

Niveaux de référence diagnostiques nationaux en radiologie

- **Dixième itération pour les examens CT (01/11/2019 – 31/10/2020)**

Thibault VANAUDENHOVE

Katrien VAN SLAMBROUCK

An FREMOUT

Agence fédérale de Contrôle nucléaire

Santé et Environnement

Protection de la Santé

36 Rue Ravenstein

1000 Bruxelles

patientdose@FANC.FGOV.BE

Ce rapport a été finalisé après consultation de :

BELMIP (Belgian Medical Imaging Platform)

BHPA (Belgian Hospital Physicists Association)

BSR (Belgian Society of Radiology)

GBS (Groupement des associations professionnelles Belges de Médecins Spécialistes)

INAMI (Institut national d'assurance maladie-invalidité)

SPF (service public fédéral) Santé Publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement

23/06/2021

Table des matières

1	Introduction	3
2	Résultats pour les adultes	4
2.1	Résultats statistiques	4
2.2	Évolution des percentiles.....	4
2.3	Détermination des DRL	8
2.4	Comparaison européenne	9
2.5	EUCLID – DRL cliniques	10
3	Résultats pour les enfants.....	13
3.1	Résultats statistiques	13
3.1.1	Résultats par catégorie d’âge.....	13
3.1.2	Résultats par catégorie de poids.....	14
3.2	Évolution des percentiles.....	14
3.2.1	Percentiles par catégorie d’âge	14
3.2.2	Percentiles par catégorie de poids.....	17
3.3	Détermination des DRL	18
3.3.1	DRL par catégorie d’âge	18
3.3.2	DRL par catégorie de poids	19
4	Procédures supplémentaires	20
4.1	CBCT	20
4.2	CT en médecine nucléaire.....	21
4.3	CT en radiothérapie	22
5	Conclusion.....	23
6	Bibliographie	24

1 Introduction

Le 31 octobre 2020 clôture la **dixième itération** pour l'étude annuelle concernant les **examens CT** (2020). Pour cette période, **89%** des centres concernés ont envoyés des données. Malgré les conditions particulières dues à la crise sanitaire du COVID-19, le taux de participation est resté satisfaisant.

Ce rapport reprend les résultats statistiques et les niveaux de référence diagnostiques (Diagnostic Reference Levels, DRL) mis à jour suite à cette étude. Pour les objectifs, la méthodologie, les hypothèses et limitations de l'étude, on se référera au [Règlement technique du 19 février 2020 fixant les modalités des études périodiques de dose au patient en radiodiagnostic utilisant des rayons X et en radiologie interventionnelle](#) et aux rapports des itérations précédentes (www.afcn.fgov.be > Professionnels > Professions médicales > Applications radiologiques > Niveaux de référence diagnostiques en radiologie).

Suite à la publication de ce règlement technique, les modifications suivantes seront entre autres apportées à partir de la **onzième itération** (2021) concernant les examens CT :

1. les itérations se déroulent chaque année du 1^{er} janvier au 31 décembre ;
2. les données sont enregistrées pour minimum 50 patients (au cours d'une période de 3 mois) ou, si ce nombre ne peut être atteint, pour tous les patients sur une période de 3 mois.

2 Résultats pour les adultes

2.1 Résultats statistiques

Les tableaux 1 et 2 présentent le nombre d'appareils et les valeurs des percentiles calculées à partir des distributions (sur les médianes par appareil) du $CTDI_{vol}$ et du DLP pour les examens chez l'adulte.

Les résultats correspondent à des examens comprenant une seule acquisition principale. Un examen de l'abdomen ou du thorax-abdomen pouvant cependant comprendre plusieurs acquisitions, des DRL pour les examens complets (comprenant une ou plusieurs phases principales) sont également établis pour ce type d'examen.

2.2 Évolution des percentiles

Les figures 1 et 2 montrent respectivement l'évolution des percentiles et de la moyenne du $CTDI_{vol}$ et du DLP au cours des différentes itérations¹. Les « barres de dispersion » correspondent aux valeurs des 5^e et 95^e percentiles (P05 et P95).

Pour les **examens du cœur**, grâce aux indications reprises dans les formulaires d'enregistrement, les deux phases majeures de cet examen, à savoir le **score calcique** (« Calcium Scoring ») et l'**angiographie (CCTA)** proprement dite, ont pu être analysées séparément.

Pour les autres types d'examen, la différence entre les valeurs de l'itération précédente (2019) et cette itération-ci (2020) n'est par contre pas significative. Pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP, l'écart relatif des percentiles entre les itérations 2019 et 2020 ne dépasse les 20% que pour le P25 du **thorax**. Pour la **colonoscopie virtuelle**, la valeur du P75 pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP subit même une légère augmentation (jusqu'à 20% pour l'acquisition sur le dos).

