



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI

Office fédéral de la santé publique OFSP

Unité de direction Protection des consommateurs
Division Radioprotection

Septembre 2012

Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en radiologie par projection

Rapport final du projet NRDRad

Introduction

Contrairement à la situation des personnes professionnellement exposées aux rayonnements et à celle de la population en général, il n'est pas fixé de limites de dose pour les patients en radiodiagnostic. Les principes de base de la radioprotection, à savoir la justification et l'optimisation, sont toutefois en vigueur. Leur application systématique doit garantir une protection adéquate des patients. Dans le cas de l'exposition médicale des patientes et des patients, les valeurs directrices de dose liées à la source ne représentent pas un instrument adéquat [1]. La Commission Internationale de Protection radiologique relève cependant en 1996, dans sa publication 73 [2], « *qu'une certaine limitation de l'exposition en diagnostic médical est nécessaire* » et recommande l'application de niveaux de référence diagnostiques (NRD). Il s'agit de valeurs d'une grandeur opérationnelle qui présente une relation directe avec la dose au patient. Les NRD servent à détecter les situations conduisant à des doses au patient anormalement élevées et donnent ainsi la possibilité d'une gestion efficace des doses [3]. En conséquence les NRD ne sont pas à interpréter comme des valeurs limites, mais comme des grandeurs directrices dans le cadre de l'optimisation de la pratique radiologique.

Les procédures radiologiques classiques (radiographies avec des systèmes de couples écran-film ou avec des récepteurs d'image numériques) contribuent pour 46% au nombre des examens radiologiques et pour 14,6% à la dose collective annuelle [4]. Cette contribution relativement élevée à la fréquence des examens de radiologie justifie de maintenir la dose collective associée aussi basse que possible à l'aide de l'application du concept du NRD.

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) a introduit en Suisse des niveaux de référence pour les examens de radiologie par projection les plus courants. Ils sont basés sur les directives du Conseil de l'Union européenne [5].

Le but du projet *NRDRad* de l'OFSP est l'établissement en Suisse du concept des NRD ainsi que son adaptation à la pratique nationale. A cet effet les doses appliquées au patient dans le domaine de la radiologie par projection ont été saisies dans le cadre d'une enquête nationale et ont fait l'objet d'une analyse.

Matériel et Méthode

Installations

38 instituts privés ou services de radiologie d'hôpitaux publics, de toutes les régions géographiques et linguistiques du pays, ont été associés à l'étude. Parmi ceux-ci 24 venaient de Suisse alémanique, 11 de Suisse romande et 3 de Suisse italienne. L'étude s'est basée exclusivement sur des systèmes avec détecteurs d'image numériques (21 de type CR et 17 de type DR).

Procédé pour la saisie des données

Dans le cadre de l'enquête on a d'abord défini trois examens typiques (thorax pa, rachis lombaire pa/ap, bassin ap). Le choix s'est basé sur la fréquence des examens (thorax) et sur la prise en compte d'examens conduisant à des doses intensives (rachis lombaire, bassin). L'enquête a compris 20 examens, pour chaque institut et chaque localisation, avec comme condition que leur majorité provienne de patients de corpulence moyenne (patient standard¹). En plus des données spécifiques à l'installation, on a saisi les paramètres techniques (kV, mAs et DFP), de même que des informations concernant le patient (corpulence, année de naissance et sexe) (voir la figure 1).

Colonne lombaire ap (pa)

Autorisation OFSP	-
Appareil/Générateur	
Place de travail/Bucky	<input type="checkbox"/> table <input checked="" type="checkbox"/> mur
Filtration	mm
Valeur K déterminé:	
Date:	

Date	kV	mAs	DFP [m]	Patient	Année de naiss.	m/f	Remarques
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			

Fig 1: Formulaire de saisie (exemple : rachis lomb.)

¹ On définit comme patients standard les patients d'un poids de 70 ± 3 kg [1]

Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection

Après réception des formulaires de saisie, les données ont été introduites dans un tableau standardisé et les doses à la surface d'entrée du patient (Entrance Surface Dose, ESD) ont été déterminées. On a ensuite calculé, à partir de la répartition des ESD, le 75^{ème} percentile pour chaque localisation. Lors de ce calcul, seules les données correspondant à une corpulence de patient désignée par « standard / moyenne » ont été prises en compte. Le résumé des résultats locaux et la comparaison avec les valeurs actuelles des niveaux de référence ont été communiqués en retour aux entreprises sous forme d'une courte note. Les doses d'entrée obtenues ont servi de référence pour le calcul des produits dose-surface (PDS).

