en secteur A, secteur D, secteur I, C3 et C1 puisqu'ils n'ont subi aucune intervention recensée par le service biomédical.

On notera que le bloc radiogène situé en Hpr a subi un démontage complet le 18 septembre 2003 ; que le bras de l'appareil se trouvant en secteur H a été remplacé le 5 février 2002 ; de même une intervention mineure a concerné le bloc du secteur E le 30 juillet 2004.

Plus intéressant, le connecteur rotatif puis la minuterie de l'appareil se trouvant en secteur I ont été remplacés, respectivement le 9 février 2001 et le 12 avril 2002.

Enfin, le bloc radiogène en I₁₂ a fait l'objet d'un resserrage du tube le 30 mai 2001 et d'un nettoyage du contact rotatif le 05 juin 2002 (voir annexe, tableau 3).

2.1.2.3 constatation

Le suivi réalisé par le service biomédical ne permet pas de connaître le nombre de clichés réalisés ni la durée des temps d'expositions. De plus, le nombre important de manipulateurs différents (environ 250 stagiaires), ainsi que leur relative attention apportée aux appareils, pose la question d'une éventuelle usure prématurée de ces appareils.

En effet, contrairement aux générateurs des cabinets libéraux, ceux du C.S.D sont sous tension toute la journée, prennent un nombre significativement supérieur de cliché, et sont manipulé avec peu de précautions.

Si cette suspicion d'usure prématurée était confirmée, elle remettrait en cause la validité de l'agrément des appareils, qui est des 25 ans, quelque soit les conditions d'utilisations.

2.2 Méthode de l'évaluation

Afin de déterminer, pour chaque appareil, le temps optimal de pose pour un film et une zone d'exposition donnée, 73 films vont être exposés et analysés comme décrit ci dessous.

2.2.1 Principe de l'évaluation (6)

En se basant sur les temps d'exposition préconisés par *Kodak*® (voir annexe tableau 3), pour une sensibilité de film donnée, quatre temps d'exposition seront sélectionnés ; il s'agira du temps minimal préconisé, du temps maximal, et de deux temps intermédiaires (chaque temps correspondant à une zone différente d'exposition).

Une fois ces temps définis, on réalisera, sur chacun des neuf appareils du C.S.D., deux séries de quatre expositions radiographiques (selon les temps définis), et ce à travers un même

masque radiographique, qui sera constitué d'une superposition décalée de couches radio-opaques, de manière à obtenir un dégradé de radio-opacité.

On obtiendra ainsi 72 radiographies, comportant chacune différents niveaux de gris.

Le principe de cette évaluation repose donc sur l'analyse des échelles de gris des films exposés, afin de déterminer, comparativement, les doses de rayons X délivrés.

Afin de pouvoir étalonner les niveaux de gris, une dernière radiographie sera réalisée, avec une partie protégée par une épaisseur de vingt feuilles de plomb, et l'autre sans aucune protection, à un temps d'exposition très long.

De ce fait on pourra déterminer les niveaux de noir maximal et minimal.

Tous ces films seront développés en même temps, selon le protocole *kodak*®.

Celui ci préconise un temps de révélation de cinq minutes si la température du bain est de 20°C, quatre minutes si elle est de 22°C, trois minutes si elle est de 24°C.

Ces 72 radiographies seront révélées en un seul bac, contenant une solution neuve de révélateur *kodak dental Readymatic*® (524 6996).

Le rinçage devra s'effectuer sous eau courante (d'une température située entre 15 et 24°C), pendant trente secondes.

La fixation sera réalisée pendant dix minutes au minimum, dans un bain de fixateur *kodak dental Readymatic*® (524 702) neuf, à 20°C.

Enfin le lavage final, sous eau claire, durera au moins dix minutes.

Rappelons qu'à chaque étape il sera impératif de manipuler les 73 radiographies ensemble, pour que le processus de développement n'interfère pas sur d'éventuelles différences de niveaux de gris entre les radiographies.

Temps de référence kodak®, pour une distance foyer (cathode) extrémité du tube de localisation de 20 cm

(Il existe des références pour des tubes de localisation de 40 cm) :

Temps de référence Kodak (Sensibilité E-F)		
<u>70 kV</u> <u>8mA</u> :		
0.09 sec incisives et canines mandibulaires		
0.10 sec prémolaires mandibulaires		
0.11 sec molaires mandibulaires et bloc antérieur maxillaire		
0.14 sec prémolaires maxillaires		
0.16 sec molaires maxillaires		
<u>65 kV</u> <u>7,5mA</u> :		
	0.12sec	
(tube du secteur E)	0.13sec	
	0.14sec	même correspondance que ci dessus
	0.19sec	
	0.22sec	

2.2.2 mise en application (6)

Tous les films utilisés pour cette évaluation proviennent de la même boîte de films *kodak insight®*, ils ont donc une sensibilité E-F, contrairement aux films mis à disposition des étudiants durant leurs vacances cliniques, qui sont le plus souvent de sensibilité D.

Le masque radiographique, utilisé pour toutes les expositions, est constitué d'un support en bois et de cinq feuilles de plomb, prélevées sur d'anciens supports radiographiques déjà

utilisés. On superpose, tout en les décalant de 2 mm l'une par rapport à l'autre, les feuilles de plomb, constituant ainsi six niveaux différents de radio-opacité (figure 2).

Pour pouvoir identifier chaque radiographie à posteriori, des découpes en plomb (réalisées dans les feuilles protégeant les films) sont fixées sur le support en bois à l'aide de cire (radio transparente) ; on y retrouve le nom du secteur ou du box, s'il s'agit de la première série ou de la deuxième, et le temps d'exposition (pas de lamelle pour le temps le plus faible, une lamelle positionnée dans le grand axe de la radio pour le premier temps intermédiaire, dans la diagonale pour le deuxième temps intermédiaire, dans la largeur du film pour le dernier temps).

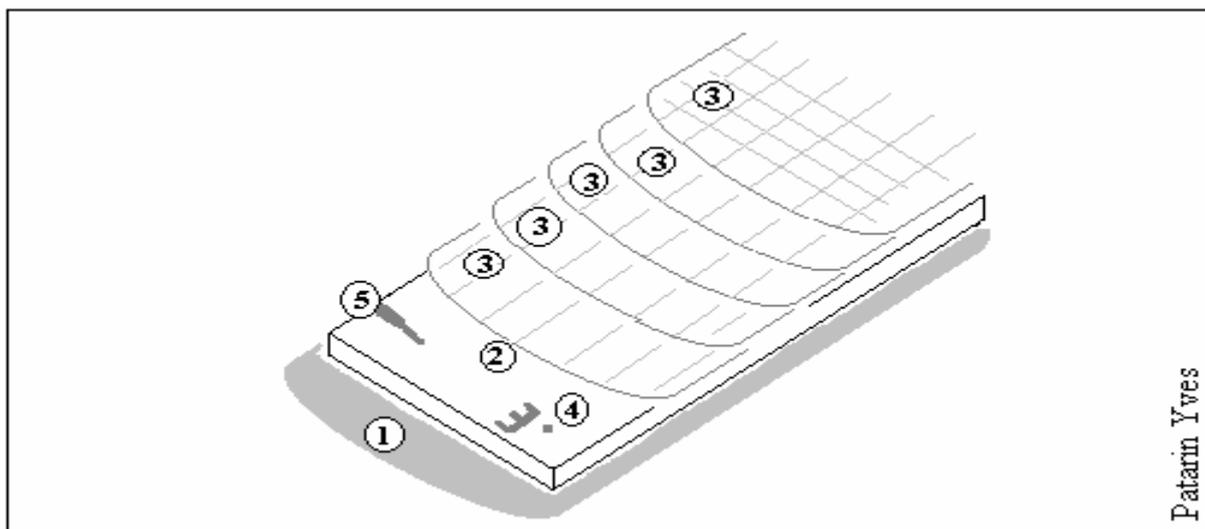


Figure 2 : DISPOSITIF D'EVALUATION

- 1 : film *kodak*®, 2 : support en bois, 3 : feuille de plomb,
4 : identification de l'appareil et de la série, 5 : identification du temps

Le choix des temps d'exposition résulte d'un compromis entre les temps de référence *kodak*® et les possibilités des minuteurs, qui sont les suivantes :

Type de minuteur	Emplacements	Possibilités (temps proposés)
Palmtree	I12 - Hpr - C1 - C3	toutes (choix au centième de seconde)
Gendex	Secteur E, D et H	0.08/0.10/0.12/0.16/0.20/0.26 Sec
Trophy	secteur A et I	0.08 /0.10/ 0.12/ 0.14/ 0.16/ 0.20 Sec etc.

Les temps utilisés seront les plus proches possibles des temps *kodak*®, avec un temps minimal, maximal, et deux temps intermédiaires.

Par comparaison avec les références données par *kodak*®, on retiendra les temps suivants :

Temps de référence Kodak (Sensibilité E-F)	Minuterie des générateurs (les temps soulignés sont ceux retenus)		
	Gendex	Trophy	Palmtree
70 kV 8mA :0.09sec	<u>0.08 sec</u>	<u>0.08</u>	<u>0.09</u>
	0.10sec	<u>0.10</u>	<u>0.11</u>
	0.11sec	<u>0.12 sec</u>	<u>0.14</u>
	0.14sec	<u>0.16 sec</u>	<u>0.16</u>
	0.16sec	0.20 sec	
65 kV 7,5mA :0.12sec	0.08 sec		
	0.13sec	0.10 sec	
	0.14sec	<u>0.12 sec</u>	
	0.19sec	<u>0.16 sec</u>	
	0.22sec	<u>0.20 sec</u>	
	(tube de secteur E)	<u>0.26 sec</u>	

En respectant, pour chaque appareil, les temps définis ci-dessus, on procède aux radiographies proprement dites, en positionnant entre le film, (identifié par des marques radio opaques permettant de retrouver l'appareil, le temps d'exposition, la série) et l'extrémité du tube de localisation, le masque radiographique.

A noter que les valeurs ci dessus sont données pour une distance foyer film de 20 cm (longueur du tube de localisation); or, en pratique courante, il y a au moins 5 cm entre le film et l'extrémité du tube de localisation ; distance que nous reproduirons pendant les tests, à l'aide d'un réglet.

De plus, tous ces tirs seront réalisés perpendiculairement aux films ; ce qui est rarement le cas en pratique clinique.

Une fois les deux séries réalisées, ainsi que la radiographie de référence, on passe à la phase de développement.

Celle-ci se passe dans le laboratoire de recherche de la faculté, plus exactement dans la chambre noire, où, en lumière inactinique, deux opérateurs fixent sur des cadres métalliques prévus pour recevoir des négatifs photographiques, huit radiographies rétro alvéolaires (en s'aidant parfois de pince radio, les films n'étant pas tous parfaitement fixés).

Les neuf cadres, et une radiographie supplémentaire, sont alors plongés dans le bac contenant la solution de révélateur *kodak dental Readymatic*® et dont la température relevée est de 22°C ; les films sont donc gardés immergés pendant quatre minutes (voir annexe tableau 5).

Une fois ce laps de temps écoulé, sous la surveillance d'un chronomètre, comme toutes les autres étapes d'ailleurs, les films sont plongés dans un bac d'eau claire qui se renouvelle constamment, pendant trente secondes, puis trempés pendant dix minutes dans le bac de fixateur *kodak dental Readynatic*®

Le rinçage est réalisé comme décrit dans le protocole *kodak*® ; après une nuit à sécher, les films sont identifiés et classés afin de pouvoir être analysés.