¹ « 2011 » correspond à l'étude réalisée de 2006 à 2010, avant la publication de l'arrêté du 28/09/2011.

Tableau 1 – Quantités statistiques pour le CTDI_{vol} des examens CT chez l'adulte.

	Nombre d'appareils	CTDI _{vol} (mGy)		
		P25	P50	P75
Abdomen	136	6,4	7,6	9,1
Angio-CT du thorax	54	4,9	6,2	7,8
Cœur	33	1,4/6,8 ⁽¹⁾	2,3/15,4 ⁽¹⁾	4,0/20,1 ⁽¹⁾
Colon	35	1,5/2,1 ⁽²⁾	2,3/3,3 ⁽²⁾	3,2/4,8 ⁽²⁾
Colonne cervicale	141	13,6	18,4	23,4
Colonne lombaire	142	15,9	20,0	23,8
Crâne (cerveau)	143	34,7	39,4	44,3
Sinus	122	2,3	3,1	4,4
Thorax	141	3,9	5,4	7,1
Thorax-abdomen	68	5,3	7,2	8,8

(1) Score calcique/angiographie (CCTA)

(2) Acquisition sur le ventre/acquisition sur le dos

Tableau 2 – Quantités statistiques pour le DLP des examens CT chez l'adulte.

	Nombre d'appareils	DLP (mGy.cm)		
		P25	P50	P75
Abdomen	137	301	374	445
Abdomen – complet	206	328	412	535
Angio-CT du thorax	142	178	225	298
Cœur	33	26/125 ⁽¹⁾	42/227 ⁽¹⁾	64/294 ⁽¹⁾
Colon	35	70/101 ⁽²⁾	114/180 ⁽²⁾	165/238 ⁽²⁾
Colonne cervicale	202	243	347	413
Colonne lombaire	206	365	456	547
Crâne (cerveau)	207	643	727	825
Sinus	177	33	46	61
Thorax	206	141	183	251
Thorax-abdomen	69	347	444	581
Thorax-abdomen – complet	177	432	562	747

(1) Score calcique/angiographie (CCTA)

