

L'EXPOSITION EXTREMITES DES CHIRURGIENS-DENTISTES

Introduction :

Pour ceux qui me liraient sans me connaître, je suis Hélène TOURNIER. J'exerce en tant qu'Organisme Certifié en Radioprotection unipersonnel exclusivement auprès de chirurgiens-dentistes en Occitanie et tout particulièrement autour de Toulouse. J'accompagne, à l'instant où je couche ces mots, à peu près deux cents cabinets dentaires. Ce qui représente plus de quatre cents chirurgiens-dentistes notamment. J'exerce depuis quatorze ans en tant que « Personne Compétente en Radioprotection » auprès d'eux et je les côtoie au travers de mes différentes fonction depuis plus de vingt ans. Je pense pouvoir affirmer que je connais bien la prévention en milieu dentaire.

Ce document est le fruit de plusieurs heures de travail et les mesures ont été réalisées avec mes propres moyens il y a maintenant un an. Entre occupations personnelles et professionnelles, il m'aura fallu du temps pour placer la rédaction de ce document sur le haut de la pile « des choses à faire » et je le regrette un peu.

Les mesures me paraissent et me paraissent toujours nécessaires. Malgré l'échantillonnage sans doute un peu petit, suite à la lecture de ce document j'espère que vous vous interrogerez sur la nécessité possible de classer en catégorie B ou A les chirurgiens-dentistes tenant les plaques.

L'objectif n'est pas de critiquer une pratique bien souvent ancrée pour différentes raisons : l'habitude, le fait d'être persuadé de gagner du temps en tenant le capteur, une patientèle pédiatrique ou gériatrique ...

Non, l'objectif est de mettre fin à cette idée tenace côté chirurgien-dentiste (moins chez les plus jeunes selon mon expérience) selon laquelle ils ne prennent aucun risque et de fournir quelques données aux conseillers en radioprotection quant à l'exposition extrémités. Ne faire les choses que pour moi n'aurait pas eu de sens. Cela étant, il est évident que je m'appuie sur ces données pour mes études de risques et également en formation.

J'espère que vous apprécierez ce document pour ce qu'il est : la présentation de mesures extrémités sans prétention scientifique. Dans tous les cas j'avoue aisément ne pas être issue du monde scientifique. Je sais juste réfléchir, prévenir et rédiger.

J'espère vos retours sur les résultats eux-mêmes mais aussi quant à la méthodologie.

Bonne lecture

I. Problématique :

La réglementation fait obligation d'évaluer la dose extrémités pour les travailleurs accédant aux zones délimitées si cette dernière est pertinente (Décret no 2018-437 du 4 juin 2018 articles R.4451-52 et R.4451-57). Parmi les missions du Conseiller en Radioprotection, on retrouve le fait de prodiguer des conseils sur le classement des travailleurs et apporter son concours quant à l'évaluation des risques (articles R.4451-13 R.4451-123 du décret n°2018-437 du 4 Juin 2018). De plus, il convient également de s'assurer du non-dépassement des valeurs limites d'exposition dont celle des extrémités (article R4451-6 du décret n°2018-437 du 4 Juin 2018). On notera également que le fait de déterminer le classement d'un travailleur conditionne la surveillance dosimétrique ainsi que l'organisation de la radioprotection y compris pour les entreprises extérieures.

Quoiqu'il en soit, il est impossible d'établir une étude des risques sans prendre en compte les expositions localisées des extrémités (et du cristallin). Et, pour finir, l'évaluation des doses aux extrémités est une des conditions menant au mesurage.

Les études de risques menées par mes soins depuis quatorze ans auprès de chirurgiens-dentistes, bien que démontrant une variabilité des pratiques quant à la tenue du capteur en bouche lors de la prise de clichés radiologiques, justifient la nécessité de s'intéresser à ce point : **à partir de combien de clichés par an un chirurgien-dentiste verrait l'exposition de ses extrémités dépasser les 50 mSv à partir desquels le classement est à envisager ? Dépasse-t-il par ailleurs les 150 mSv ? Les résultats des dosimètres à lecture différée¹ dans le monde dentaire peuvent-ils masquer une exposition extrémité problématique ?**

Pour autant, à ma connaissance, aucune étude étayée sur la question n'existe.