Enquêtes complémentaires

En vue de valider les données obtenues exclusivement lors d'examens de projection pa/ap, deux examens complémentaires concernant des projections latérales typiques ont été analysés (thorax de profil, rachis lombaire de profil). 5 instituts ont été impliqués dans cette étude complémentaire, instituts qui avaient participé à la première enquête (mêmes installations disposant de valeurs K locales). Les fréquences des examens radiographiques du crâne (pa/ap ou latéral) étant faibles, pour ces examens on a saisi, dans 7 entreprises et par le biais d'une demande administrative, les données nécessaires à la détermination des ESD, à savoir les paramètres typiques d'exposition (kV, mAs, DFP). Les doses d'entrée ont été déterminées en utilisant une valeur K standard de 0,1 mGy·m²·mAs⁻¹. On s'est aussi intéressé dans le cadre de l'enquête à la différence quantitative de la dose d'entrée pour les deux récepteurs d'image numériques en exploitation, à savoir les détecteurs solides en cassettes de type CR et DR. 21 installations CR et 17 DR (projections pa/ap) ont été prises en compte. (Dans certains cas les 3 types d'examen n'ont pas été réalisés avec la même installation). Les valeurs des projections latérales ont été saisies sur 4 installations CR et 1 système DR.

Calcul des ESD

L'ESD se calcule, à partir des paramètres d'exposition, en appliquant la *formule (1)*. La constante K_L , spécifique à l'installation, est déterminée à l'aide d'une mesure séparée et en appliquant la *formule (2)*. Le facteur de rétrodiffusion (BSF) de 1,35 correspond à une valeur généralement reconnue et tirée de la littérature [6, 7].

$$(1) \quad ESD = K_L \cdot \left(\frac{U}{100 \text{ kV}} \right)^2 \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{DFP} \right)^2 \cdot \text{BSF}$$

ESD: Dose à la surface d'entrée du patient en mGy
K_L: Constante locale caractéristique de l'installation radiologique (output) en mGy·m²·mAs⁻¹
U: Tension en kV
Q: Charge en mAs
DFP: Distance foyer-peau en m
BSF: Facteur de rétrodiffusion (1,35)

$$(2) \quad K_L = ESD_{\text{Table}} \cdot \left(\frac{100 \text{ kV}}{U} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{Q} \right) \cdot \text{DFD}^2 \cdot \left(\frac{1}{f} \right)$$

ESD_{Table}: Dose à la surface d'entrée de la table en mGy
DFD: Distance foyer-détecteur en m
f: Facteur de correction pour le détecteur semi-conducteur

Détermination de la constante K_L caractéristique de l'installation

Le dispositif de mesure pour la détermination de la constante K_L caractéristique de l'installation est présenté à la *figure 2*. Un détecteur semi-conducteur (R-100B, RTI Electronics, Mölndal, Suède) est placé sur la table de radiologie à 1 m du foyer. La mesure de la grandeur ESD_{Table} s'effectue avec les paramètres de réglage suivants : 85 kV, 50 mAs, et un champ de 20 x 20 cm².

Comme la contribution du rayonnement rétrodiffusé mesuré avec le détecteur semi-conducteur est plus petite que celle de la chambre d'ionisation, la valeur de ESD_{Table} est corrigée à l'aide d'un facteur f . Ce facteur a été déterminé séparément en mesurant la dose de rétrodiffusion d'un fantôme d'eau de 10 l, une fois avec le dosimètre semi-conducteur et une fois avec une chambre d'ionisation (15cc, Keithley Instruments Inc., Cleveland Ohio, USA). Le facteur de correction s'obtient en effectuant le rapport des deux mesures. Sa valeur moyenne sur plusieurs installations est de 1,15.

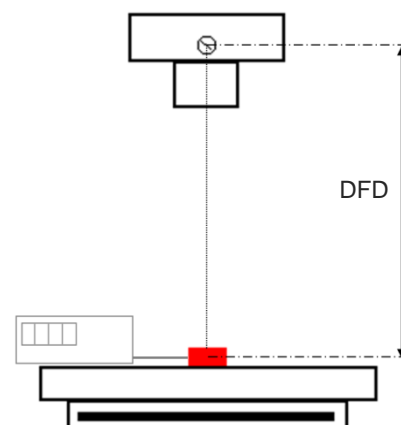


Fig. 2: Dispositif de mesure pour la détermination de la valeur K_L locale

Détermination des produits dose-surface

Les produits dose-surface (PDS) ont été déterminés à l'aide de la *formule (3)* en partant des doses d'entrée ESD mesurées et de grandeurs de champ typiques à l'endroit de l'entrée du faisceau, exprimées par la surface A en cm^2 . Pour obtenir les PDS en $cGy \cdot cm^2$, les résultats ont été multipliés par un facteur 1/10. La rétrodiffusion du patient n'étant pas comprise dans le PDS, la correction associée est appliquée.