(2) Acquisition sur le ventre/acquisition sur le dos

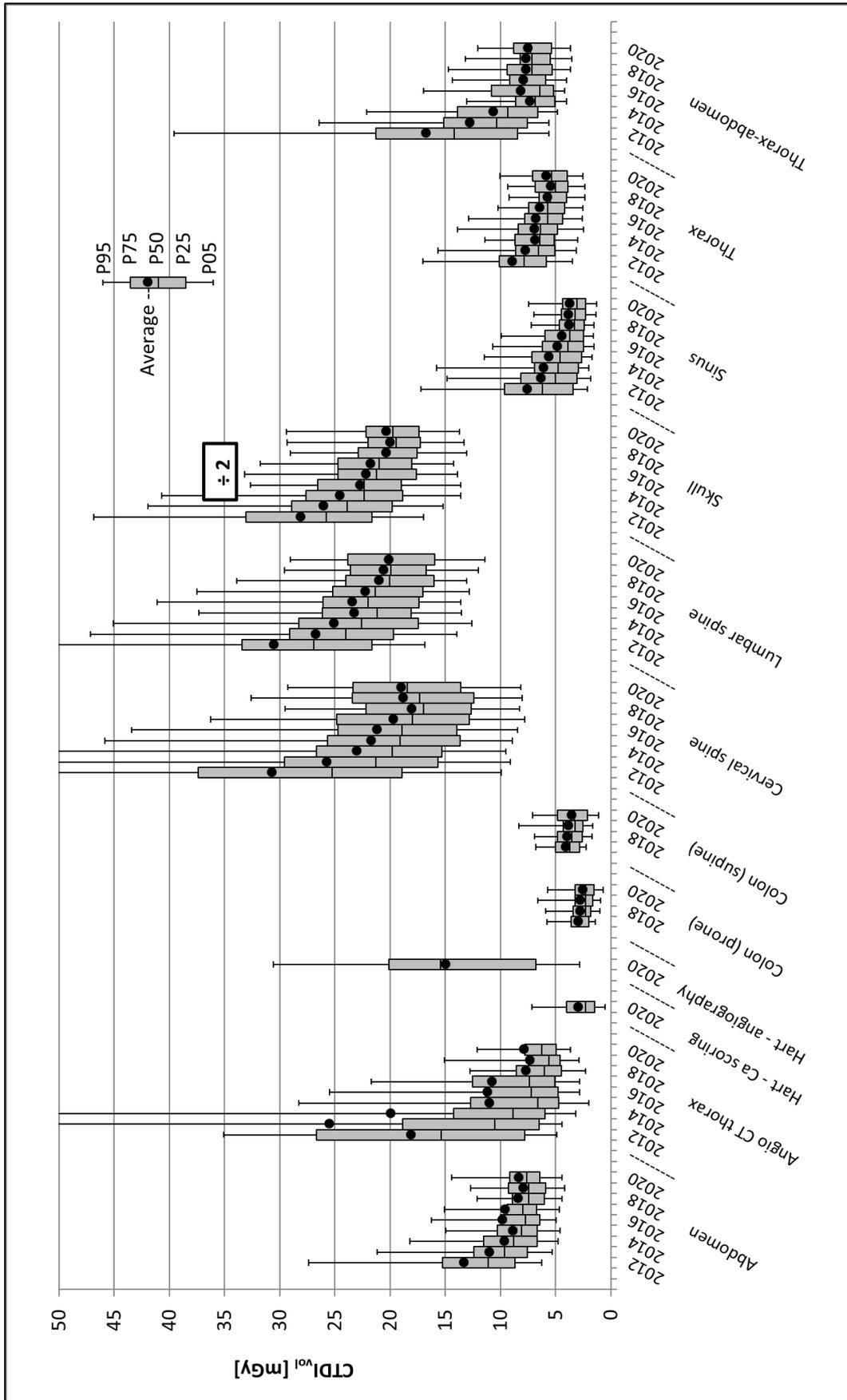


Figure 1 – Évolution des percentiles et de la moyenne du CTDI_{vol} pour les examens CT chez l'adulte.