Trois voies me semblent possibles afin de rendre compte de l'exposition extrémité des chirurgiens-dentistes :

- La mesure au radiamètre. Elle présente un inconvénient majeur : pour être fiable et en particulier non majorante, il conviendrait d'intercaler entre le tube à rayon X et le détecteur un fantôme permettant de rendre compte de l'atténuation par la mâchoire du patient. L'immense majorité des conseillers en radioprotection ne disposent pas d'un tel équipement, les vérifications périodiques étant généralement réalisées à l'aide de contenants remplis d'eau. De plus, il faudrait mesurer au contact du fantôme choisi : selon les radiamètres possédés, une trop faible distance à la source engendrera une perte de fiabilité de la mesure.
- La mesure via les dosimètres extrémités. Trois écueils sont à déplorer : la non-certitude de leur port sur la totalité de la période envisagée, l'incertitude liée à la quantification des clichés et le fait qu'une bague serait portée telle quelle, détecteur sur la première phalange et potentiellement orientée vers l'extérieur de la paume. Or, en cas de tenue, un chirurgien-dentiste expose la pulpe de son doigt au niveau de la phalange distale. Des mesures via des dosimètres extrémités ne rendraient donc pas totalement compte de l'exposition réelle.
- La mesure via des pastilles d'études de poste et un fantôme adapté. C'est cette option qui a été retenue. Elle présente l'inconvénient majeur, dans le cas d'une étude de risques, de n'être que difficilement reproductible du fait de la nécessité de disposer systématiquement de pastilles d'études de poste et du fantôme.

¹ Bilan IRSN des expositions professionnelles en 2023. Dose moyenne pour le domaine dentaire : 0.26 mSv/an. A noter que seulement 40 porteurs dépassaient les 1 mSv du point de vue de la dose efficace (contre 126 en 2024).

II. METHODOLOGIE :

Les dosimètres d'étude de poste :

La méthodologie est simple. Après entretien avec l'IRSN au sujet du projet de mesures, trente-six dosimètres (dosimétrie par thermoluminescence) pour études de poste ont  ete command es. Pourquoi trente-six ? Le nombre correspond au nombre de situations de mesure qu'il me pensait être possible de réaliser sur quelques jours (temps de prêt d'un fantôme adapt e) en tenant compte de la nécessité de produire ces mesures en utilisant des générateurs vari es. Toutes les mesures ont  ete réalisées dans des cabinets dentaires de l'agglomération toulousaine proche afin de garantir un bruit de fond équivalent d'un site à l'autre bien que ce dernier, fourni par une pastille témoin, est déduit des mesures. Les mesures sont enregistrées dès le premier microSievert.



2

Pastilles TLD - Technologie TLD (thermoluminescence) pour détection des rayonnements X,   et à



Dimensions du détecteur :   3 mm / Conditionnement sous pochette plastique : 10 x 10 mm.

Seuil d'enregistrement :   partir du premier  Sv mesur e.

Grandeur mesur e : Hp(0,07)

Application : dosimétrie des extr emites / peau.

Utilisation : dans sa pochette plastique collée sur la peau avec un adhésif. Traçabilité garantie au moyen d'un numéro d'identification sur le détecteur. Décontamination possible à froid dans sa pochette.

Exemples d'application : médicine nucléaire / bloc opératoire / radiologie interventionnelle / cardiologie / industrie.

² Extrait de la documentation proposée par l'IRSN et relative aux dosimètres d'étude de poste utilisé.

Le fantôme :

Le fantôme utilisé est doté d'une réelle dentition (élément d'information recueilli auprès de son détenteur) permettant de l'intercaler entre la source de rayons X et la pastille d'étude de postes. Une partie des mesures ont été réalisées au niveau des molaires, une autre au niveau des incisives.

Une limite demeure : je ne dispose d'aucune donnée quant à la matière autre constitutive du fantôme et représentative de la joue du « patient ». Je ne peux donc affirmer que ce fantôme permette de reproduire vraiment une tête humaine.

Deux certitudes :

- Ce dernier sert pour des TP de radiologie dentaire et a donc prouvé son utilité dans ce contexte
- Il permet d'obtenir une « atténuation dentaire ». Cette atténuation a été testée notamment en irradiant une pastille d'étude de poste (en rouge dans le tableau des mesures à venir) directement. La mesure obtenue, de 1.02 mSv vs 0.16 mSv avec fantôme prouve son efficacité en termes d'atténuation sans présager totalement de sa représentativité.



Le choix des paramètres :

Constatant que beaucoup de praticiens utilisent simplement les réglages automatiques, deux types de réglage ont été adoptés : ceux pour les molaires supérieures, soit souvent les plus pénalisants (temps d'exposition automatiques plus élevés) et ceux pour les incisives.

Les réglages pédiatriques ont également été pris en compte mais peu de mesures ont été réalisées.

Une mesure a été réalisée comme on le verra en utilisant un capteur filaire intercalé entre la dentition et la pastille. Les autres mesures ont été réalisées avec des plaques, en partant du principe que l'évolution tend vers l'utilisation croissante de plaques aux phosphores.