2.2.3 Analyse des films

Sur chaque film les six niveaux de radio-opacité doivent être parfaitement objectivable ; une absence de nuance entre les deux premiers niveaux signerait une surexposition du film, donc un temps trop long ; à l'inverse, l'absence de nuance entre les deux derniers niveaux indiquerait une sous exposition du film, donc un temps d'exposition trop court.

Pour évaluer plus finement les niveaux de radio-opacité, on procède à un traitement informatique des films : les films sont scannés numériquement par l'intermédiaire d'un scanner *Epson perfection 3170 photo*®.

Les images obtenues sont transférés sur un ordinateur du centre de recherche de la faculté, modèle *Q550W Leica* ® ; après une manipulation visant à atténuer les déperditions liées à la numérisation (débruitage), chaque champ de chaque radiographie est analysé, grâce à un

programme informatique spécifique, le *quantitmete Q550 W leica* ®, Cambridge U.K, afin de déterminer, pour chaque raie, le niveau de gris moyen, l'écart type, le gris maximal, le gris minimal, la médiane (Exemple : tableau ci-dessous).

Champ #	Moyenne des gris	Ecart-Type	Indice minimal	Indice maximal	Médiane
(Noir) 1	4.56	0.78	8.00	2.00	5.00
(Blanc) 2	221.33	4.26	231.00	203.00	222.00

Tableau 1 : résultats de l'analyse de la radiographie de référence

Pour cela, l'opérateur délimite sur la zone de l'image radiographique à étudier un champ de mesure, en le prenant le plus grand possible et en évitant au maximum les artefacts présents sur le film (traces diverses et autres rayures).

En procédant ainsi on obtient les mesures chiffrées et comparables de l'ensemble de chaque zone, de chaque radiographie (voit annexe, tableaux 6 à 13), dont les principaux résultats sont résumés ci-dessous.

Appareil	Temps 1 série 2		Temps 4 Série 2		Blanc maximal sur l'ensemble des clichés	Noir maximal sur l'ensemble des clichés
	Médiane des indices du champ1 (noir)	Médiane des indices du champ6 (blanc)	Médiane des indices du champ1 (noir)	Médiane des indices du champ6 (blanc)		
A	22	219	12	217	227	9
C ₁	23	223	9	217	228	6
C ₃	19	224	6	221	229	3
D	73	221	21	216	227	18
E	25	221	8	218	227	4
H	58	224	18	221	228	14
Hpr	30	220	17	218	228	13
I	24	223	18	220	229	6
I12	Clichés non identifiables				192	225

L'indice correspond à un niveau de gris. Plus il est faible, plus la zone est foncée, radio claire. Plus il est élevé, plus la zone est blanche, radio opaque. Ainsi le premier champ, sans protection, est très exposé aux rayonnements et à un indice faible (noir). Le sixième champ, protégé par cinq épaisseurs de feuille de plomb, à un indice élevé (Blanc).

2.3 Analyse des résultats

A l'issue du développement des radiographies, il reste 64 films exploitables. En effet, sur les 73 films initiaux, tous ceux de l'appareil situé en I₁₂ sont radio opaques et on ne distingue pas de démarcation : ceci s'explique par le fait que l'appareil ne devait pas être en état de marche, lors du test, bien que le minuteur fonctionnait normalement. (N.B : la panne n'ayant pas été signalée au service biomédical, il n'a jamais été réparé depuis).

De plus, un film a été perdu lors des différentes manipulations en chambre noire. Pour analyser les films restants, deux niveaux de lecture sont disponibles : à l'œil nu ; ou statistiquement, sur les données mesurées par l'informatique.

2.3.1 Lecture à l'œil nu

Pour comparer ces radiographies entre elles, il est judicieux de placer ensemble sur un négatoscope des clichés provenant des mêmes types d'appareils.

2.3.1.1 radiographies issues des tubes *Kono70*®

Situés en secteur D et secteur H, il est intéressant de noter que pour le temps d'exposition le plus court (0.08 sec) on ne distingue pas de différence entre le cinquième et le sixième champ, trahissant donc une sous exposition du film, particulièrement pour le tube se situant en secteur D.

Cela se confirme par une zone radio claire peu noire, et ce sur les deux appareils. Pour obtenir une zone radio claire vraiment tranchante avec la seconde zone, il faut observer le film le plus exposé (0.16 sec).

2.3.1.2 radiographies issues des tubes *Trophy*®

Situés en secteur A et I, ces films ne montrent pas les signes de sous exposition décrits ci dessus, et montre un dégradé parfaitement objectivable sur chaque radiographie, et ceci pour tous les temps de références préalablement défini.

Ces générateurs ne présentent donc, a priori, aucune faiblesse particulière et son dans un état tout à fait satisfaisant.

2.3.1.3 radiographies issues des tubes *Orix 70*®

Si ces films sont tous parfaitement lisibles, on remarque une nette différence entre chacun des trois appareils. En effet, les films issus du bloc radiogène situé en C₃ semblent plus foncés que ceux venant du C₁, eux même plus foncés que ceux venant de Hpr.

Cela se voit essentiellement sur la couche radio claire, qui est bien noire dès 0.09 sec (premier temps) pour les radiographies tirées en C₃, 0.11-0.14sec pour celles tirées en C₁, et enfin 0.14-0.16 sec pour celles du Hpr.

2.3.1.4 radiographies issues du tube *Oralix*®

La constatation ci- dessus est aussi valable, dans une moindre mesure, pour les séries issues de l'appareil *Oralix*® du secteur E, où l'on ne voit un noir foncé qu'à partir du premier temps intermédiaire, soit 0.16 sec (l'appareil étant moins puissant, les temps de référence sont différents).

2.3.2 *Données chiffrées*

La radiographie de référence, constituée de deux zones (l'une radio claire, protégée par 20 épaisseurs de plomb, l'autre radio opaque, sans protection) est irradiée durant quatre dixièmes de seconde.

Une fois développée, on obtient deux zones nous permettant de déterminer les bornes du champ d'analyse (Voir tableau 1).

Le niveau de radio clarté maximum est défini à 2 ; et la radio-opacité maximale est de 231 (unité arbitraire, propre au logiciel de mesure), donc plus l'indice est faible, plus la zone est radioclaire, donc noire et plus exposée ; à l'inverse, plus l'indice est élevée, plus la zone est blanche, radio-opaque et donc peu exposé aux rayons X.

Ensuite, pour déterminer le temps d'exposition optimal de chaque appareil, il faut sélectionner celui présentant le plus de contraste entre les différents niveaux de radio opacité du film.

Pour cela il suffit de déterminer à partir de quelle durée d'exposition on obtient un noir (champ 1) acceptable (voir annexe, tableaux 6 à 13).

En effet, à mesure que le temps d'exposition augmente, le niveau de gris de chaque champ diminue, mais cela de manière beaucoup plus rapide pour les couches les moins protégées. Ainsi la décroissance en fonction du temps, observée sur le sixième champ, n'excède jamais cinq unités, à contrario de ce qui se passe sur le premier champ.

Partant de ce constat, il est bien évident que le meilleur contraste sera celui du temps le plus long.

Mais est- il justifié, pour augmenter peu significativement le contraste, d'augmenter la dose de rayons reçue ? C'est pourquoi, quand la différence de contraste entre deux temps d'exposition est minime, on choisira le temps le plus court.

Le problème est que d'un type d'appareil à l'autre, d'un appareil à l'autre (d'un même type), d'une série à l'autre (sur un même appareil), on obtient des résultats numériques différents.

En supposant une reproductibilité sans faille des émissions de rayons X, cela peut parfaitement s'expliquer par une différence d'alignement du dispositif entre deux clichés, le centrage ayant été réalisé au jugé, sans l'aide de dispositif assurant une reproductibilité.

Cependant on peut tout de même dégager, cas par cas, un temps référence, qui rentre dans les critères d'optimisation.

2.3.2.1 radiographies issues des tubes *Kono70*®

Les données chiffrées confirment ce qu'on présentait à l'oeil nu, à savoir que le premier champ (radio claire) présente un niveau de gris élevé, surtout pour les films réalisés avec l'appareil du secteur D, où, sur le premier temps de la première série, le champ 1 présente un niveau de gris de 112, soit, par comparaison, le même niveau que le champ 2 des radiographies réalisées en C3 (au même temps d'exposition).

Pour ces appareils, le meilleur contraste s'obtient avec un temps de 0.16 sec pour le générateur situé en H, voire plus (0.18 sec?) pour celui situé en D.

2.3.2.2 radiographies issues des tubes *Trophy*®

Pour chaque champ la décroissance est régulière, montrant que ces appareils n'ont pas de faiblesse particulière.

En ce qui concerne le générateur du secteur A, on obtient un contraste tout à fait satisfaisant avec un temps d'exposition de 0.16 sec.

Pour celui du secteur I, même si un temps de 0.16 sec offre, en moyenne, un meilleur contraste, on préférera opter pour un temps de 0.14 sec, offrant des résultats quasi identique.

2.3.2.3 radiographies issues des tubes *Orix 70*®

Les analyses informatiques retranscrivent les observations faites à l'oeil nu, à savoir que les radiographies exposées en C3 présentent un niveau de gris, pour des temps équivalents, inférieur à ceux des radiographies tirées en C1 et en Hpr.

Ainsi, le générateur présent en C3 fournit un contraste tout à fait satisfaisant dès 0.11sec. Celui du box C1 dès 0.14sec, alors qu'il faut 0.16sec d'exposition à l'appareil situé en Hpr pour obtenir des résultats similaires.

2.3.2.4 radiographies issues du tube *Oralix*®

Au vu des résultats, un contraste satisfaisant s'obtient à 0.20 sec de temps d'exposition, ce qui n'est pas supérieur aux autres appareils, puisqu'il s'agit du deuxième temps intermédiaire.

2.2.3 Synthèse

Localisation de l'appareil	Caractéristiques	Temps optimal relevé (seconde)
C3	70 kV 8 mA	0.11
C1		0.14 s
I		0.14 s
H		0.16 s
Hpr		0.16 s
A		0.16 s
D		0.16 s (mais un temps supérieur serait nécessaire)
I12		En panne
E	65 kV 7.5 mA	0.20 s

Tableau 2 : récapitulatif des temps de références retenus

La variation des résultats, leurs inhomogénéités (jusqu'à 50% d'écart entre C3 et Hpr), montre l'instabilité des systèmes radiographiques utilisés et la faible fiabilité du système d'évaluation. Cependant, le coût entraîné par une évaluation dosimétrique, et le faible intérêt que cela représenterait, ne paraît pas une solution valable.

Peut-on extrapoler ces résultats vers l'activité clinique du C.S.D ?

Pour valider le choix des temps d'expositions retenus, il faudrait réaliser ces expositions sur des structures anatomiques humaines, de préférence avec présence de tissus mous. Pour cela il

faudrait un cadavre ayant toujours ses structures gingivales et musculaires ; mais cela est difficilement envisageable au C.S.D.

L'autre solution est la réalisation des clichés sur un volontaire. Ainsi on pourrait déterminer pour chaque appareil le temps d'exposition adapté, en fonction de la zone à radiographier et de la technique utilisé.