$$(3) \quad PDS = \left(\frac{ESD \cdot A}{BSF} \right) \cdot \left(\frac{1}{10} \right) \left[cGy \cdot cm^2 \right]$$

Résultats

Au total 1202 données de patients standard (thorax $n=425$, bassin $n=399$, rachis lombaire $n=378$) ont été analysées. Pour le thorax le 75^{ème} percentile de la distribution de l'ESD s'est établi à 0,16 mGy (53,3% du NRD de 0,3 mGy), pour le bassin à 3,19 mGy (31,9% du NRD de 10 mGy) et pour le rachis lombaire à 6,58 mGy (65,8% du NRD de 10 mGy). La figure 3 a-c présente les répartitions sous forme d'histogrammes indiquant le nombre de patients standard pour le thorax (a), le bassin (b) et le rachis lombaire (c). On y indique aussi le 75^{ème} percentile de la répartition (trait vert continu) et, pour comparaison, la valeur du NRD (trait tillé bleu). Les données statistiques principales sont présentées au *tableau 1*.

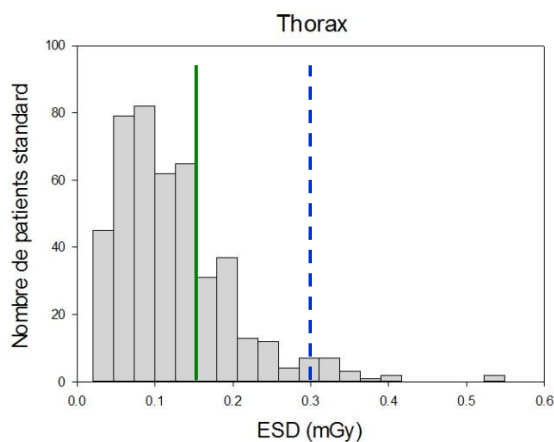


Fig. 3a: Histogramme pour le thorax

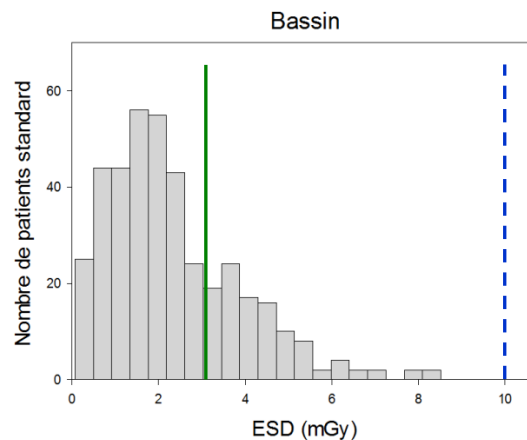


Fig. 3b: Histogramme pour le bassin

Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection

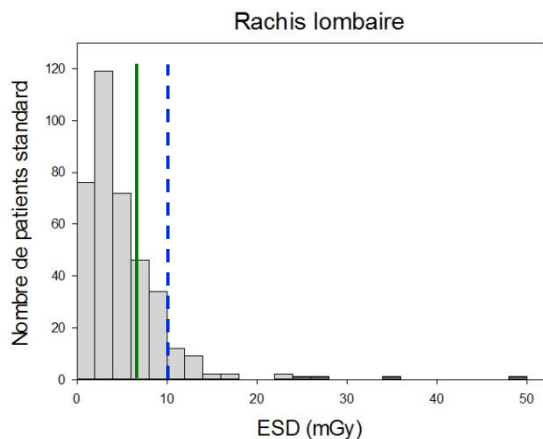


Fig. 3c: Histogramme pour le rachis lombaire

	Thorax	Bassin	Rachis (lomb.)
Min	0.02	0.07	0.38
1 ^{er} quartile	0.07	1.22	2.30
Médiane	0.11	1.95	3.89
3 ^{ème} quartile	0.16	3.19	6.58
NRD	0.30	10.00	10.00

Tableau 1: Données statistiques

La comparaison des instituts (figures 4 a-c) indique une dispersion relativement importante des valeurs ESD moyennes pour les trois localisations analysées (thorax 0,05-0,25 mGy, bassin 0,5-4,5 mGy, rachis lombaire 1-15 mGy).