Je dispose d'un tableur plus étayé comprenant les noms des clients, les références des salles dans lesquelles se trouvent le matériel, la marque et le modèle des générateurs. Ces informations sont volontairement masquées pour des raisons de confidentialité et afin d'éviter de jeter l'opprobre sur un modèle ou un autre.

Fatalement, de deux à quatre mesures ayant été généralement réalisées avec un même générateur, même si les conditions d'acquisition diffèrent (adulte/enfant/molaire supérieure/incisive), un même générateur conduira à deux à quatre mesures relativement élevées ou basses.

Les mesures ont été réalisées en utilisant 14 générateurs différents représentant 13 marques et/ou modèles distincts (à noter que les mesures réalisées pour un même modèle proviennent de générateurs d'années de fabrication différentes).



III. RESULTATS :

Résultats :

Nom de dosimètre	Fantôme	Patient	Réglage automatique	Capteur	kV	mA	Temps expo	Filtration	Année	Dose brute	Soustraction BDF
										mSv	mSv
ETUDE 003	Non	Adulte	molaire	Néant	70	8	0,14	2 mm		1,22	1,02
ETUDE 001	Oui	Adulte	molaire	Capteur	70	8	0,14	2 mm		0,2	0
ETUDE 010	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,125	2 mm	2008	0,23	0,03
ETUDE 021	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	63	8	0,12	2 mm	1999	0,25	0,05
ETUDE 011	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	8	0,08	2 mm	2008	0,27	0,07
ETUDE 007	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	6	0,13	2 mm	2022	0,29	0,09
ETUDE 019	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	6	0,13	2 mm	2020	0,29	0,09
ETUDE 023	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	63	8	0,1	2 mm	1999	0,29	0,09
ETUDE 017	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,2	2,5 mm	2004	0,3	0,1
ETUDE 005	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	7	0,08	2 mm	2017	0,31	0,11
ETUDE 004	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	7	0,17	2 mm	2017	0,32	0,12
ETUDE 027	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	7	0,08	1,5 mm	2023	0,34	0,14
ETUDE 002	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,14	2 mm		0,36	0,16
ETUDE 008	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	6	0,09	2 mm	2022	0,37	0,17
ETUDE 014	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,25	2,5 mm	2013	0,38	0,18
ETUDE 020	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	6	0,09	2 mm	2020	0,41	0,21
ETUDE 028	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	7	0,06	1,5 mm	2023	0,43	0,23
ETUDE 026	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	8	0,36	2,5 mm		0,51	0,31
ETUDE 030	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,33	2,5 mm	2006	0,55	0,35
Nom de dosimètre	Fantôme	Patient	Réglage automatique	Capteur	kV	mA	Temps expo	Filtration	Année	Dose brute	Soustraction