Cependant, le nombre d'expositions à réaliser, sur la même personne, pour donner une valeur statistique au test (environ 30 radiographies pour chacun des 9 générateurs) fait que cela ne peut être fait à la légère, et implique une recherche biomédicale dans le cadre de la loi Hurriet, ce qui dépasse les limites de ce travail.

Si les performances des générateurs utilisés au C.S.D sont variables, elles sont difficilement optimisables.

C'est pourquoi l'accent doit être mis sur l'optimisation de leur maniement, au travers la formation et l'information des stagiaires ; sur l'optimisation des produits de développement et leur bonne utilisation (respect des temps de développement). Pour cela, il faut d'abord connaître l'utilisation faites par les stagiaires du système radiographique, de la réalisation du cliché, à son développement puis son archivage.

3 Analyse des pratiques radiographiques des stagiaires du C.S.D

3.1 Réalité de la pratique quotidienne des appareils

Les observations suivantes sont tirées, d'une part, des résultats d'un questionnaire (voir annexe tableaux 14 à 17) réalisé auprès d'étudiants au moment où ils réalisaient leurs radiographies, des remarques et explications qu'ils donnèrent, et d'autre part, des informations acquises auprès du personnel paramédical.

3.1.1 Pratique et connaissances radiographiques des étudiants

Sur les 40 étudiants interrogés (10 dans chacun des secteurs suivants : D, E, H, I), tous ont montrés de réelles lacunes en matière de radiographie, que nous allons détailler point par point.

La sensibilité du film utilisé.

Aucun stagiaire interrogé ne connaissait la sensibilité du film qu'il était en train d'utiliser, certains ont cependant remarqué qu'il y a quelque temps, ils utilisaient des films mauves (sensibilité E-F) avant de réemployer les films bleus (sensibilité D), disponibles en ce début décembre 2004, tout en avouant ne pas avoir pour autant modifié leur comportement, vis à vis du choix du temps d'exposition.

Par conséquence, aucun des 10 étudiants interrogés en secteur I n'a réglé l'appareil en fonction de la sensibilité du film utilisé (ce réglage n'est pas proposé sur les autres minuteurs).

Les possibilités de réglages.

Il est intéressant de constater la confusion qui règne chez certains étudiants quand à la connaissance des paramètres sur lesquelles ils peuvent influencer lors de la réalisation de leurs

clichés radiographiques.

En effet, si la majorité déclare régler le temps d'exposition, certains pensent jouer sur la « puissance » du rayonnement, ou le réglage du kilo voltage de l'appareil. Mais la confusion la plus nette est celle du réglage de la sensibilité (possible en secteur I et A).

Les étudiants pensent avoir réalisé ce réglage en sélectionnant la zone à radiographier sur le minuteur, alors qu'il existe une touche spécifique (voir annexe tableau 1).

Choix du temps d'exposition

En ce qui concerne le choix du temps d'exposition, seuls huit étudiants sur quarante ont choisi un temps d'exposition en accord avec ceux préconisés par *Kodak*®, dont sept par pur hasard, le huitième étant moniteur de travaux pratique de radiologie pour les étudiants de P.C.E.O.2.

Douze étudiants ont choisi un temps d'exposition restant dans les limites de l'acceptable, ce qui fait que la moitié des étudiants interrogés ont choisi, ou pas, un temps d'exposition complètement injustifiable, le plus souvent par sur exposition.

Justification du temps d'exposition choisi

La justification du choix du temps d'exposition est encore plus aléatoire, puisque mis à part l'ancien moniteur de travaux pratiques, treize étudiants ont proposé une explication cohérente avec leur choix, dont sept en secteur I, pour lesquelles la justification était la bonne sélection de la zone sur le cadran du minuteur ; les six autres étudiants se justifiaient en choisissant un temps d'exposition de 0.26 s pour le secteur antérieur, et 0.40 s pour le secteur postérieur, et un temps intermédiaire pour les secteurs prémolaires.

Parmi les trente-deux étudiants n'ayant pas de justification valable, certains ont repris l'argumentaire ci-dessus, mais avec des valeurs aberrantes : de 0.40 s à 0.75 s, tandis qu'une grande majorité avouait ne pas avoir réglé le minuteur (dont trois étudiants en secteur I) et faire confiance à l'étudiant précédant.

Enfin quelques-uns utilisent toujours le même temps (0.40 s), quelque soit la zone radiographiée ou la machine utilisée, car « il donne de bons résultats ».

Caractéristique des générateurs

On notera qu'aucun des étudiants interrogés en secteur E ne connaît la puissance de cet

appareil, malgré le fait qu'elle soit indiquée à l'arrière du tube.

Ainsi le meilleur résultat obtenu en secteur E, sur le choix du temps d'exposition, est dû au fait que les temps de référence soit plus long, donc moins éloignés de ceux choisis habituellement par les stagiaires.

3.1.2 *Utilisation des bains de développements*

Là encore on retrouve des produits *Kodak®*, qui sont les mêmes pour les cinq unités de développement accessibles aux étudiants, à savoir le produit LX44 pour le révélateur, AL4 pour le fixateur ; ce sont des produits pour développement manuel, à diluer, avec des temps d'exploitation identiques à ceux des bains utilisés dans l'évaluation (5 min à 20°C, 4 min à 22°C, 3min à 24°C pour la révélation, 30 sec de rinçage, 10 min de fixation).

En ce qui concerne les unités de développement situées en secteur D, E, H , I, les bains sont renouvelés deux fois par semaine par la manipulatrice en électroradiologie médicale officiant au rez-de-chaussée du centre de soins dentaires, généralement le mardi et le jeudi, et un nettoyage complet est réalisé le vendredi soir par les aides soignantes, qui replacent des bains frais le lundi matin ; enfin, quelques étudiants s'autorisent à renouveler eux-mêmes les bains quand ils les trouvent trop oxydés (les bidons se trouvant à proximité), parfois en rajoutant un peu de produits, réalisant ainsi un mélange peu conventionnel.

Les bains utilisés en secteur A sont renouvelés au besoin par la manipulatrice en électroradiologie.

Une observation de ces bains, réalisée en même temps que le questionnaire, montre un état de saturation des produits variable d'un secteur à l'autre, d'un jour à l'autre, du fait d'une différence d'activité entre ces secteurs.

De plus on constate que le capot inactinique des bains de développement est souvent laissé ouvert, ne protégeant plus les bains de la lumière extérieure, et donc d'une accélération de leur oxydation.

Enfin on est en droit de se poser des questions sur le dosage des bains, puisque *Kodak®* préconise une dilution à 25% (un bidon de 4 litres (L) devant donner 20 L), alors que des consignes affichées au dessus des bacs recommandent une dilution à 50%.

Même si les résultats des questionnaires sont quantitativement faussés du fait de la présence d'étudiants de D.C.E.O.1 en vacation de radiologie dans les secteurs D et H (un même étudiant réalisant la plupart des développements), on peut quand même affirmer que les temps de révélation pratiqués par les étudiants sont toujours inférieur à celui recommandé par *Kodak®*.

En effet, la majorité des étudiants retirent leur cliché dès qu'ils aperçoivent, à travers le capot inactinique, une image sur le film, ce qui a pour effet d'atténuer la surexposition éventuelle du film, et d'éviter ainsi un noircissement complet de la radiographie ; mais alors le film est sous révéle est peu lisible, de plus il se conserve mal. Certains réalisent sciemment une surexposition, afin de diminuer le temps de révélation, surtout lors de pratiques endologiques (allant jusqu'à des temps d'exposition de 9/10^{ème} de seconde).

A l'inverse le temps de fixation est quasiment toujours respecté, les étudiants ne reprenant généralement leur cliché que quinze à trente minutes après l'avoir immergé dans le bain de révélateur, et rare sont les étudiants qui retirent définitivement leur radio du fixateur au bout de quelques secondes (essentiellement des étudiants travaillant seul et en train de réaliser un traitement endodontique).

3.2 Comparaison de cette pratique, par rapport aux principes de radioprotection

Les trois grands principes de radioprotection, énumérés en première partie, applicables aux chirurgiens dentistes, ainsi que les applications qui en découlent, sont peu appliqués au centre de soins dentaires de Nantes, mais cela s'explique d'une part par la dimension formatrice de l'établissement, et l'inexpérience relative des étudiants en terme de pratique radiographique, d'autre part par la faible motivation apparente des enseignants à faire appliquer les principes de base de la radioprotection.

3.2.1 *Justification des radiographies*

Du fait de l'encadrement des étudiants par des praticiens expérimentés, la plupart des radiographies intra buccales réalisées au C.S.D de Nantes sont rarement injustifiées, puisque faisant suite à un examen clinique par l'étudiant puis par le praticien.

Cependant certains clichés ne sont pris que pour rassurer l'étudiant quant à son diagnostic, le plus souvent sans le contrôle de l'enseignant, et sont donc en opposition avec la législation appliquée stricto sensu. De plus l'apprentissage des étudiants implique des expositions radiographiques supplémentaires (traitement endodontique sur quatre séances, avec une radiographie à chaque séance, cliché mal centré, mal développé, mal archivé devant être recommencé ...) par rapport aux protocoles de traitements mis en place. Enfin, un archivage peu soigneux est souvent à l'origine de nouvelles expositions, suite aux pertes et dégradations des clichés déjà réalisés.

Ainsi, si l'application de la mesure de justification reste perfectible, elle est cependant tout à fait acceptable pour un centre de formation telle que celui du C.S.D de Nantes.

3.2.2 *Optimisation des résultats*

Ce principe implique plusieurs obligations pour le praticien, à commencer par celle de maintenance, qui consiste au maintien du meilleur niveau possible de ses installations, y compris radiographiques.

Or on peut constater que les bains de développement ne font pas l'objet, si ce n'est d'une démarche d'assurance qualité, d'au moins un entretien rigoureux.

Quant à la panne non signalée de l'appareil situé en I12, elle révèle un dysfonctionnement dans le système de maintenance.

La deuxième obligation consiste à réduire le plus possible la dose de rayons X reçue par le patient, sans que cela nuise à l'interprétation de la radiographie.

Pour cela il est impératif de connaître les appareils utilisés ; or certaines caractéristiques ne sont pas connus des techniciens eux même, dont la présence d'un redresseur de courant ou non, dans l'alimentation du tube radiogène. Si le tube fonctionne avec du courant alternatif, il n'y aura production de rayons X que pendant les périodes positives. A contrario, un tube fourni en courant continu émettra des rayons X pendant toute la durée du temps d'exposition. Même si cela semble minime au vu des durées d'exposition et de la fréquence utilisée, *Kodak®* estime qu'un générateur moderne de 70 kV, fonctionnant avec du courant continu, équivaut à un générateur de 80 kV fonctionnant en alternatif.

C'est pourquoi, ne pouvant discerner les modèles comportant un redresseur des autres (il faudrait pour cela étudier les schémas électriques de chaque modèle), les temps de référence *Kodak®* choisis lors du test sont ceux adaptés à des tubes radiogènes fonctionnant sur du courant continu ; ceci pouvant expliquer les sous expositions constatées, pour les temps les plus courts, sur certains modèles.

Une mesure simple pour limiter les doses reçues par les patients, serait l'utilisation de collimateurs à section rectangulaire, plus précis et diffusant moins que ceux à section circulaire.