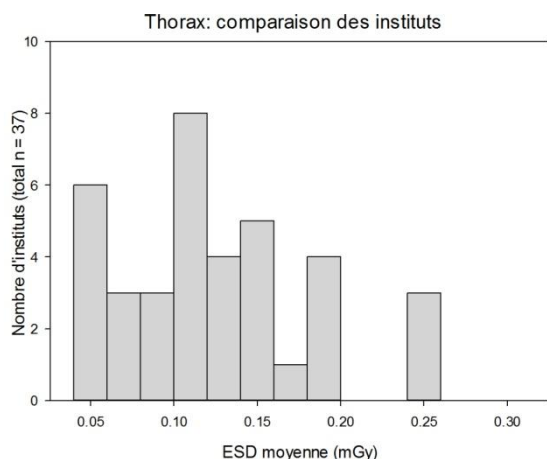


Fig. 4a: Comparaison des instituts : thorax pa

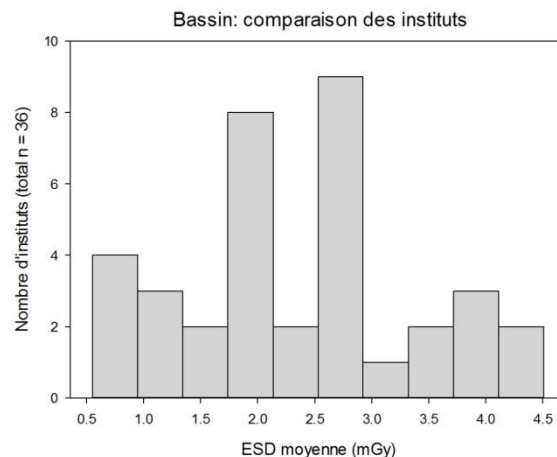


Fig. 4b: Comparaison des instituts : bassin ap

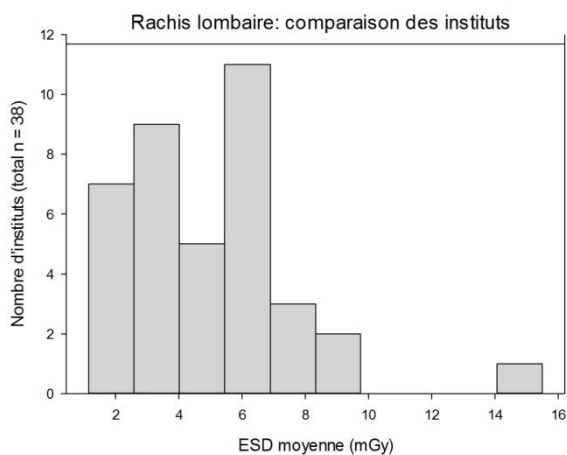


Fig. 4c: Comparaison des instituts : rachis lombaire pa/ap

Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection

Détermination de l'ESD pour une valeur K inconnue

Si l'on calcule les ESD à l'aide de la valeur K standard applicable aux générateurs multi-impulsions à haute fréquence, de $0,1 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mAs}^{-1}$, les écarts sur les 75^{èmes} percentiles résultants sont de l'ordre de 40% pour le bassin et le rachis lombaire, et de 50% pour le thorax (tableau 2). Les valeurs K mesurées se situent entre $0,043$ et $0,098 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mAs}^{-1}$ (moyenne : $0,07$).

	75 ^{ème} percentile de la répartition des ESD calculées à l'aide de K_L [mGy]	75 ^{ème} percentile de la répartition des ESD calculées à l'aide de la valeur K standard pour les installations multi-impulsions à haute fréquence [mGy]	Ecart [%]
Thorax pa	0,16	0,24	50,0
Bassin ap	3,19	4,44	39,2
Rachis lombaire pa/ap	6,58	9,18	39,5

Tableau 2: Comparaison des 75^{èmes} percentiles (projections pa/ap)

Résultats complémentaires pour les projections latérales

Le tableau 3 indique les 75^{èmes} percentiles obtenus en utilisant les valeurs K_L et les valeurs standard. L'écart est dans ce cas de 25,4% pour le thorax et de 27,6% pour le rachis lombaire. Les valeurs K mesurées se situent entre $0,064$ et $0,09 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mAs}^{-1}$ (moyenne: $0,076$).

	75 ^{ème} percentile de la répartition des ESD calculées à l'aide de K_L [mGy]	75 ^{ème} percentile de la répartition des ESD calculées à l'aide de la valeur K standard pour les installations multi-impulsions à haute fréquence [mGy]	Ecart [%]
Thorax de profil	0,71	0,89	25,4
Rachis lombaire de profil	10,22	13,04	27,6

Tableau 3: Comparaison des 75^{èmes} percentiles (projections latérales)

Enquête concernant les données pour la radiographie du crâne

Le sondage concernant les données d'exposition typiques pour les examens radiographiques du crâne pa/ap et de profil a permis d'analyser 14 données correspondant aux deux incidences pour 7 entreprises. Les résultats pour le 3^{ème} quartile (détermination sur la base des moyennes calculées avec les valeurs K standard) sont les suivants: pour le crâne ap $1,95 \text{ mGy}$, pour le crâne de profil $1,33 \text{ mGy}$.