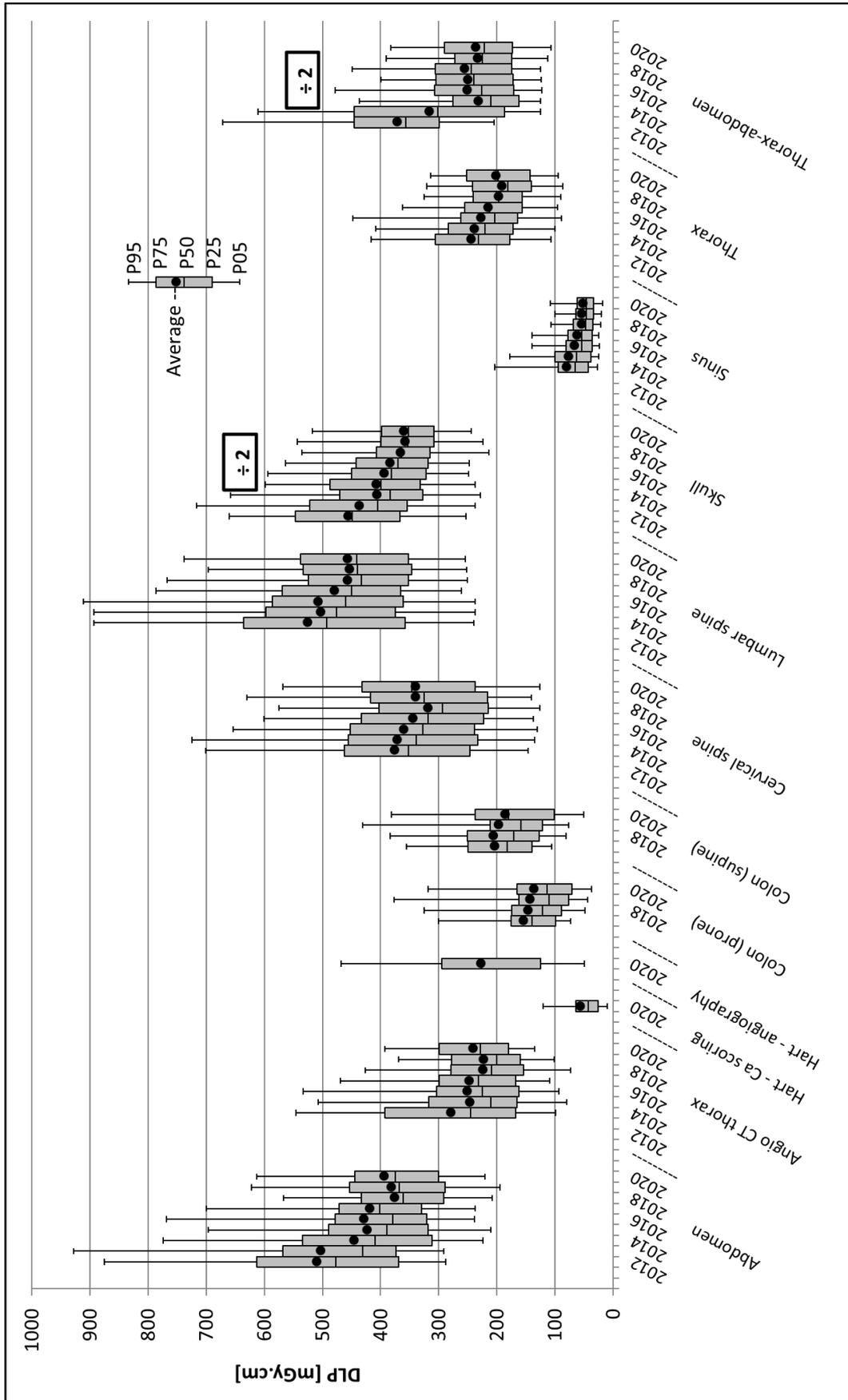


Figure 2 – Évolution des percentiles et de la moyenne du DLP pour les examens CT chez l'adulte.

2.3 Détermination des DRL

Lors de l'itération précédente (2019), la diminution des percentiles du CTDI_{vol} et du DLP avait été considérée comme significative et il s'en est suivi une adaptation des valeurs des DRL pour l'**angio-CT du thorax**, les **examens du cœur**, la **colonoscopie virtuelle**, le **crâne** et les **sinus**. Les DRL actuels pour les adultes, repris au tableau 3, ont été publiés dans le [règlement technique du 6 mai 2020 fixant les niveaux de référence diagnostiques en radiodiagnostic utilisant des rayons X](#).

Tableau 3 – DRL (2019) pour le CTDI_{vol} des examens CT simples et pour le DLP des examens CT simples et complets chez l'adulte.

	CTDI _{vol} (mGy)		DLP (mGy.cm)			
	Examen simple		Examen simple		Examen complet	
	P25	DRL (P75)	P25	DRL (P75)	P25	DRL (P75)
Abdomen	7	10	320	490	350	570
Angio-CT du thorax	5	7,5	165	300	180	330
Cœur	5	15	80	220	170	400
Colon	1,5/2,5⁽¹⁾	3,0/4,0⁽¹⁾	80/120⁽¹⁾	160/200⁽¹⁾	230	370
Colonne cervicale	14	25	230	450	-	-
Colonne lombaire	18	26	380	600	-	-
Crâne (cerveau)	35	50	640	800	-	-
Sinus	2,5	4,5	35	65	-	-
Thorax	5	8	170	260	-	-
Thorax-abdomen	5	8,5	320	550	480	800

(1) Acquisition sur le ventre/acquisition sur le dos

Vu la distinction effectuée pour les deux phases de l'**examen du cœur**, à savoir le **score calcique** et l'**angiographie**, des DRL pour ces deux acquisitions seront maintenant définis.

Pour l'**angio-CT du thorax**, il s'avère plus pertinent de ne plus considérer que les examens simples, c'est-à-dire ne comprenant qu'une acquisition principale. Dès lors, on ne définira désormais qu'une valeur de DRL pour ce type d'examen.

Pour le **cœur** et la **colonoscopie virtuelle**, il n'est également plus pertinent de considérer les examens complets vu la distinction faite entre les différentes phases de tels examens.

Pour les autres types d'examen, l'écart des valeurs entre la dernière itération (2019) et cette itération-ci (2020) n'étant pas supérieure à la variabilité des résultats, il a été décidé de ne pas changer les DRL.

Les **DRL adaptés** suite à cette 10^e itération (2020) sont repris dans le tableau 4.

En remplacement du P25 déterminé lors des itérations précédentes, des **valeurs cibles** sont désormais définies. Ces valeurs peuvent être considérées comme atteignables pour un patient standard, lorsque des appareils d'imagerie modernes et des protocoles d'acquisition optimisés sont utilisés. Elles ont été déterminées sur base du P50 calculé lors de cette itération et sont également reprises au tableau 4.

Tableau 4 – DRL adaptés (2020) et valeurs cibles pour le CTDI_{vol} et le DLP des examens CT chez l'adulte.