Mais en pratique courante, le nombre de radiographies devant être refaites suite à un mauvais centrage, causé par une plus grande exigence de précision de ces modèles, ne contre balancerait- elle pas le bénéfice escompté ?

Bien évidemment, le manque de formation initiale des étudiants les plus anciens, l'inexpérience des plus jeunes, font que la plupart des clichés sont inutilement surexposés, ce qui est dommageable pour le patient, ou mal cadré et nécessitant une deuxième exposition (tout aussi dommageable pour le patient).

Une des raisons essentielles à la surexposition des films étant le gain de temps procuré à la révélation de la radiographie, principalement lors de traitements endodontiques, pourquoi ne pas envisager le recours à d'autres systèmes de développements, plus rapide?

4 propositions d'améliorations

4.1 Conclusion de l'évaluation

Que ce soit à l'oeil nu ou par le biais des données chiffrées, on constate de grandes variations de contraste d'un cliché à l'autre, cela pouvant s'expliquer de plusieurs manières.

Tout d'abord la position du film. Même si la distance et l'angulation entre le film et la source radiogène sont identiques pour chaque radiographie (exceptée la radiographie de référence), le centrage entre les clichés est forcément différent, ce qui implique une irradiation différente pour chacun des films, le faisceau de rayons X produits n'étant pas parfaitement homogène.

Ensuite l'usure des appareils, s'apparentant à l'usure de l'anode (la cible). En fonction du nombre d'électrons la frappant, donc des temps d'exposition et de la fréquence d'utilisation, l'anode se dégrade, s'érode en formant des micro reliefs, aboutissant à la formation d'une dissymétrie longitudinale du rayonnement X émis.

Ainsi seule une partie du faisceau de rayons X est réellement utilisée, se traduisant par une perte de la puissance de l'appareil. Cela pourrait expliquer les différences entre deux appareils de même type et même âge, mais situés dans deux secteurs différents à activité différentes.

Cette différence d'activité sera peut être harmonisé par la nouvelle pratique pluridisciplinaire.

Enfin, l'imprécision des minuteurs, et les variations liées au courant et à l'électronique en général.

En effet, n'importe qui pourra constater sur le compteur digital des appareils *Trophy*®, que le temps d'exposition affiché varie constamment, pour certains réglages, à plus ou moins $2/10^{\text{ème}}$ de seconde.

Malgré ces différences enregistrées sur les différents clichés, on peut tout de même dégager certains résultats sur l'état des appareils étudiés.

En premier lieu, il n'y a pas de problème majeur (excepté en I12).

Aucun des générateurs en état de marche ne nécessite un changement du tube radiogène, même si certains sont moins efficaces que d'autres.

Pour évaluer plus précisément l'énergie ionisante produite par chaque appareil, il faudrait procéder à une mesure directe à la sortie du collimateur, avec une technique de thermo luminescence, qui, compte tenu des coûts qu'elle représente et des connaissances supplémentaires qu'elle apporterait, paraît financièrement inacceptable.

4.2 Propositions d'optimisation des pratiques radiographiques

Avec la mise en place de travaux pratiques de radiologie, le niveau de connaissance des étudiants en terme de radiographie, même s'il reste insuffisant, progresse. Il donc indispensable d'améliorer la formation des étudiants.

Cependant, les étudiants sont encore trop peu informés sur le matériel dont il dispose, et pour cause, certaines caractéristiques sont inconnues des ingénieurs bio médicaux, par manque de documentation, de notice.

Ainsi faudrait- il d'abord constituer une base de documentation complète.

Outres ces quelque zones d'ombres, on peut quand même élaborer quelques recommandations pour l'optimisation de l'usage des appareils du C.S.D :

- Réduire les doses de rayons reçus
- Assurer la qualité du traitement de chaque film, ainsi que sa bonne conservation
- Assurer la continuité de la maintenance

4.2.1 Réduction de dose (1, 2, 3)

Elle s'obtient de deux manières : la réduction des temps d'expositions et la réduction du nombre de clichés.

4.2.1.1 Réduction des temps d'expositions

Techniquement, en réduisant les temps d'exposition on réduit aussi l'usure de l'appareil. De plus une surexposition n'est pas justifiable, légalement et auprès du patient.

Pour réduire ces durées d'exposition il faudrait promouvoir l'utilisation de films radiographiques plus sensibles (dans les limites du budget), en faire prendre connaissance aux

étudiants pour qu'ils adaptent leur choix du temps d'exposition en conséquence, en les aidant pour cela avec des « guides lines », précisant les temps d'exposition adaptés, affichés auprès des appareils.

Au moyen de ces affichettes on pourra aussi notifier la moindre puissance de l'appareil situé en secteur E, et les correspondances de sensibilité entre ce qui est indiqué sur les films (D, E, F) et ce que propose le minuteur (de 1 à 9) des appareils *Trophy*® situés en secteur A et I.

4.2.1.2 La réduction du nombre de clichés

Si la décision de réaliser un cliché radiographique est quasiment toujours justifiée par un besoin diagnostique, sa réalisation est parfois hasardeuse et entraîne une multiplication inutile du nombre de clichés.

Ainsi bon nombre de radiographies n'auraient pas besoin d'être refaites si les étudiants appliquaient systématiquement une méthode reproductible : soit la règle de la bissectrice, soit la technique des plans parallèles, dans leur choix d'angulation, et vérifieraient leur centrage. Ces deux derniers paramètres étant facilement visualisable par l'utilisation d'un réglet, ou d'un manche de miroir, figurant la bissectrice (où la parallèle) sur laquelle les rayons doivent arriver perpendiculairement.

4.2.2 *Optimisation du traitement des films* (6)

C'est le facteur sur lequel peut être fait le plus de progrès.

Tout d'abord il faut s'assurer de la qualité des bains utilisés. Pour cela on pourrait mettre en place un tableau répertoriant le nombre de radiographie, et changer les bains tous les 32 radiographies, comme le recommande *kodak*® (voir annexe tableau 18). Ensuite les utilisateurs doivent systématiquement refermer convenablement le capot inactinique lorsqu'ils sortent le film de sa protection.

Le respect des temps de révélation et de fixation garantira une image de qualité, qui se conservera dans le temps.

Enfin un archivage valable, avec l'identification du cliché, la date, évitera la réalisation de nouveaux clichés, pour remplacer ceux perdu ou non identifiable.

4.2.3 Assurer la continuité dans le système de maintenance

Les techniciens et ingénieurs du service bio médical, rencontrés lors de l'élaboration de cette thèse, n'interviennent que sur demande du C.S.D., généralement par le biais de la surveillante ou des aides soignantes.

Or, ces personnes n'utilisant pas les appareils radiographiques, ne font que retransmettre les observations des étudiants. De ce fait, la panne prolongée du tube situé en I12 s'explique par la méconnaissance des étudiants de l'organisation de la maintenance, et du fait qu'ils en sont la base.

On en revient encore à un manque de connaissance, d'information des étudiants, se traduisant par l'inobservation de la législation.

4.2.4 Synthèse

Fait observé	Conséquence	Solution envisageable	Difficulté de mise en place
Tube de localisation de section circulaire	Surface irradiée plus importante	Utilisation de tube de section rectangulaire pour les D3 et T1	Coût Organisation des binômes
Film de sensibilité D	Temps d'exposition plus long	Film E-F pour les D3 et T1	Coût
Temps d'exposition allongé pour réduire le temps de révélation en endodontie	Sur exposition non justifié	Mise en place d'unité de développement spécifique à l'endodontie (Kodac Rapid Access®)	Coût Abus
Erreur de centrage et/ou de positionnement en endodontie	Réalisation d'une autre exposition	Utilisation de portes films spécifiques à l'endodontie, et d'angulateurs	Achat de ce matériel Encouragement à l'utilisation
Méconnaissance du matériel utilisé (générateur et film)	Temps d'exposition inadapté	Affichage à côté de chaque appareil des temps de poses recommandés en fonction de la sensibilité du film	Respect de ces consignes, changement des Habitudes
Utilisation des bains de développement variable selon l'activité	Etat des bains aléatoire	Mise en place d'une grille de suivi, avec renouvellement des produits toutes les trente radiographies	Organisation
Clichés précédents mal ou pas conservés	Réalisation d'un nouveau cliché	Utilisation de matériel adapté pour le marquage des clichés	coût
Manque d'information sur le matériel	Imprécision lors de l'utilisation	Constitution d'une base de données	fastidieux

Tableau 4 : synthèse des différentes anomalies et de leurs solutions éventuelles

CONCLUSION

De l'avis de nombreux experts, les doses et les quantités de rayons ionisants reçues à l'occasion de radiographies dentaires sont négligeables [9], puisqu'avec une représentation de 40% des radiographies réalisées chez un individu, la dose de rayon reçue est inférieure à 1%.

Cependant, cet argument ne doit pas être prétexte à des dérives et des négligences en matière de radioprotection.

C'est pourquoi les lois édictées principalement pour les pratiques médicales et radiothérapeutiques, s'étendent aux chirurgiens dentistes.

De ce fait, nous nous devons, au cabinet dentaire, comme au centre de soins, de respecter les obligations qui en découlent, dont celles décrites précédemment.

Même si l'optimisation et la limitation de dose semblent dérisoires compte tenu des courtes durées d'exposition et des faibles puissances mises en jeu, il n'y a pas de raison de surexposer un patient.

De plus, la justification morale et éthique de ne pas exposer, ou surexposer, inutilement un patient, est maintenant assortie d'une justification légale.

En ce qui concerne le centre de soins dentaires, les systèmes d'exploitations radiographiques présents ne sont clairement pas plus préjudiciables pour le patient que ceux rencontrés chez d'autres praticiens (excepté peut être les systèmes R.V.G les plus récents, avec des temps d'exposition inférieurs à cinq centièmes de seconde), et ne présentent pas de problèmes majeurs ou de dangers.

Ce qui pourrait poser problème, c'est un contrôle rigoureux, par des entités responsables (DGSNR) et très pointilleuses sur la loi, sur le cadre d'utilisation de ces générateurs, puisque quelques-unes des conditions légales pour l'utilisation de ces appareils ne sont pas respectées (absence d'affichettes 1230, absence de suivi dosimétrique des travailleurs en zones contrôlée, etc.)

Ainsi, comme souvent, l'application « à la lettre » des textes réglementaires n'est pas ou peu envisageable, du fait d'un manque quasi total d'intérêts, assorti d'un coût économique non négligeable (suivi dosimétrique de tous les étudiants évoluant en clinique).

Cela n'empêchant en rien les appareils du centre de soins dentaires d'être en adéquation avec l'activité qu'on leur impose.

Finalement, ce travail, en apportant ces solutions, soulève le problème de la mise en place et de l'organisation des propositions d'amélioration évoquées précédemment ; mais ceux-ci dépassent les limites de cette thèse.

Références bibliographiques

1. ANDEM

Radiodiagnostic portant sur l'ensemble des deux arcades : status, radiographie panoramique.
In : Recommandations et références dentaires 1996.
Paris: ANDEM, 1996

2. CAVEZIAN R

Imagerie dento-maxillaire : approche radio clinique.
In : CAVEZIAN R & coll, eds Imagerie dento-maxillaire : approche radio clinique.
Paris: Masson, 2001 :285-293.