Comparaison entre les instituts (comparaison inter-centres)

Les résultats sont indiqués dans les figures 5 a-e. Les valeurs ESD (moyennes) des systèmes CR (en gris) se situent entre $0,084$ et $0,252 \text{ mGy}$ (thorax), entre $0,554$ et $4,506$ (bassin) et entre $1,149$ et $15,5 \text{ mGy}$ (rachis lombaire). Dans le cas des systèmes DR (en noir), les valeurs obtenues se situent entre $0,041$ et $0,254 \text{ mGy}$ (thorax), entre $0,557$ et $3,397 \text{ mGy}$ (bassin) et entre $1,472$ et $8,693 \text{ mGy}$ (rachis lombaire). Pour les incidences latérales, les valeurs ESD se situent, pour les systèmes CR, entre $0,427$ et $0,712$ (thorax) et entre $5,630$ et $14,873$ (rachis lombaire). Pour les systèmes DR les valeurs se situent à $0,717 \text{ mGy}$ (thorax) et à $7,191 \text{ mGy}$ (rachis lombaire).

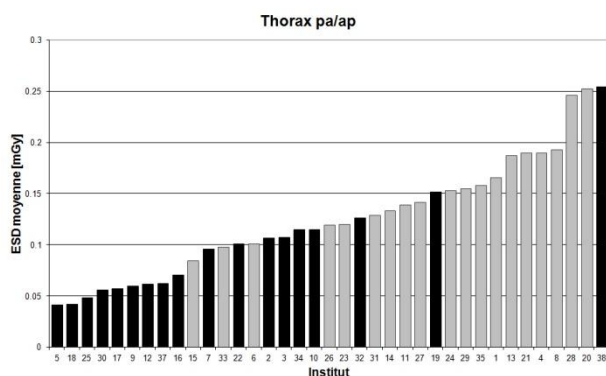


Fig. 5a: Thorax pa

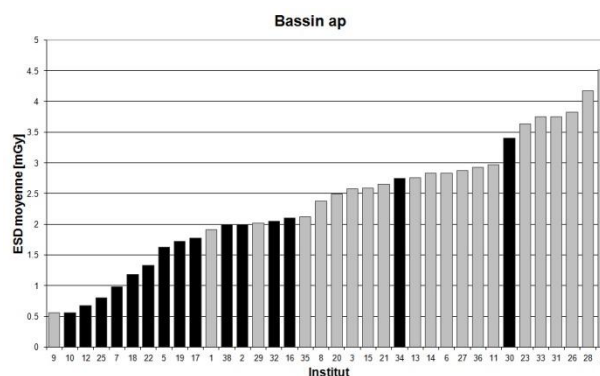


Fig. 5b: Bassin ap

Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection

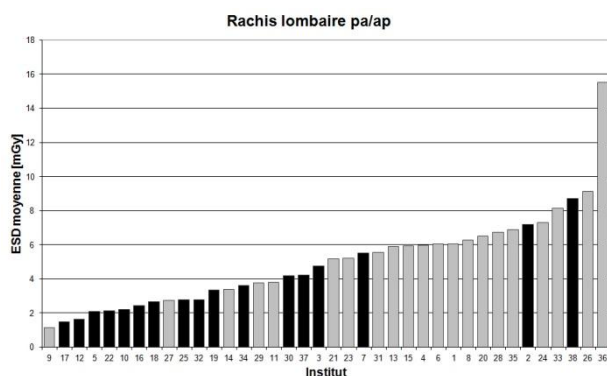


Fig. 5c: Rachis lombaire pa/ap

Fig. 5a-e: Classement des instituts et comparaison CR/DR

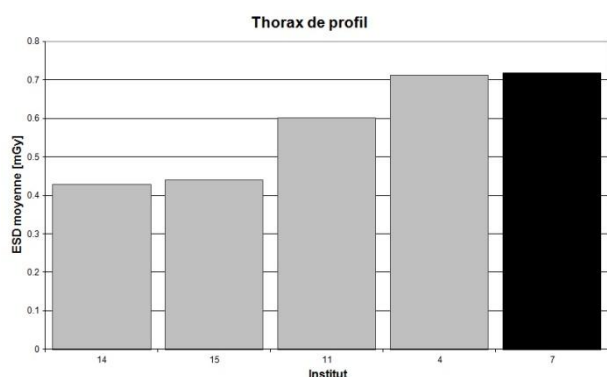


Fig. 5d: Thorax de profil

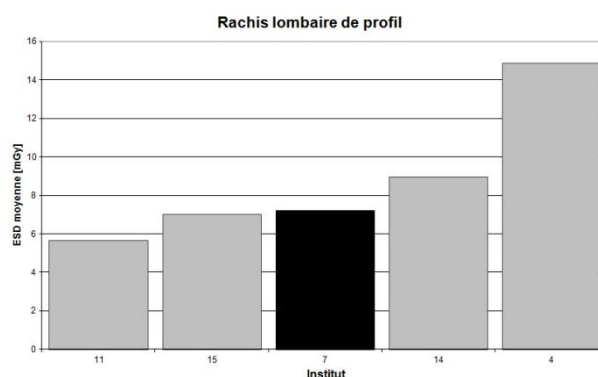


Fig. 5e: Rachis lombaire de profil

Adaptation des niveaux de référence diagnostiques (NRD)

Sur la base des données saisies et de leur analyse approfondie, les NRD existants ont été adaptés à la situation actuelle (*tableaux 4a et b*). Ceci a permis d'ajuster aussi bien les doses d'entrée que les produits dose-surface aux valeurs sensiblement plus faibles de la pratique nationale.