	CTDI _{vol} (mGy)		DLP (mGy.cm)	
	DRL	Valeur cible	DRL	Valeur cible
Abdomen	10	8	490	380
Abdomen – complet	-	-	570	420
Angio-CT du thorax	7,5	6	300	230
Cœur⁽¹⁾	4,0/20	3,0/15	70/300	50/230
Colon⁽²⁾	3,0/4,0	2,5/3,5	160/200	120/160
Colonne cervicale	25	18	450	350
Colonne lombaire	26	20	600	450
Crâne (cerveau)	50	40	800	720
Sinus	4,5	3	65	50
Thorax	8	6	260	200
Thorax-abdomen	8,5	7	550	450
Thorax-abdomen – complet	-	-	800	600

(1) Score calcique/angiographie (CCTA)

(2) Acquisition sur le ventre/acquisition sur le dos

2.4 Comparaison européenne

En plus des valeurs de DRL, voir tableau 5, des **valeurs cibles** ont été déterminées par différents pays européens tels que la France (FR) (MSS, 2019), la Suisse (CH) (DFI-OFSP, 2018) et les Pays-Bas (NL) (NCS, 2012). Celles-ci sont reprises au tableau 6. On remarque que les DRL et les valeurs cibles belges sont assez similaires aux valeurs des autres pays.

Tableau 5 – DRL européens pour le CTDI_{vol} et le DLP des examens CT chez l'adulte.

	DRL							
	CTDI _{vol} (mGy)				DLP (mGy.cm)			
	BE (2020)	FR (2019)	CH (2018)	NL (2012)	BE (2020)	FR (2019)	CH (2018)	NL (2012)
Abdomen	10	13 ⁽¹⁾	11	15	490	625 ⁽¹⁾	540 ⁽¹⁾	700
Angio-CT du thorax	7,5	-	8	10	300	-	360	350
Colonne cervicale	25	-	17	-	450	-	360	-
Colonne lombaire	26	28	25	-	600	725	-(5)	-
Crâne (cerveau)	50	46	51	-	800	850	890	-
Sinus	4,5	-(2)	6	-	65	-(2)	90	-
Thorax	8	9,5	7	-	260	350	250	-
Thorax-abdomen	8,5	11	11 ⁽⁴⁾	-	550	550	740	-

(1) Abdomen-bassin ; (2) Sinus de la face ; (3) Colonne thoracique et/ou colonne lombaire ;

(4) Thorax-abdomen-bassin ; (5) Pas de données possible, car le DLP varie fortement en fonction de l'indication

Tableau 6 – Valeurs cibles européennes pour le CTDI_{vol} et le DLP des examens CT chez l'adulte.

	Valeur cible							
	CTDI _{vol} (mGy)				DLP (mGy.cm)			
	BE (2020)	FR (2019)	CH (2018)	NL (2012)	BE (2020)	FR (2019)	CH (2018)	NL (2012)
Abdomen	8	11 ⁽¹⁾	10	8	380	525 ⁽¹⁾	470 ⁽¹⁾	400
Angio-CT du thorax	6	-	6	6	230	-	260	200
Colonne cervicale	18	-	14	-	350	-	300	-
Colonne lombaire	20	23	18	-	450	625	-(⁵)	-
Crâne (cerveau)	40	40	42	-	720	725	750	-
Sinus	3	-(²)	5	-	50	-(²)	70	-
Thorax	6	7,5	6	-	200	275	210	-
Thorax-abdomen	7	9,5	9	-	450	475	610	-

(1) Abdomen-bassin ; (2) Sinus de la face ; (3) Colonne thoracique et/ou colonne lombaire ;

(4) Thorax-abdomen-bassin ; (5) Pas de données possible, car le DLP varie fortement en fonction de l'indication

2.5 EUCLID – DRL cliniques

Récemment, le projet européen **EUCLID** (European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging) a établi des DRL tenant compte de l'indication clinique des examens, ceux-ci ont été publiés dans le *Radiation Protection N°195* (RP195) (European Commission, 2021).

Le tableau 7 reprend les DRL belges, ceux publiés dans le RP195 et, à titre de comparaison, ceux déjà déterminés par l'Angleterre (UK) (PHE, 2016). Ce tableau tente d'associer les différentes indications cliniques listées dans ces publications à la zone anatomique correspondante considérée en Belgique. On tiendra compte, pour l'interprétation de ce tableau, des incertitudes sur cette association et des limitations des résultats sur base desquels les DRL cliniques ont été proposés. Cependant, dans ce tableau, on voit notamment que :

1. les valeurs des DRL belges, basés principalement sur la zone anatomique, sont globalement **du même ordre de grandeur que les valeurs du RP195 et de l'Angleterre, voire très similaires pour certains examens** ;
2. pour l'**abdomen**, les valeurs du RP195 et de l'Angleterre pour le DLP des examens « complets » varient significativement en fonction de l'indication clinique, mais le DRL belge semble en bon accord avec les valeurs des examens correspondants aux douleurs abdominales, sans doute les plus communs ;
3. pour l'**examen du cœur**, les nouvelles valeurs des DRL belges sont en bon accord avec celles proposées par le RP195. Il est à noter que l'Angleterre, tout comme la France (MSS, 2019) ou l'Allemagne (BFS, 2016), fournissent des DRL plutôt suivant le mode de synchronisation (prospective ou rétrospective) à l'électrocardiogramme (« ECG ») ;