3. GABIOUD G

Imagerie dento-maxillaire : approche radio clinique.
In : CAVEZIAN R & coll, eds Imagerie dento-maxillaire : approche radio clinique
Paris: Masson, 2001:41-54.

4. GAMBINI D-J, GRANIER R.

Manuel pratique de radioprotection.
Paris: Lavoissier, 1997:32

5. INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

La radioprotection.
<http://www.irsn.org>

6. KODAK DENTAL

Réussir ces radiographies intraorales.
Stuttgart :Kodak Dental.

7. ORDRE NATIONAL DES CHIRURGIENS-DENTISTES

Dossier : Radioprotection. Ce qui va changer pour les chirurgiens-dentistes.
La Lettre 2003; 20:29-35.

8. SANS TITRE

Décrets relatifs aux transpositions des directives EURATOM 97/43 et 96/29.
<http://www.legifrance.gouv.fr>.

9. SOCIETE FRANCAISE DE RADIOLOGIE

Textes juridiques pour le radiologue :radioprotection.
<http://.sfr-radiologie.asso.fr>

Annexe

FIGURE 8 : MINUTERIE CCX-Digital

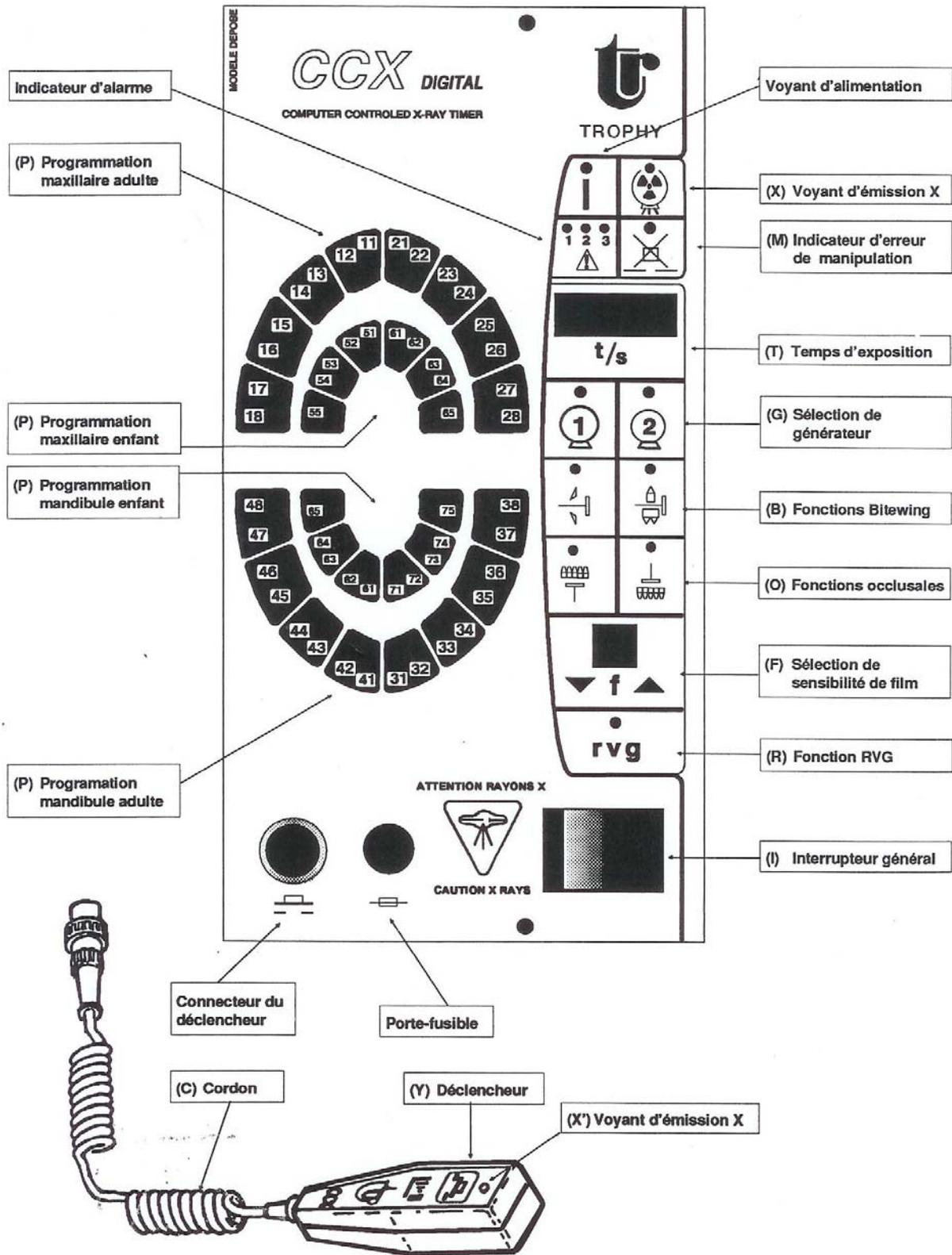


Tableau 1 : Schéma du minuteur Trophy présent en secteur I

POSITION DU SELECTEUR "FILM TYPE"
 en fonction des films utilisés.
 "FILM TYPE" SETTING
 according to the film type used.
FILM EMPFINDLICHKEITSEINSTELLUNG
 nach Filmtyp.

KODAK	Ektar Speed	1
DENTAL UNION (Germany)	Bleu star	2
EMMENIX (USA)	Super	5
ADOX (Germany)	Normal	5
AGFA (Germany)	Lightning fast	5
DUPONT (USA)	Dentus Ultra Rapid	5
Gevaert (Belgio)	Fast	5
KODAK (Gran Bretagna)	Ultra Speed	5
KODAK (USA)	Super fast	5
RINN (USA)		6
FERRANIA (Italia)	Defilus (gelb)	7
KODAK (Francia)	Intermediate	7
MINIMAX (USA)	Extra Fast	7
RINN (USA)		7

"FILM TYPE" SELECTOR
 "FILM TYPE" SELEKTOR

POSITION	VARIATION %	COEFFICIENT
1	-75 %	0,25
2	-50 %	0,50
3	-37,5 %	0,625
4	-12,5 %	0,88
5	0	1
6	+40 %	1,4
7	+80 %	1,8
8	+140 %	2,4
9	+220 %	3,2
10	+300 %	4

- * Pour diminuer le contraste (cliches trop sombres), ajuster le sélecteur film type sur une position inférieure.
- * Pour augmenter le contraste (cliches trop clairs), ajuster le sélecteur film type sur une position supérieure.
- * Use the next lower film type selector setting to reduce contrast if the images are too dark.
- * Use the next higher film type selector setting to increase contrast if the images are too faint.
- * Zur Kontrastverringierung (Aufnahme zu schwarz), Film-Typ Selektor um einen Wert zurückstellen.
- * Zur Kontraststeigerung (Aufnahme zu hell), Film-Typ-Selektor um einen Wert vorstellen.

TABLE DE TEMPS DE POSE EN FONCTION DES PROGRAMMES SELECTIONNES
EXPOSURE TIME TABLE FOR SELECTED PROGRAMS
BELICHTUNGSTABELLE

Tension : 220 V
 Voltage : 220 V
 Spannung : 220 V

Position film type : 5
 Film type setting : 5
 Filmempfindlichkeitseinstellung : 5

ADULTES ADULTS ERWACHSENE	Angle Winkle	508	558	658	708 IRIX 70
		50 kV 8 mA	55 kV 8 mA	65 kV 8 mA	70 kV 8 mA
ENFANTS CHILDREN KINDER	-15	0,26	0,20	0,30	0,24
	-20	0,32	0,26	0,32	0,24
	-10	0,40	0,32	0,36	0,30
	-5	0,40	0,32	0,40	0,30
INTERPROXIMAL BITE-WING INTERPROXIMAL	+40	0,40	0,32	0,40	0,30
	+45	0,40	0,32	0,40	0,30
	+30	0,52	0,42	0,46	0,38
	+30	0,52	0,42	0,60	0,46
EXTRA-ORAL EXTRA-ORAL EXTRA-ORAL	-15	0,18	0,14	0,20	0,16
	-20	0,20	0,18	0,22	0,22
	-10	0,26	0,20	0,24	0,24
	+40	0,26	0,20	0,26	0,20
OCCLUSAL OCCLUSAL OCCLUSAL	+45	0,26	0,20	0,26	0,20
	+30	0,34	0,28	0,30	0,26
	9 x 12 ou 13 x 18	0,52	0,42	0,60	0,48
	Maxillaires / Maxillary Oberkiefer Mandibules / Mandibule Unterkiefer	0,80 0,80	0,64 0,64	0,80 0,80	0,60 0,60

Respecter un temps de repos de 1 mn après chaque cliché de 1 s afin de laisser le tube se refroidir.
 Notice that after an exposure time of 1 s to allow the tube to cool down.
 Es ist sehr wichtig, eine Expositionszeit von 1 Min-nach jeder Aufnahme von 1 sek. Einzuhalten, um der Röhre zeit zum Abkühlen zu lassen.

Tableau 2 : Recommandation Trophy sur les durées d'exposition en fonction du générateur

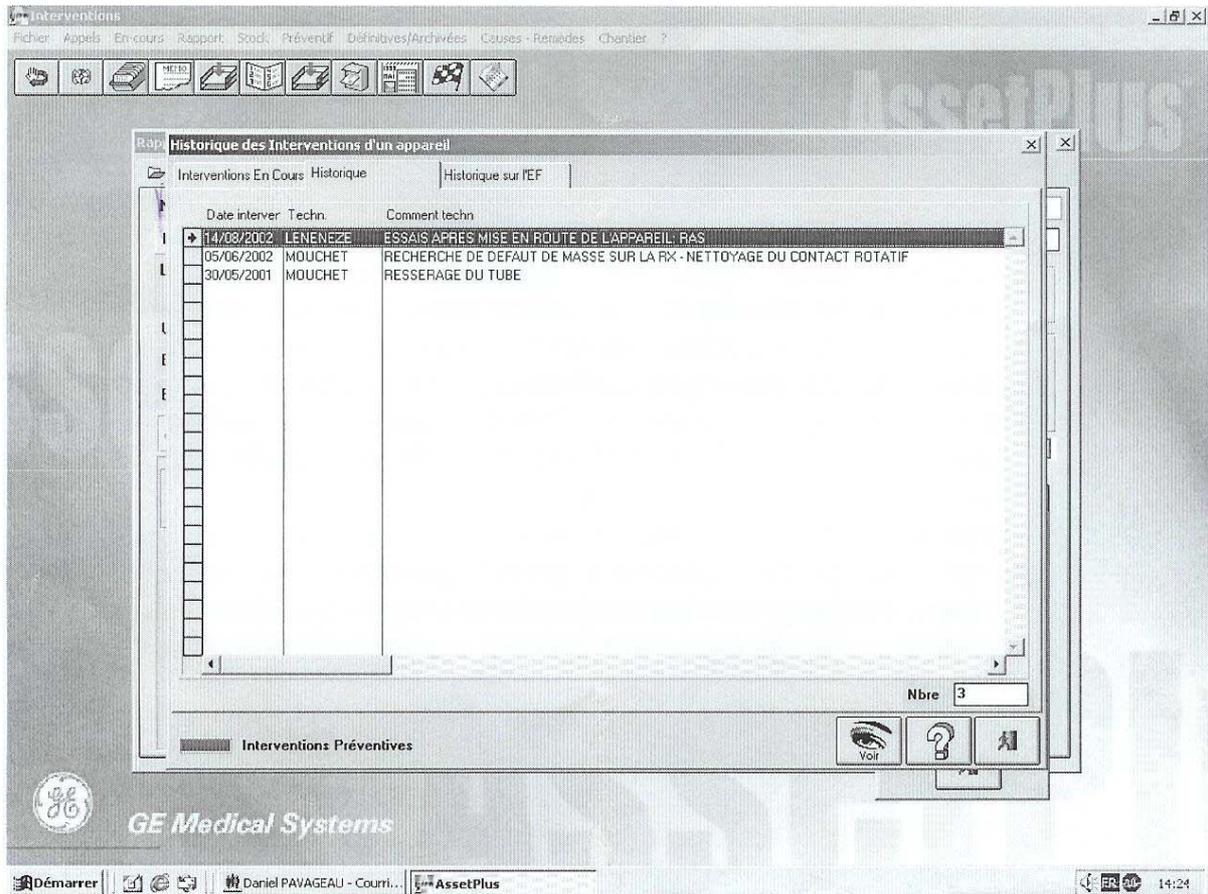


Tableau 3 : suivi biomédical du générateur situé en I12

Temps d'exposition recommandés pour les films dentaires intraoraux KODAK

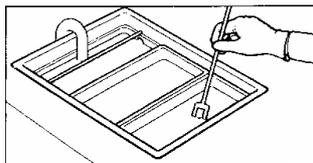
Les temps ci-dessous doivent être considérés à titre indicatif et peuvent devoir être ajustés pour tenir compte des conditions locales (équipement, traitement, etc.).