	NRD ESD jusqu'à présent [mGy]	ESD 3 ^{ème} quartile [mGy]	NRD ESD nouveau [mGy]	Modification [Réduction en %]
Thorax pa	0,3	0,16	0,15	50
Thorax de profil	1,5	0,71	0,75	50
Rachis lomb. pa/ap	10	6,58	7	30
Rachis lomb. de profil	30	10,22	10	67
Bassin ap	10	3,19	3,5	65
Crâne pa/ap	5	1,95	2,5	50
Crâne de profil	3	1,33	1,5	50

Tableau 4a: NRD sur la dose à la surface d'entrée du patient (ESD, comparaison des valeurs utilisées jusqu'à présent avec les valeurs nouvelles)

	NRD ESD nouveau [mGy]	Grandeur de champ [cm ²]	NRD DFP jusqu'à présent [cGy·cm ²]	DRW DFP nouveau [cGy·cm ²]	Modification [Réduction en %]
Thorax pa	0,15	33x37	20	15	25
Thorax de profil	0,75	30x36	100	60	40
Rachis lomb. pa/ap	7	30x15	320	235*	27
Rachis lomb. de profil	10	16x35	800	415	48
Bassin ap	3,5	28x34	500	250	50
Crâne pa/ap	2,5	22x15	110	65	41
Crâne de profil	1,5	22x20	100	50	50

Tableau 4b: NRD sur le produit dose-surface (PDS, comparaison des valeurs utilisées jusqu'à présent avec les nouvelles valeurs)

* L'indication des NRD pour le produit dose-surface se base sur un champ usuel à l'entrée du patient de 30x15cm².

Pour des plus grands champs (par exemple cliché sans diaphragme pour visualiser les crêtes du bassin et les têtes de fémur dans le cas d'indications spécifiques) les produits dose-surface sont en conséquence plus élevés.

Les niveaux de référence diagnostiques concernant les doses à la surface d'entrée du patient (ESD) ont pu être réduits d'un facteur 2 pour le thorax et le crâne, d'un facteur 3 pour le rachis lombaire de profil et le bassin et d'un facteur 1,42 pour le rachis lombaire ap/pa. Dans le cas des NRD sur le produit dose-surface (PDS), on a obtenu une réduction d'un facteur 4 pour le thorax de profil et le rachis lombaire pa/ap, d'un facteur 2 pour le rachis lombaire de profil, le bassin ap et le crâne de profil, et d'un facteur 1,66 pour le thorax de profil et le crâne pa/ap.

Conclusions / discussion

Le projet *NRDRad* poursuivait deux buts : a.) introduction du concept des NRD dans le domaine des radiographies par projection et sensibilisation des utilisateurs au processus d'optimisation en radioprotection par application du principe ALARA ; b.) enquête sur la pratique nationale concernant les doses à la surface d'entrée du patient et déduction de niveaux de référence adaptés à la pratique nationale.

Les réductions moyennes des NRD sont de 51,7% (doses à la surface d'entrée du patient) et de 40,1% (produits dose-surface). Les nouveaux niveaux de référence diagnostiques, adaptés à la pratique nationale, ont été publiés le 1^{er} juillet 2011 dans la notice R-06-04 de l'OFSP [8]. Un logiciel de calcul en ExcelTM assiste les utilisateurs lors de la détermination de la dose à la surface d'entrée du patient et sa comparaison avec le niveau de référence correspondant [9]. Dans le cas des nouvelles installations disposant d'un indicateur du produit dose-surface, la valeur affichée peut être directement comparée avec la valeur de référence. La valeur affichée doit, le cas échéant, d'abord être convertie en $\text{cGy}\cdot\text{cm}^2$, unité du NRD. A cet effet un programme auxiliaire en ExcelTM est aussi disponible [10].

Aspects spécifiques à l'appareillage

D'importantes nouveautés sont apparues ces dernières années dans le domaine étudié du radiodiagnostic. Suite au passage à des systèmes de récepteur d'image numériques, notamment lors de l'application de systèmes DR avec détecteurs semi-conducteurs, les installations du domaine examiné (hôpitaux et instituts de radiologie) correspondent aujourd'hui dans une large mesure à l'état de la science et de la technique. Cette exigence est fixée dans la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP) aux *articles 9 et 31, lettre e* [11].