PCR31-OCR31 / Hélène TOURNIER

52 Rue des Chênes

31240 SAINT-JEAN

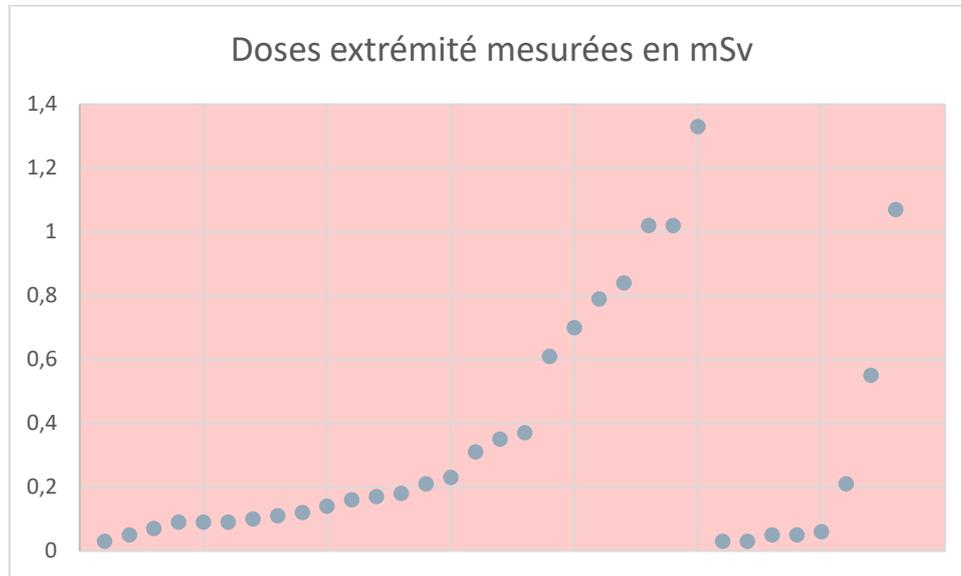
Tél : 06 25 42 08 19

helene.tournier@pcr31.com



ETUDE 025	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,34	2,5 mm		0,57	0,37
ETUDE 032	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	8	0,25	2,5 mm	2006	0,81	0,61
ETUDE 016	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,2	2,5 mm	2004	0,9	0,7
ETUDE 015	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	70	8	0,25	2,5 mm	2013	0,99	0,79
ETUDE 018	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	70	8	0,12	2,5 mm	2004	1,04	0,84
ETUDE 036	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	60	7	0,16	2,5 mm	2017	1,22	1,02
ETUDE 034	Oui	Adulte	incisive	Plaques ERML	60	7	0,25	2 mm	2005	1,39	1,19
ETUDE 035	Oui	Adulte	molaire	Plaques ERML	60	7	0,25	2 mm	2005	1,53	1,33
ETUDE 006	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	60	7	0,05	2 mm	2017	0,23	0,03
ETUDE 009	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	70	6	0,07	2 mm	2022	0,25	0,05
ETUDE 012	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	70	8	0,13	2,5 mm	2013	0,26	0,06
ETUDE 013	Oui	Enfant	incisive	Plaques ERML	70	8	0,07	2,5 mm	2013	0,25	0,05
ETUDE 022	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	60	8	0,25	2 mm	1999	0,41	0,21
ETUDE 024	Oui	Enfant	incisive	Plaques ERML	60	8	0,2	2 mm	1999	0,36	0,16
ETUDE 029	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	70	7	0,05	1,5 mm	2023	0,23	0,03
ETUDE 031	Oui	Enfant	molaire	Plaques ERML	70	8	0,21	2,5 mm	2006	1,27	1,07
ETUDE 033	Oui	Enfant	incisive	Plaques ERML	70	8	0,17	2,5 mm	2006	0,75	0,55

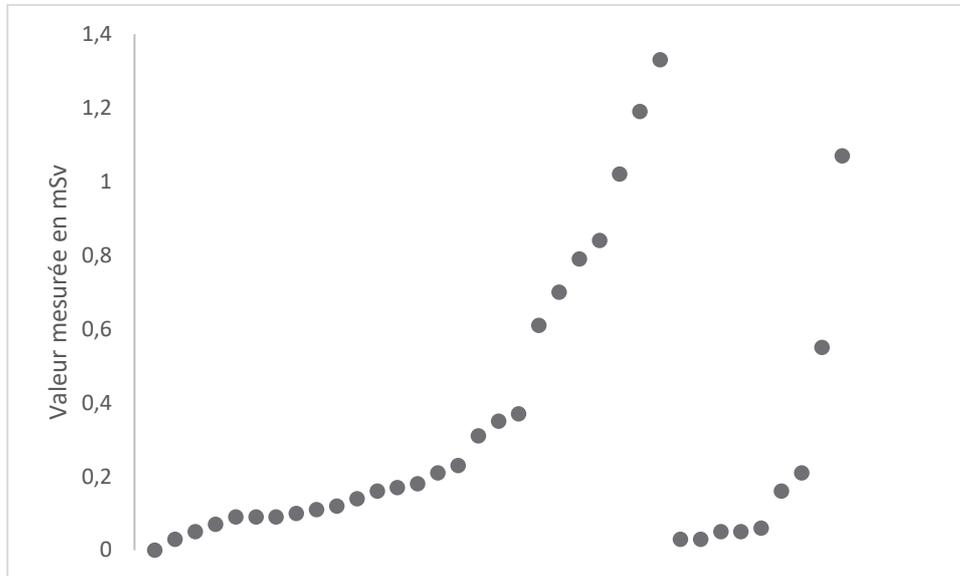
A noter que la mesure de l'étude 001 ne sera pas prise en compte puisqu'elle concerne une mesure derrière un capteur filaire. Certes l'atténuation par le capteur est totale mais il ne faudrait pas oublier que le reste de la main peut aussi être exposée à commencer par les phalanges au plus proches de la paume.



Graphique 1 : répartition des mesures

Un rapide coup d' eil à ce graphique nous apprend que la majorité des doses mesurées semblent se situées en deça de 0.4 μ Sv.

A noter que les neuf mesures supérieurs à 0.4 mSv sont le fruit de mesures sur sept générateurs. Deux générateurs expliquent 50 % de ces mesures. Et un de ces générateurs a servi pour une mesure en réglage p ediatric (élevée).