4. pour la **colonoscopie virtuelle**, les DRL belges sont 3 fois inférieurs aux valeurs de l'Angleterre ;
5. pour les **sinus**, les DRL Belges sont également 3 fois inférieurs aux valeurs du RP195. Cependant, la zone anatomique indiquée par le RP 195 correspond au cou (« Neck »), ce qui semble étrange vu l'indication clinique mentionnée. Ce résultat est donc à prendre avec précaution ;
6. pour le **thorax**, les DRL belges sont bien inférieurs aux valeurs du RP195 et de l'Angleterre. Il est à noter que l'Angleterre fournit également DRL pour le protocole dit de « haute résolution ». Quelques centres ont envoyé des données pour ce type de protocole mais vu le faible nombre de données récoltées, celles-ci n'ont pas été analysées plus en profondeur.

A nouveau, pour certains types d'examens, notamment pour l'abdomen et le thorax, la correspondance faite dans le tableau 7 doit être prise avec précaution. Pour permettre une meilleure comparaison, une étude de dose au patient tenant compte des indications cliniques devra être envisagée au niveau national.

De plus, pour les examens de la tête (crâne et sinus), le type de fantôme utilisé pour la dosimétrie CT, à savoir le fantôme CTDI_{vol} 16 cm ou 32 cm, n'a pas été mentionné dans le RP 195, ni demandé dans le cadre des études périodiques de l'Agence, même si, de fait, la norme IEC spécifie que le fantôme de 16 cm doit être utilisé pour la tête (adultes et enfants) et celui de 32 cm pour le corps (adultes et enfants) (International Electrotechnical Commission, 2012). Vu que cela peut entraîner des écarts importants dans l'estimation de la dose, une attention particulière sera accordée, lors d'une prochaine itération, à l'utilisation du bon fantôme de référence.

Belgian comparison	RP195 (European Commission, 2021)		UK (PHE, 2016)		CTDI (mGy)			DLP (mGy.cm)				
	Clinical Task	Anatomical Location	Examination	Clinical Indication	BE single	RP195 per phase	UK per sequence	BE single	RP195 per phase	BE full/total	RP195 total	UK complete
Abdomen	Hepatocellular carcinoma (1)	Liver	Abdomen	Liver metastases		9	14		354		1273	910
	Colic / abdominal pain (2)	Abdomen	Kidneys-ureters-bladder	Stones/Colic	10	8	10	490	436	570	480	460
	Appendicitis (3)	Abdomen				9			498		874	
Angio-CT thorax	Pulmonary embolism (3)	Thorax	CT Pulmonary Angiography	Pulmonary embolism	7,5	9	13	300	307	-	364	440
Heart - calcium score	Coronary calcium scoring (4)	Coronary Arteries			4	4		70	72		81	
Heart - angiography	Coronary angiography (5)	Coronary Arteries			20	25		300	415		459	
Colon			Virtual colonoscopy	Polyps/Tumour	3/4*		11	160/200*		360		950
Cervical spine	Cervical spine trauma (6)	Spine	Cervical spine	Fracture	25	17	21	450	455	-	495	440
Head	Stroke (7)	Head	Head	Acute stroke	50	48	60**	800	807	-	1386	970
Sinus	Chronic sinusitis (8)	Neck			4,5	11		65	188	-	211	
Thorax	Lung cancer (9)	Brain/Thorax /Liver	Chest	Lung cancer	8	8	12	260	348	-	628	610
Thorax-abdomen			Chest-abdomen-pelvis	Cancer	8,5		-	550		800		1000

(1) Oncological staging ; (2) Exclusion or detection of a stone ; (3) Detection or exclusion ; (4) Risk stratification ; (5) Vessels assessment ; (6) Detection or exclusion of a lesion ; (7) Detection or exclusion of a haemorrhage ; (8) Detection or exclusion of polyps ; (9) Oncological staging, First and F-up;
 *Acquisition sur le ventre/acquisition sur le dos ; **Cerebrum or Brain (whole)

Tableau 7 – DRL belges (BE), DRL cliniques (RP195) et DRL anglais (UK) pour le CTDI_{vol} et le DLP des examens CT chez l'adulte.