Dans le cadre de la comparaison des instituts participants, le classement des doses d'entrée moyenne (fig. 5 a-e) correspond à ce qui était attendu. Il est évident que les valeurs ESD pour la plupart des systèmes DR (*en noir*) sont nettement plus basses que les valeurs obtenues avec les systèmes CR (*en gris*). L'explication réside dans le fait que les systèmes DR nécessitent une plus faible dose à cause de leur plus grande efficacité quantique de détection (Detective Quantum Efficiency, DQE) [12, 13]. Quelques instituts possédant des systèmes DR se situent en haut du classement. Ceci est dû entre autres à la différence d'attribution appliquée à la corpulence des patients (voir aussi le paragraphe *Collectif des patients*).

Dans le cas de la radiographie du thorax de profil, l'ESD moyenne du système DR est située au-dessus de celle des instituts utilisant des systèmes CR (*figure 5d*). A vrai dire on ne dispose que de peu de données pour la partie des radiographies de profil ; ceci a comme conséquence que le classement n'est pas suffisamment étayé statistiquement.

Les puissances élevées des tubes radiologiques des installations modernes permettent la mise en place dans l'installation de filtres dont l'épaisseur est nettement supérieure à la valeur minimale légale de 2,5 mm Al. La valeur K standard actuelle ($0,1 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mAs}^{-1}$) a été définie il y a quelques années en prenant en compte différents systèmes en service hors des institutions actives exclusivement en radiologie, par exemple auprès de cabinets médicaux. Ainsi si l'on applique la valeur K standard dans la formule (1), une surestimation des doses d'entrée ne peut être exclue. En tenant compte des résultats présents, cette valeur est à vérifier. En cas de doute, une base plus précise pour le calcul de la dose d'entrée est possible par la détermination de la valeur K locale K_L , comme ceci est réalisé dans la présente étude. La question d'une nouvelle définition d'une valeur K générique, permettant une estimation des doses d'entrée en l'absence de la connaissance de la valeur K locale, devra être discutée.

Collectif des patients

Le respect des NRD doit être vérifié périodiquement pour des situations typiques sur des patients de corpulence standard et une bonne technique usuelle d'examen. La valeur moyenne de l'ESD, sur au moins 10 patients de corpulence moyenne, pour une localisation donnée, est à comparer aux NRD correspondants. En cas de dépassement réitéré du NRD pour un type d'examen, une analyse approfondie doit être réalisée pour contrôler la procédure et l'équipement en vue d'optimiser l'exposition aux radiations [8].

L'analyse des données de l'enquête met en évidence de grandes différences dans le classement de la constitution / corpulence du patient (mince-moyen-corpulent). Comme jusqu'à maintenant on n'a pris en compte que des patients standard pour la détermination de l'ESD, on devrait, en vue d'enquêtes ultérieures, donner une définition plus précise de ce groupe de patients, par exemple en introduisant l'indice de masse corporelle (Body-Mass-Index ; BMI). Alternativement on pourrait prendre en considération l'évaluation de *tout* le collectif des patients dans un intervalle de temps donné. La publication des niveaux de référence diagnostiques actualisés pour les examens radiologiques diagnostiques et interventionnelles de l'Office de Radioprotection (D) définit les patients standard comme suit : « *Les patients standard sont des patients d'un poids de 70 ± 3 kg. La moyenne des doses sur beaucoup de patients non sélectionnés, au moins 10, est considérée comme un substitut raisonnable de la dose d'un patient standard.* » [1].

Comparaison des NRD avec l'étranger

La comparaison des données pour la région DACH (Allemagne – Autriche – Suisse) (*Tableau 5*) indique un bon accord des niveaux de référence publiés :

	D ¹⁾		A ²⁾		CH ³⁾	
	ESD [mGy]	PDS [cGycm ²]	ESD [mGy]	PDS [cGycm ²]	ESD [mGy]	PDS [cGycm ²]
Crâne pa/ap	n.A.	65	3	100	2,5	65
Crâne de profil	n.A.	60	2,3	100	1,5	50
Thorax pa	n.A.	16	0,2	28	0,15	15
Thorax de profil	n.A.	55	0,9	100	0,75	60
Colonne dorsale ap	n.A.	130	n.A.	n.A.	n.A.	n.A.
Colonne dorsale de profil	n.A.	170	n.A.	n.A.	n.A.	n.A.
Rachis lombaire pa/ap	n.A.	230	7,4	200	7	235
Rachis lombaire de profil	n.A.	420	12	400	10	415
Abdomen	n.A.	300	5,6	300	n.A.	n.A.
Bassin ap	n.A.	300	4,2	300	3,5	250