DENTIMAX		Réglages	kV	50	60	65	65	65	70	70	70	80
Sensibilité D			mA	7	7	7,5	8	10	7	8	10	10
20 cm	Maxillaire	Incisive		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10
		Canine		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10
		Prémolaire		1,83	0,73	0,43	0,40	0,32	0,37	0,32	0,26	0,13
		Molaire		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14
	Mandibule	Incisive		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08
		Canine		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08
		Prémolaire		1,26	0,50	0,29	0,28	0,22	0,25	0,22	0,18	0,09
		Molaire		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10
	Inter-proximal	Antérieure (incisive)		1,14	0,46	0,27	0,25	0,20	0,23	0,20	0,16	0,08
		Postérieure (prémolaire)		1,37	0,55	0,32	0,30	0,24	0,27	0,24	0,19	0,10
	Occlusal			2,29	0,91	0,53	0,50	0,40	0,46	0,40	0,32	0,16
	40 cm	Maxillaire	Incisive		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77
Canine				5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38
Prémolaire				7,31	2,93	1,71	1,60	1,28	1,46	1,28	1,02	0,51
Molaire				8,23	3,29	1,92	1,80	1,44	1,65	1,44	1,15	0,58
Mandibule		Incisive		4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32
		Canine		4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32
		Prémolaire		5,03	2,01	1,17	1,10	0,88	1,01	0,88	0,70	0,35
		Molaire		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38
Inter-proximal		Antérieure (incisive)		4,57	1,83	1,07	1,00	0,80	0,91	0,80	0,64	0,32
		Postérieure (prémolaire)		5,49	2,19	1,28	1,20	0,96	1,10	0,96	0,77	0,38
Occlusal				9,14	3,66	2,13	2,00	1,60	1,83	1,60	1,28	0,64
INSIGHT		Réglages	kV	50	60	65	65	65	70	70	70	80
Sensibilité E/F			mA	7	7	7,5	8	10	7	8	10	10
20 cm	Maxillaire	Incisive		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04
		Canine		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04
		Prémolaire		0,82	0,33	0,19	0,18	0,14	0,16	0,14	0,12	0,06
		Molaire		0,93	0,37	0,22	0,20	0,16	0,19	0,16	0,13	0,06
	Mandibule	Incisive		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04
		Canine		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04
		Prémolaire		0,57	0,23	0,13	0,12	0,10	0,11	0,10	0,08	0,04
		Molaire		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04
	Inter-proximal	Antérieure (incisive)		0,51	0,21	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,04
		Postérieure (prémolaire)		0,62	0,25	0,14	0,14	0,11	0,12	0,11	0,09	0,04
	Occlusal			1,03	0,41	0,24	0,23	0,18	0,21	0,18	0,14	0,07
	40 cm	Maxillaire	Incisive		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35
Canine				2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17
Prémolaire				3,29	1,32	0,77	0,72	0,58	0,66	0,58	0,46	0,23
Molaire				3,70	1,48	0,86	0,81	0,65	0,74	0,65	0,52	0,26
Mandibule		Incisive		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14
		Canine		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14
		Prémolaire		2,26	0,91	0,53	0,50	0,40	0,45	0,40	0,32	0,16
		Molaire		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17
Inter-proximal		Antérieure (incisive)		2,06	0,82	0,48	0,45	0,36	0,41	0,36	0,29	0,14
		Postérieure (prémolaire)		2,47	0,99	0,58	0,54	0,43	0,49	0,43	0,35	0,17
Occlusal				4,11	1,65	0,96	0,90	0,72	0,82	0,72	0,58	0,29

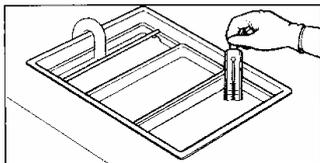
Remarque : pour les patients de forte corpulence, augmenter le temps d'environ 25 % ; pour les enfants et/ou patients de faible corpulence,

Tableau 4 : temps de référence kodak.

Traitement manuel des films radiographiques dentaires intrabuccaux Kodak



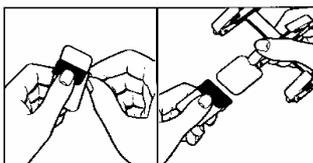
1 REMUER LES SOLUTIONS
Diluez le révélateur et le fixateur comme indiqué sur les emballages. Utilisez des agitateurs spécifiques pour chaque solution pour éviter toute contamination. Remuez délicatement les solutions. Cela garantit l'uniformité des solutions et des températures.



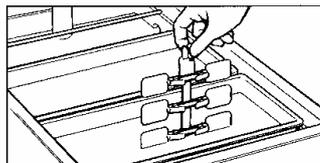
2 VERIFIER LA TEMPERATURE DES SOLUTIONS
Vérifiez la température des solutions avec un thermomètre précis. Rincez parfaitement le thermomètre à l'eau courante avant de contrôler la température de l'autre solution. Le révélateur doit être entre 18-24 °C. Pour le fixateur, consultez la notice.

Température	Temps de développement (min)
20°C	5
22°C	4
24°C	3

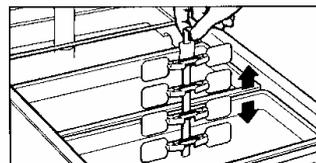
3 VERIFIER LE TEMPS DE DEVELOPPEMENT
En vue de l'étape 5, consultez le tableau ci-dessus pour connaître la durée de développement requise en fonction de la température du révélateur. Les durées mentionnées dans le tableau sont celles recommandées avec le révélateur radiographique dentaire KODAK.



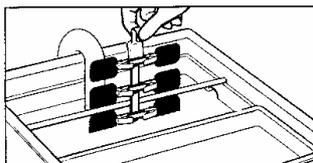
4 CHARGER LE FILM SUR UN CADRE
Retirez les films de leurs sachets et fixez les soigneusement sur une pince ou un cadre, en évitant les traces de doigt, éraflures ou pliures.



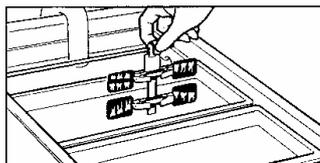
5 IMMERGER LES FILMS DANS LE REVELATEUR ET COMMENCER LE DECOMPTE
Immergez les films délicatement et sans pause de manière à minimiser la formation de stries. Commencez le décompte du temps.



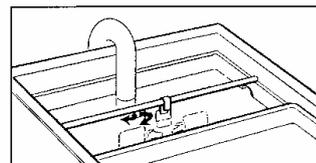
6 REMUER LES FILMS
Soulevez et abaissez immédiatement le cadre plusieurs fois pour éliminer les bulles d'air à la surface des films.



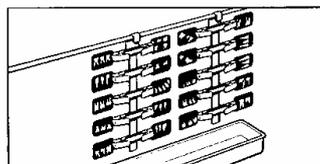
7 RINCER COMPLETEMENT
A la fin du temps de développement, retirez rapidement le cadre du révélateur et placez-le dans le bac de rinçage pendant 30 secondes, dans de l'eau courante propre à 15-24 °C. Sortez le cadre hors de l'eau et laissez-le égoutter au-dessus du bac de rinçage.



8 FIXER CORRECTEMENT
Placez les films dans le fixateur et agitez le cadre. Les films doivent rester dans le fixateur pendant 10 minutes au moins. Consultez les instructions spécifiques pour les temps et températures de fixation.



9 LAVER COMPLETEMENT
Retirez le cadre du fixateur et placez-le dans le bac de lavage. Lavez les films à l'eau courante pendant 10 à 30 minutes. Huit changements de volume par heure sont recommandés. Les films intraoraux doivent être lavés pendant 5 minutes au moins.



10 SECHER
Pendrez le cadre à un séchoir dans un local exempt de poussière. Utilisez un ventilateur pour accélérer le séchage. Une fois secs, retirez les films du cadre et analysez-les.

Tableau 5 : protocole de développement kodak

Secteur A					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ1	28.95	29	21.96	22
	Champ 2	144.94	145	124.3	124
	Champ3	184.77	184	173.61	173
	Champ4	202.52	203	196.56	197
	Champ5	214.24	214	211.19	211
	Champ6	222.08	222	219.1	219
Temp2	Champ1	22.93	23	18.63	18
	Champ2	121.91	121	114.32	114
	Champ3	170.83	170	168.37	168
	Champ4	194.4	195	196.71	197
	Champ5	211.21	211	213.28	213
	Champ6	222.84	223	222.06	222
Temp3	Champ1	19.16	19	16.39	16
	Champ2	114.75	115	106.27	105
	Champ3	165.72	166	159.52	160
	Champ4	192.02	192	190.75	191
	Champ5	210.28	210	210.72	211
	Champ6	220.87	221	223.13	223
Temp4	Champ1	12.52	12	12.21	12
	Champ2	94.94	95	94.92	95
	Champ3	455.91	156	154.56	155
	Champ4	187.84	188	184.89	185
	Champ5	207.17	207	204.43	204
	Champ 6	219.93	220	216.57	217

Tableau 6 : résultat du test en secteur A

C1					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	24.38	25	23.13	23
	Champ 2	128.55	128	125.93	126
	Champ 3	174.69	175	173.66	174
	Champ 4	197.96	198	197.9	198
	Champ 5	213.38	213	213.6	214
	Champ 6	222.38	222	223.34	223
Temp2	Champ 1	20.33	20	19.93	19
	Champ 2	122	122	120.47	120
	Champ 3	177.68	171	171.9	172
	Champ 4	185.08	195	195.61	196
	Champ 5	210.91	211	210.78	211
	Champ 6	220.73	221	219.42	219
Temp3	Champ 1	14.68	15	13.81	14
	Champ 2	105.59	106	97.86	98
	Champ 3	159.48	160	152.53	152
	Champ 4	190.14	190	181.91	182
	Champ 5	210.96	211	202.73	203
	Champ 6	222.88	223	217.85	218
Temp4	Champ 1	13.49	13	9.02	9
	Champ 2	98.65	99	88.35	88
	Champ 3	155	155	148.79	149
	Champ 4	184.90	185	181.02	181
	Champ 5	203.1	203	203.79	204
	Champ 6	216.3	216	217.49	217