3 Résultats pour les enfants

3.1 Résultats statistiques

Comme dit précédemment, le type de fantôme utilisé pour la dosimétrie CT, à savoir le fantôme CTDI_{vol} 16 cm ou 32 cm, n'a pas été demandé dans le cadre des études périodiques de l'Agence, même si la norme IEC spécifie que le fantôme de 16 cm doit être utilisé pour la tête et celui de 32 cm pour le corps (International Electrotechnical Commission, 2012). Vu que cela peut entraîner des écarts importants dans l'estimation de la dose, une attention particulière sera accordée, lors d'une prochaine itération, à l'utilisation du bon fantôme de référence.

3.1.1 Résultats par catégorie d'âge

Le tableau 8 présente les quantités statistiques calculées à partir des distributions du CTDI_{vol} pour les examens simples et du DLP pour les examens complets chez les enfants. Une catégorisation par tranche d'âge a été effectuée autant que possible pour tous les types d'examen et suivant les mêmes groupes d'âge que lors des itérations précédentes. Les valeurs de DRL proposées au niveau européen dans le *Radiation Protection N°185* (RP185) sont également reprises (European Commission, 2018).

Tableau 8 – Quantités statistiques pour le CTDI_{vol} et le DLP des examens CT chez les enfants, par catégorie d'âge.

	Catégorie d'âge (années)	CTDI _{vol} (mGy)					DLP (mGy.cm)				
		Nombre de patients	P25	P50	P75	RP185 (2018)	Nombre de patients	P25	P50	P75	RP185 (2018)
Abdomen	< 1	5	-	-	-		6	-	-	-	
	1 – < 5	25	1,1	1,5	2,2		39	36	53	73	
	5 – < 10	53	1,4	1,8	2,8		71	48	76	118	
	10 – < 15	138	2,3	3,4	5,1		220	105	167	258	
Crâne (cerveau)	< 1	87	14,7	20,0	21,8	24-28 ⁽¹⁾	119	219	282	344	300-385 ⁽¹⁾
	1 – < 5	226	18,0	23,8	26,3	40	351	300	386	474	505
	5 – < 10	221	21,4	27,1	32,2	50	384	387	468	592	650
	10 – < 15	224	27,9	34,9	40,6	50	446	483	618	766	650
Sinus	< 1	0	-	-	-		0	-	-	-	
	1 – < 5	6	-	-	-		11	-	-	-	
	5 – < 10	26	1,2	1,9	3,0		48	21	26	42	
	10 – < 15	83	1,5	2,4	3,7		134	27	39	49	
Thorax	< 1	39	0,6	0,8	1,3		39	10	13	20	
	1 – < 5	110	0,6	0,8	1,3		125	12	19	30	
	5 – < 10	127	0,6	0,9	1,6		131	17	25	42	
	10 – < 15	118	0,9	1,4	2,7		150	31	53	100	
Thorax-abdomen	< 10	8	-	-	-		11	-	-	-	
	10 – < 15	2	-	-	-		12	226	418	1145	

(1) « 0 – < 3 mois » - « 3 mois – < 1 an »

3.1.2 Résultats par catégorie de poids

Le tableau 9 présente les quantités statistiques calculées à partir des distributions du $CTDI_{vol}$ pour les examens simples et du DLP pour les examens complets de l'abdomen et du thorax chez les enfants. Une catégorisation par tranche de poids a été effectuée autant que possible et suivant les mêmes groupes de poids que lors des itérations précédentes. Les valeurs de DRL proposées au niveau européen dans le *Radiation Protection N°185* (RP185) sont également reprises (European Commission, 2018).

Tableau 9 – Quantités statistiques pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP des examens CT chez les enfants, par catégorie de poids.

	Catégorie de poids (kg)	$CTDI_{vol}$ (mGy)					DLP (mGy.cm)				
		Nombre de patients	P25	P50	P75	RP185 (2018)	Nombre de patients	P25	P50	P75	RP185 (2018)
Abdomen	< 5	0	-	-	-	-	0	-	-	-	45
	5 – < 15	11	1,2	1,4	2,5	3,5	16	30	39	71	120
	15 – < 30	19	1,4	1,8	2,8	5,4	22	52	83	118	150
	30 – < 50	33	1,7	2,3	4,2	7,3	44	82	97	193	210
	50 – < 80	23	3,2	4,5	5,9	13	30	140	200	298	480
Thorax	< 5	4	-	-	-	1,4	4	-	-	-	35
	5 – < 15	38	0,3	0,6	1,1	1,8	42	8	14	23	50
	15 – < 30	63	0,3	0,8	1,4	2,7	64	7	18	40	70
	30 – < 50	36	0,3	1,1	2,3	3,7	39	9	32	77	115
	50 – < 80	22	0,3	2,0	5,9	5,4	26	11	79	228	200

3.2 Évolution des percentiles

3.2.1 Percentiles par catégorie d'âge

Les figures 3 et 4 montrent l'évolution des percentiles et de la moyenne du $CTDI_{vol}$ et du DLP pour les examens chez les enfants au cours des itérations, par catégorie d'âge. Les DRL actuels sont également représentés, ainsi que les valeurs européennes (RP185) pour le crâne.