Graphique 2 : répartition des mesures selon paramétrage automatique enfant/adulte

Les points à droite en petit nombre représentent les mesures en réglage pédiatriques.

En dépit du faible nombre de mesures en réglage pédiatriques, une même tendance se dessine. Pour autant, les mêmes générateurs ayant été utilisés (et en prenant en compte le faible nombre de mesures), difficile d'en tirer une conclusion.

Médians et moyennes :

Mesure moyenne :	0,34	mSv
Médiane	0,17	mSv
Moyenne adulte :	0,37	mSv
Médiane adulte :	0,18	mSv
Moyenne réglage p�ediatric	0,25	mSv
Médiane réglage p�ediatric	0,06	mSv

Tableau 1 : médians et moyennes

Rappel :

- 35 mesures (une mesure sur les trente-six ayant pour vocation de tester le fantôme)
- 9 mesures en réglage p ediatric
- 26 mesures en réglage adulte

L'échantillon mériterait sans doute d'être élargi. On constate cependant une dose moyenne de 0.34 mSv/clichés au niveau des extr emites et une médiane proche de 0.2 mSv (0.06 en réglage p ediatric). Il apparaît que les valeurs sont moindres en réglage p ediatric, ce qui est cohérent avec un temps d'exposition peu  elev e : cette hypothèse mérite d'être vérifiée sur un échantillon plus grand.

CONCLUSION :

Cette campagne de mesure ne prétend qu'être ce qu'elle est : une série de trente-six mesures réalisées à partir de modèles de générateurs rétroalvéolaires différents, sur la base de quatre groupes de paramètres distincts et choisis le plus objectivement possible et ce afin d'enfin disposer d'un ordre de grandeur de l'exposition extrémités des chirurgiens-dentistes tenant les plaques lors de la prise de clichés.

L'objectif étant double : casser une idée reçue entendue bien trop souvent de la part des travailleurs exposés généralement et selon laquelle, dans la mesure où la dose efficace patient est faible, la dose extrémité le sera aussi nécessairement. Enfin un argument très concret contre les « oh ça va on n'est pas une centrale nucléaire », « les générations précédents d'accord mais on a réduit les doses non ? », « j'ai toujours fait ça et ça va » ...

Présenter une mesure permet de rendre le risque plus tangible. On ne peut plus dire « je ne risque rien » face à une dose existante. L'intérêt est de présenter aux travailleurs le cumul de dose sur l'année et leur carrière.

Quant au second objectif il s'agit tout simplement de disposer de données pour mes études de risques et si je peux en faire profiter les autres, tant mieux !

A la lumière de ces données, il apparaît douteux de considérer comme non classé des praticiens tenant le film ERML même épisodiquement. Il convient d'ailleurs de se méfier de ce caractère occasionnel traduit en « je ne tiens pas souvent le capteur ». Finalement, si on tient compte de la médiane, à partir de 6 tenues par semaine sur 45 semaines travaillées par an, on affleure les 50 mSv qui valent classement.

	Nombre de clichés par an pour atteindre 50 mSv/an (catégorie B)	Nombre de clichés par an pour atteindre 150 mSv/an (catégorie A)
Médiane : 0.17 mSv	295 clichés soit 7 clichés/semaines, soit 2 clichés/jours *	883 clichés soit 21 clichés/semaines, soit 5 clichés/jours *
Moyenne : 0.34 mSv	147 clichés soit 3 à 4 clichés / semaines, soit <1 cliché /jour *	442 clichés soit 10 à 11 clichés/semaines, soit 2 à 3 clichés/jours *

Tableau 2 : Ebauche de calcul en vue d'un classement en fonction des médianes et moyennes

* En tenant compte d'une période travaillée de 42 semaines/an (et beaucoup de chirurgiens-dentistes travaillent plus) et de semaines de quatre jours (en sachant que les journées comptent généralement de 10 à 12 heures de travail).

A noter que ces mesures ne rendent compte que de l'exposition du doigt en bouche et non de la paume qui ne manquera pas de dépasser de la bouche a priori. Or la limite de 50 mSv s'impose pour les extrémités et la peau.

Des limites sont indiquées tout au long de ce document dont les deux plus grandes à mon sens : le faible échantillonnage et le fait de ne pas connaître clairement la constitution de la « peau » du fantôme recouvrant les dents. Principal intérêt de ces mesures : elles existent !

Pour la suite, il serait très intéressant que d'autres se lancent dans les mesures et peut-être qu'on s'intéresse au cristallin même s'il est moins exposé.

J'espère que vous aurez apprécié la lecture de ce document.

Hélène TOURNIER