Tableau 7 : résultat du test C1

C3					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	17.07	17	19.02	19
	Champ 2	110.68	110	112.04	112
	Champ 3	164.04	164	167.06	167
	Champ 4	196.17	196	195.19	195
	Champ 5	213.8	214	231.17	213
	Champ 6	223.26	223	224.17	224
Temp2	Champ 1	11.08	11	12.58	12
	Champ 2	95.16	95	95.51	96
	Champ 3	154.92	155	155.47	156
	Champ 4	186.71	187	188.96	189
	Champ 5	207.51	208	211.57	212
	Champ 6	221.35	221	224.98	225
Temp3	Champ 1	7.75	8	7.58	7
	Champ 2	82.6	83	78.79	79
	Champ 3	143.39	143	142.18	142
	Champ 4	178.54	178	179.59	180
	Champ 5	204.54	204	205.67	206
	Champ 6	220.88	221	223.16	223
Temp4	Champ 1	5.36	5	5.84	6
	Champ 2	59.34	59	64.77	65
	Champ 3	126.2	126	131.9	132
	Champ 4	169.22	169	174.02	174
	Champ 5	196.76	197	201.25	201
	Champ 6	218.55	219	220.58	221

Tableau 8 : résultat du test C3

Secteur D					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	111.52	112	72.46	73
	Champ 2	183.19	183	176.62	177
	Champ 3	203.13	203	198.06	198
	Champ 4	212.11	212	207.56	207
	Champ 5	219.23	219	214.75	215
	Champ 6	223.83	224	221.03	221
Temp2	Champ 1	32.98	33	40.51	40
	Champ 2	151.06	151	157.86	158
	Champ 3	187.61	188	191.22	191
	Champ 4	201.4	201	203.69	204
	Champ 5	212.05	212	212.99	213
	Champ 6	221.36	221	219.07	219
Temp3	Champ 1	28018	28	27.41	27
	Champ 2	140.77	140	136.67	137
	Champ 3	179.4	179	177.59	178
	Champ 4	196.45	196	194.71	195
	Champ 5	209.66	210	206.50	206
	Champ 6	219.58	220	216.07	216
Temp4	Champ 1	23.63	23	20.92	21
	Champ 2	132.34	131	123.75	123
	Champ 3	176.74	177	172.48	172
	Champ 4	197.2	197	194.33	194
	Champ 5	208.46	208	205.58	206
	Champ 6	218.81	219	215.95	216

Tableau 9 : résultat du test en secteur D

Secteur E					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	23.97	24	25.29	25
	Champ 2	133.08	133	140.85	141
	Champ 3	177.17	177	182.83	183
	Champ 4	198.01	198	200.42	200
	Champ 5	212.02	212	212.21	212
	Champ 6	221.29	221	220.59	221
Temp2	Champ 1	18.31	18	20.57	21
	Champ 2	116.15	116	119.19	119
	Champ 3	169.69	170	169.39	169
	Champ 4	197.19	197	195.69	196
	Champ 5	213.89	214	212.1	212
	Champ 6	224.57	225	222.71	223
Temp3	Champ 1	11.79	12	15.79	16
	Champ 2	94.26	94	103.34	103
	Champ 3	151.64	152	156.32	156
	Champ 4	183.77	184	185.55.	186
	Champ 5	205.95	206	207.25	207
	Champ 6	219.7	220	221.93	222
Temp4	Champ 1	7.2	7	7.69	8
	Champ 2	75.53	76	84.93	85
	Champ 3	141.99	142	147.92	148
	Champ 4	180.35	180	182.75	183
	Champ 5	205.18	205	204.55	205
	Champ 6	219.97	220	217.4	218

Tableau 10 : résultat du test en secteur E

Secteur H					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	Médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	48.39	48	57.89	58
	Champ 2	159.84	160	154.42	154
	Champ 3	190.81	191	190.06	190
	Champ 4	204.58	205	206.39	206
	Champ 5	214.55	215	217.51	218
	Champ 6	219.96	220	223.92	224
Temp2	Champ 1	28.69	29	25.89	26
	Champ 2	132.48	132	134.42	134
	Champ 3	168.37	168	178.71	179
	Champ 4	184.73	185	199.44	199
	Champ 5	196.14	196	213.05	213
	Champ 6	202.89	203	222.45	223
Temp3	Champ 1	24.73	25	22.49	22
	Champ 2	128.6	129	119.65	120
	Champ 3	170.78	171	166.82	167
	Champ 4	191.73	192	191.22	191
	Champ 5	208.15	208	208.57	209
	Champ 6	218.39	218	220.57	221
Temp4	Champ 1	20.03	20	18.29	18
	Champ 2	116.67	117	110.7	111
	Champ 3	170.33	170	165.26	165
	Champ 4	196.85	197	191.85	192
	Champ 5	208.79	209	209.1	209
	Champ 6	217.52	218	221.04	221

Tableau 11 : résultat du test en secteur H

Hpr					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1			30.12	30
	Champ 2			147.25	147
	Champ 3			184.11	184
	Champ 4			201.16	204
	Champ 5			208.2	208
	Champ 6			220.27	220
Temp2	Champ 1	22.81	23	25.13	25
	Champ 2	127.18	128	139.22	139
	Champ 3	174.52	175	180.61	181
	Champ 4	196.76	197	199.71	200
	Champ 5	210.66	211	212.76	213
	Champ 6	220.79	221	221.83	222
Temp3	Champ 1	18.71	18	19.12	19
	Champ 2	115.25	115	117.21	117
	Champ 3	166.62	167	167.3	167
	Champ 4	193.28	193	191.68	192
	Champ 5	211.73	212	208.85	209
	Champ 6	220.67	221	221.57	222
Temp4	Champ 1	15.7	15	17.1	17
	Champ 2	103.58	104	107.96	108
	Champ 3	156.93	157	162.47	162
	Champ 4	184.46	186	189	189
	Champ 5	208.33	208	206.21	206
	Champ 6	221.45	221	218.18	218

Tableau 12 : résultat du test en secteur Hpr

Secteur I					
Série :		Série 1		Série 2	
Mesure :		Gris	Médiane	Gris	médiane
Temps :		moyen		moyen	
Temp1	Champ 1	22.51	22	24.23	24
	Champ 2	124.34	124	131.01	131
	Champ 3	173.11	173	178.03	178
	Champ 4	198.03	198	199.85	200
	Champ 5	211.91	212	213.95	214
	Champ 6	219.33	219	223.14	223
Temp2	Champ 1	20.88	21	20.87	21
	Champ 2	118.74	118	120.36	120
	Champ 3	171.32	171	171.67	172
	Champ 4	199.14	199	196.51	197
	Champ 5	211.9	212	212.01	212
	Champ 6	220.06	220	222.21	222
Temp3	Champ 1	13.88	15	9.86	10
	Champ 2	102.88	103	89.02	89
	Champ 3	162.6	163	153.21	153
	Champ 4	195.92	196	186.69	187
	Champ 5	214.52	215	206.68	207
	Champ 6	223.78	224	222.07	222
Temp4	Champ 1	9.68	9	11.88	12
	Champ 2	88.76	89	91.83	92
	Champ 3	153.33	153	153.41	153
	Champ 4	190.33	190	186.72	187
	Champ 5	211.67	212	207.1	207
	Champ 6	223.95	224	220.24	220

Tableau 13 : résultat du test en secteur I

Secteur I	Non	approximativement	Oui
Connaissance de la sensibilité du film utilisé			
Réglage de l'appareil en fonction de cette sensibilité			
Temps d'exposition adapté à la zone radiographiée (temps <i>Kodak</i> ®)			
Justification du choix du temps utilisé			
Temps de révélation respecté (moins de 1 min, entre 1 et 3 min, 3 min)			
Temps de fixation respecté (moins de 5 min, entre 5 et 10 min, 10 min et plus)			

Tableau 14 : Questionnaire réalisé en I

Secteur H	Non	approximativement	Oui
Connaissance de la sensibilité du film utilisé			
Temps d'exposition adapté à la zone radiographié (temps <i>Kodak</i> ®)			
Justification du choix du temps utilisé			
Temps de révélation respecté (moins de 1 min, entre 1 et 3 min, 3 min)			
Temps de fixation respecté (moins de 5 min, entre 5 et 10 min, 10 min et plus)			

Tableau 15 : questionnaire réalisé en H

Secteur E	Non	approximativement	Oui
Connaissance de la sensibilité du film utilisé			
Temps d'exposition adapté à la zone radiographié (temps <i>Kodak</i> ®)			
Justification du choix du temps utilisé			
Temps de révélation respecté (moins de 1 min, entre 1 et 3 min, 3 min)			
Temps de fixation respecté (moins de 5 min, entre 5 et 10 min, 10 min et plus)			

Tableau 16 : questionnaire réalisé en E

Secteur D	Non	approximativement	Oui
Connaissance de la sensibilité du film utilisé			
Temps d'exposition adapté à la zone radiographié (temps <i>Kodak</i> ®)			
Justification du choix du temps utilisé			
Temps de révélation respecté (moins de 1 min, entre 1 et 3 min, 3 min)			
Temps de fixation respecté (moins de 5 min, entre 5 et 10 min, 10 min et plus)			