Tableau 5: Comparaison des niveaux actuels de référence diagnostiques de la région DACH

¹⁾ Bundesamt für Strahlenschutz, 22 juin 2010

²⁾ Bundesministerium für Gesundheit, 28 juin 2010

³⁾ Office fédéral de la santé publique, 1^{er} juillet 2011

Les niveaux de référence diagnostiques représentent un instrument adéquat et efficace dans le processus d'optimisation des doses. Leur haut potentiel dans le cas des systèmes de récepteurs d'image numériques (en particulier pour les détecteurs solides) est mis en évidence dans la présente étude. L'application de la méthode et son exploitation en routine dans les services de radiologie doivent être garanties par des formations internes et externes ainsi que par des audits de vérification. La thématique des NRD fait déjà partie du programme de quelques institutions de formation.

Remerciements

L'OFSP remercie toutes les personnes qui ont participé au projet, en particulier les collaborateurs de la Section Radiothérapie et Diagnostic médical (STD) de la division de radioprotection, pour leur collaboration constructive dans la préparation, la réalisation et l'analyse du projet. Que les institutions suivantes soient aussi remerciées pour leur participation active à l'enquête :

Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection

Kantonsspital Aarau	Spital Zollikerberg (2 Anlagen)
Universitätsspital Basel	Kantonsspital Zug
Schmerzklinik Kirschgarten Basel	Spital STS Zweisimmen
Spitalnetz Bern Tiefenau	
Spitalzentrum Biel	Institut de Radiologie CDRC Carouge
Kantonsspital Bruderholz	Hôpital Delémont
Spital Davos	Hôpital Cantonal Universitaire Genève
Spital FMI Frutigen	Clinique de Genolier
Luzerner Kantonsspital Luzern	Hôpital La-Chaux-de-Fonds
Spital Lachen	Centre Hospitalier Universit. Vaudois Lausanne
Klinik Lindberg Winterthur	Hôpital la Tour Meyrin
Kantonsspital Münsterlingen	Hôpital Pourtalès Neuchâtel
Spital STS Saanen	Hôpital Sud Fribourgeois Riaz
Kantonsspital Schaffhausen	Hôpital de Sierre
Spital Limmattal Schlieren	Hôpital EHNV Yverdon
Bürgerspital Solothurn	
Kantonsspital St. Gallen (2 Anlagen)	Ospedale Regionale La Carità Locarno
Spital STS Thun	Ospedale Civico Lugano
Stadtspital Triemli Zürich	Ospedale della Beate Vergine Mendrisio

Références

- [1] Bundesamt für Strahlenschutz BfS: *Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen*. Salzgitter, (2010).
- [2] International Commission on Radiological Protection: *Radiological Protection and Safety in Medicine*; ICRP-Publication 73; Ann. ICRP 26 (2), 1996
- [3] *Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X-Ray Examinations*. IPEM Report 88. York UK (2004)
- [4] Aroua A.; Samara Eleni T.; Bochud François O.; Vader J.P.; Verdun Francis R.: *Exposure of the Swiss population by Medical X-rays: 2008 Review*. Lausanne IRA/IMSMP, 2011 (submitted to Health Physics)
- [5] European Commission; *Radiation Protection 109. Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities (1999)
- [6] Aroua A.; Vader J.P.; Valley J.F.: *A survey on exposure by radiodiagnostics in Switzerland in 1998*. Lausanne IRA/IMSMP, 2000, p. 15f
- [7] Roth J.; *Strahlenschutz in der Medizin*. 1. Aufl., Bern, Verlag Hans Huber (2008) p.43
- [8] *Notice R-06-04: Niveaux de référence diagnostiques en radiologie par projection*. Office fédéral de la santé publique (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (accès le 16.09.2012)
- [9] *DRWCalc 5.0: Logiciel Excel pour l'estimation de la dose à la surface d'entrée du patient*. Office fédéral de la santé publique (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (accès le 16.09.2012)
- [10] *PDSConvert 1.2: Logiciel Excel pour la conversion des unités pour le produit dose-surface (PDS)*. Office fédéral de la santé publique (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (accès au 16.09.2012)
- [11] Assemblée fédérale suisse: *Loi sur la radioprotection (LRaP)* RS 814.50. Berne, Chancellerie fédérale (1991); <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.50.de.pdf> (accès le 16.09.2012)
- [12] Bushberg J.T. et al.; *The Essential Physics of Medical Imaging*. 3rd Internat. Ed., Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins (2012) p. 94f
- [13] Neitzel U.; *Status and prospects of digital detector technology for CR an DR*. Radiation Protection Dosimetry (2005), Vol. 114, Nos 1-3, pp. 32–38