Tableau 17 : questionnaire réalisé en D

<i>Séchage</i>	<p>Lorsque le lavage est terminé, il convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● soit d'égoutter ce film au-dessus d'un évier et de le mettre à sécher dans un local tempéré, bien aéré et à l'abri de poussières ; ● soit de le placer dans une armoire de séchage chaude et ventilée ; <p>Afin de donner au film radiographique son meilleur aspect de surface, il est conseillé de ne pas dépasser une température de séchage de 45° C, évitant ainsi toute contraction ou réticulation de la gélatine de ce film.</p> <p>Les Produits Chimiques KODAK conseillés pour le traitement manuel des films radiographiques sont : le Révélateur Liquide KODAK LX24 et le Fixateur Liquide KODAK AL4.</p>
REVELATEUR KODAK LX24	
<i>Présentation Conditionnement</i>	<p>Le Révélateur Liquide KODAK LX24 est présenté en conditionnement de 2 bidons acceptant chacun 4 litres de révélateur en solution concentrée pour préparer deux fois 20 litres de bain prêt à l'emploi. Chaque bidon comporte des graduations permettant la préparation de 5, 10 ou 15 litres de solution.</p>
Préparation d'un bain neuf de Révélateur KODAK LX24	
<i>Facilité de préparation</i>	<p>La préparation du Révélateur KODAK LX24, est simple. Il suffit de diluer le contenu d'un bidon de révélateur concentré pour 4 volumes d'eau afin d'obtenir 20 litres de bain prêt à l'emploi.</p> <p>Brasser énergiquement la quantité de produit ainsi préparée jusqu'à l'obtention d'un mélange très homogène.</p> <p>Porter enfin le révélateur à la température de 20° C.</p>
Entretien du Bain KODAK LX24	
<i>Préparation de la solution d'entretien</i>	<p>La solution d'entretien est préparée à partir de la solution concentrée, utilisée pour la préparation du bain neuf.</p> <p>Pour préparer à part la solution d'entretien, il suffit de diluer le contenu d'un bidon de révélateur concentré dans trois volumes d'eau.</p>
<i>Fréquence d'entretien</i>	<p>Chaque fois qu'un film est retiré du bain de révélateur pour poursuivre son traitement, sa gélatine gonfle et entraîne avec elle une certaine quantité de produit qui oblige dans le temps à régénérer ce bain.</p> <p>Ainsi, il est conseillé de régénérer après développement de 50 films de format moyen pour une cuve de 20 litres. La régénération consiste à remettre le produit dans la cuve jusqu'au niveau initial. Quand cette opération d'entretien sera répétée 8 fois ou bien que le produit sera peu utilisé pendant 6 semaines, il faudra l'éliminer et procéder à la préparation d'un bain neuf.</p>
<i>Régularité du traitement</i>	<p>Soumis à des contrôles rigoureux lors de sa fabrication, le Révélateur KODAK LX24 possède une stabilité remarquable dans le temps.</p> <p>Il donne un produit de PH constant, assurant une grande régularité de résultats.</p>
<i>Temps de développement</i>	<p>La durée de développement varie en fonction de la température des bains. Les conditions optimales de développement pour tous les films radiographiques médicaux, dentaires et industriels sont obtenues à une température de 20° C pour une durée de traitement de 5 minutes,</p> <p>Pour éviter :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● la montée du voile chimique ; ● d'obtenir des résultats aléatoires ; <p>Pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● recueillir l'ensemble des informations enregistrées par le film radiographique ; ● obtenir des résultats constants.

Tableau 18 : entretien des bains
(Film moyen = 30 cm* 30 cm) donc 20 litres révèle 45000 cm² de film
20 cl (volume des bains du C.S.D) révèle 45 cm² soit 32 films intra oraux

Cabinet:

Responsable:

Caractéristiques du Générateur:

Marque
N° de Série
Kilovoltage
mA
Collimation:
Tube localisateur
Filtre (nature et épaisseur)

Date d'agrément:

Renouvellement:

Renouvellement:

CONTRÔLE DU GENERATEUR	1- 5 ans
CONTRÔLE DE LA CHAMBRE NOIRE	tout les 6 mois
CONTRÔLE DU NEGATOSCOPE	tout les 6 mois
CONTRÔLE DU DEVELOPPEMENT	tout les 4 mois
CONTRÔLE DES PRODUITS DE DEVELOPPEMENT	au minimum 2x par semaine
CONTRÔLE DE QUALITE DES FILMS DEVELOPPES évaluation de la qualité	tout les 6 mois
EVOLUTION DU PROGRAMME DE QUALITE	tout les ans
FORMATION DU PERSONNEL	tout les ans



UNIVERSITÉ DE RENNES 1 G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

3

Tableaux 19 à 30 : programme d'assurance qualité en imagerie intra-orale

CONTRÔLE DU GÉNÉRATEUR

date:

Société:

Emission des rayons X

référence Dosimètre:

Distance foyer-Récepteur:

Nombre d'impulsions:

Test	Mesures Cumulées:	Ecart à la Moyenne
1		
2		
3		
4		
5		
	Moyenne:	

seuil de tolérance: variation relative 10%

KiloVoltage

kilovoltage annoncé	Kilovoltage observé

MilliAmpérage

milliampérage annoncé	milliampérage observé



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

4

Tableau 20

Contrôle de la Filtration

Couche de demi-atténuation (CDA)

milliAmpérage:

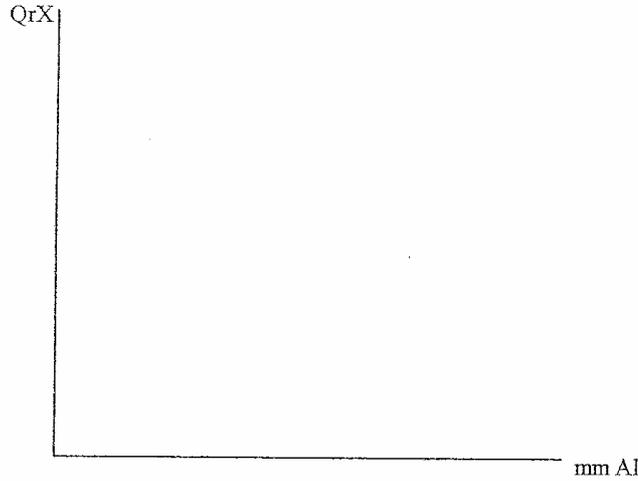
kiloVoltage:

Distance F-R:

impulsions ou temps:

Epaisseur aluminium (mm)	Quantité de Rx reçue (mR) ou:

Graphique:



bornes de la filtration:

1:

2:

Epaisseur aluminium pour demi -Atténuation::

Epaisseur annoncée du Filtre:



UNIVERSITE DE RENNES 1

G. CATHELINEAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

5

Tableau 21

Temps d'exposition

référence Dosimètre:

Distance foyer-Récepteur:

Nombre d'impulsions:

Test	Nbre d'impulsions ou Temps d'ex.	Ecart à la Moyenne
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
	Moyenne:	

seuil de tolérance:variation 5%

Taille de l'aire focale

Contrôle du diaphragme du disque de collimation

Lxl ou Diamètre interne:

Distance F-f	Taille de l'image	Agrandissement (%)
Sortie du Tube		
20		
40		

seuil de tolérance:variation 5%



UNIVERSITÉ DE RENNES

G. CATHELINÉAU

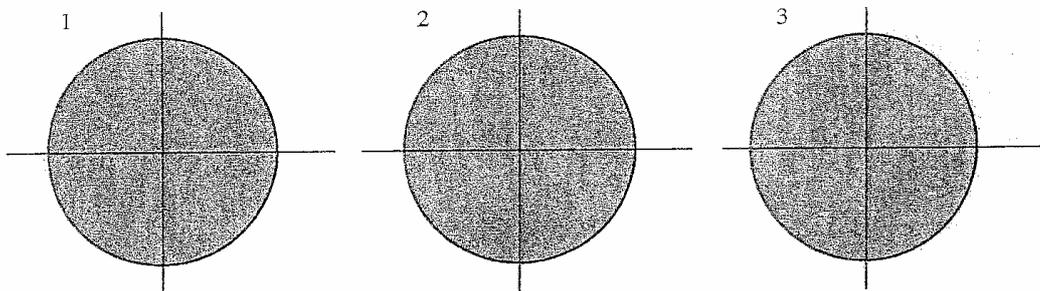
Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

6

Alignement du faisceau

Centrage du diaphragme du disque de collimation

Distance F-f	Décentrage (mm)
Sortie du Tube	
20	
40	



Résultat général :

Action corrective envisagée:



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

7

Tableau 23

CONTRÔLE DE LA CHAMBRE NOIRE

date	lampe changée le	test des pièces

date	contrôle ventilation	contrôle température

date	contrôle hygrométrie

CONTRÔLE DU NEGATOSCOPE

date du nettoyage intérieur	lampe changée le



UNIVERSITÉ DE RENNES 1 G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

8

Tableau 24

CONTRÔLE DU DEVELOPPEMENT

Année: Contrôle 1 date:

heure	température bains	température séchage
0		
15mn		
30 mn		
1 H		
4 H		
8 H		

référence des produits:
révélateur:
fixateur:

Temps révélateur	Temps fixateur	Temps rinçage	Total (mn,s)

Test radio	Constat	Action correctrice

Année: Contrôle 2 date:

heure	température bains	température séchage
0		
15mn		
30 mn		
1 H		
4 H		
8 H		

référence des produits:
révélateur:
fixateur:

Temps révélateur	Temps fixateur	Temps rinçage	Total (mn,s)

Test radio	Constat	Action correctrice



UNIVERSITÉ DE RENNES | G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

9

Tableau 25

Année: Contrôle 3 date:

heure	température bains	température séchage
0		
15mn		
30 mn		
1 H		
4 H		
8 H		

référence des produits:

révélateur:

fixateur:

Temps révélateur	Temps fixateur	Temps rinçage	Total (mn,s)

Test radio	Constat	Action correctrice

Contrôle machine

Date	Constat	Action correctrice



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

10

Tableau 26

CONTRÔLE DE QUALITE DES FILMS DEVELOPPES
évaluation de la qualité

C= changé
N=Mise à niveau

Date:
méthode de choix:

INDICE	QUALITÉ	ÉLÉMENT DE JUGEMENT
1	Excellent	Pas d'erreur d'exposition, de position ou de développement.
2	Diagnostic acceptable	Plusieurs erreurs d'exposition, de position ou de développement, mais qui n'affectent pas le diagnostic radiographique
3	Inacceptable	Erreur d'exposition, de position ou de développement qui rend le diagnostic radiographique impossible.

	Identification du film	date de réalisation	défaut constaté	Indice
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				



UNIVERSITÉ DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

13

Tableau 28

	% indice 1	% indice 2	% indice 2
% à atteindre	>70%	<20%	<10%
% observé			

Action correctrices:

Date de recontrôle:



UNIVERSITE DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

14

Tableau 29

EVOLUTION DU PROGRAMME DE QUALITE

Date:

Classement des priorités:

achat d'un système d'angulateur

changement du négatoscope

achat d'une radiographie numérisée

FORMATION DU PERSONNEL

Date	Formation post universitaire	Personnel concerné	domaine



UNIVERSITE DE RENNES 1

G. CATHELINÉAU

Programme d'Assurance Qualité en Imagerie intra-orale - m.a.j. 2005

15

Tableau 30

PATARIN (Yves).- Evaluation des générateurs de rayons X utilisés en radiographie intra buccales au C.S.D de Nantes.

- 75. f . , ill . , tab. , 30 cm

- (Thèse : chir . dent. ; Nantes ; 2005)

Ce travail évalue d'une part, le niveau de performance des générateurs de rayons X, utilisés pour les radiographies intrabuccales au C.S.D. de Nantes ; d'autre part l'utilisation qui en est faite par les stagiaires. L'objectif de ce travail est d'évaluer les pratiques en cours, de les comparer avec la législation en vigueur, de vérifier les performances des installations.

Après une présentation des principaux règlements en vigueur (applications récentes en droit français des directives Euratom), le protocole de l'étude est décrit. Les temps de pose, pour chacun des neuf appareils évalués, sont déterminés : une échelle radiographique et les recommandations de Kodak® sont utilisées comme références. Une enquête révèle les pratiques et habitudes des stagiaires. Des améliorations sont proposées, afin d'optimiser et de limiter les doses de rayonnements ionisants délivrés aux patients du C.S.D de Nantes.

Rubrique de classement : Radiologie

Mots –clés : Radioprotection

Rayonnement ionisant

Clinique dentaire

Mots –clés anglais : Radiation protection

Radiation ionizing

Dental clinics

JURY :

Président - Directeur : Monsieur le professeur A. Jean

Assesseurs : Monsieur le professeur A. Daniel

Monsieur le professeur O. Laboux

Monsieur le docteur D. Marion

Adresse de l'auteur : 45 rue Desgrées du lou
44100 Nantes