On peut remarquer que les P75 calculés lors de cette itération-ci, tenant compte de la variabilité des résultats due au nombre limité de données pour certaines catégories d'âge, sont globalement inférieurs aux DRL actuels (jusqu'à 30% pour les sinus chez les enfants de plus de 5 ans).

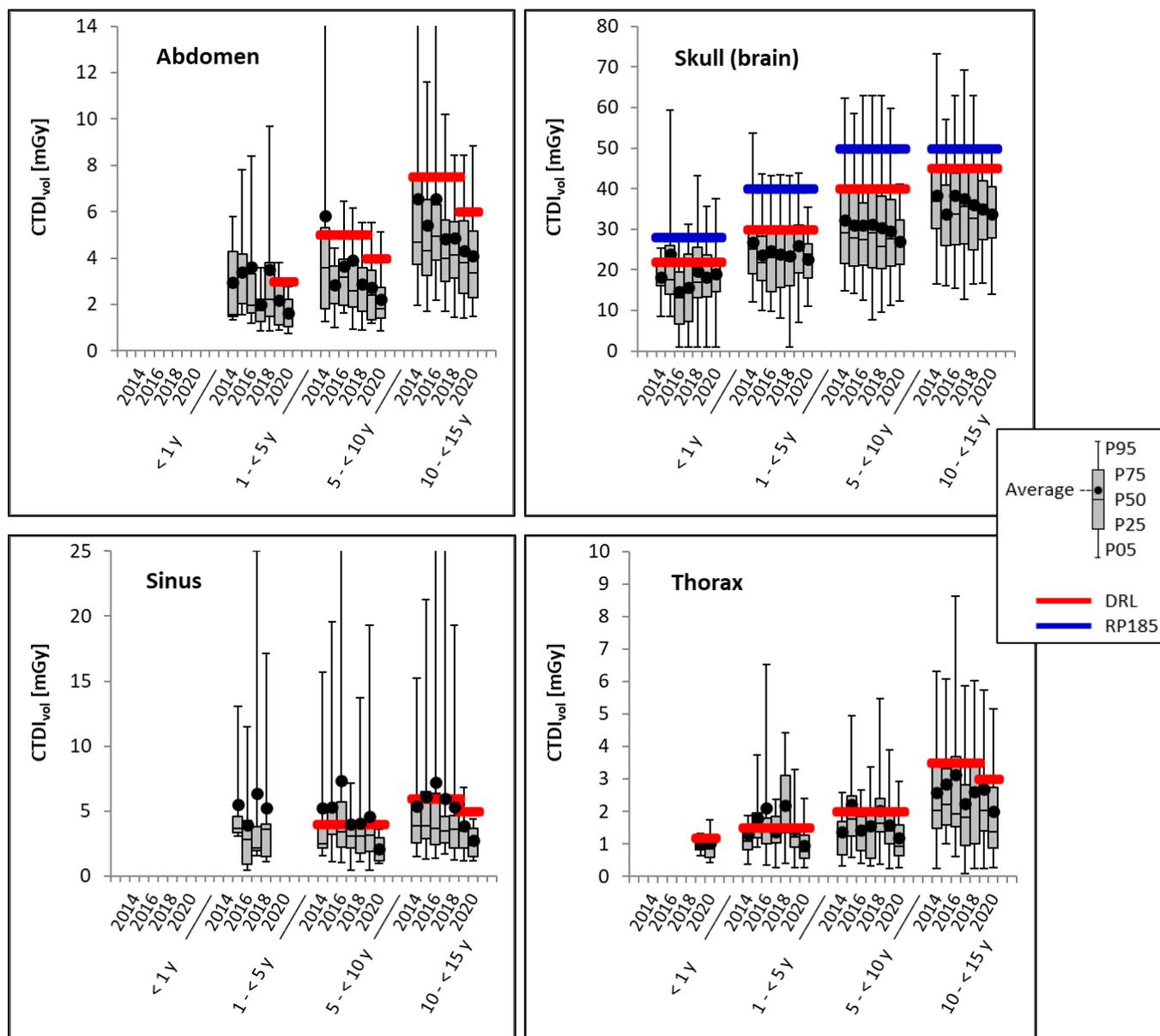


Figure 3 – Evolution des percentiles et de la moyenne du CTDI_{vol} chez les enfants, par catégorie d'âge.

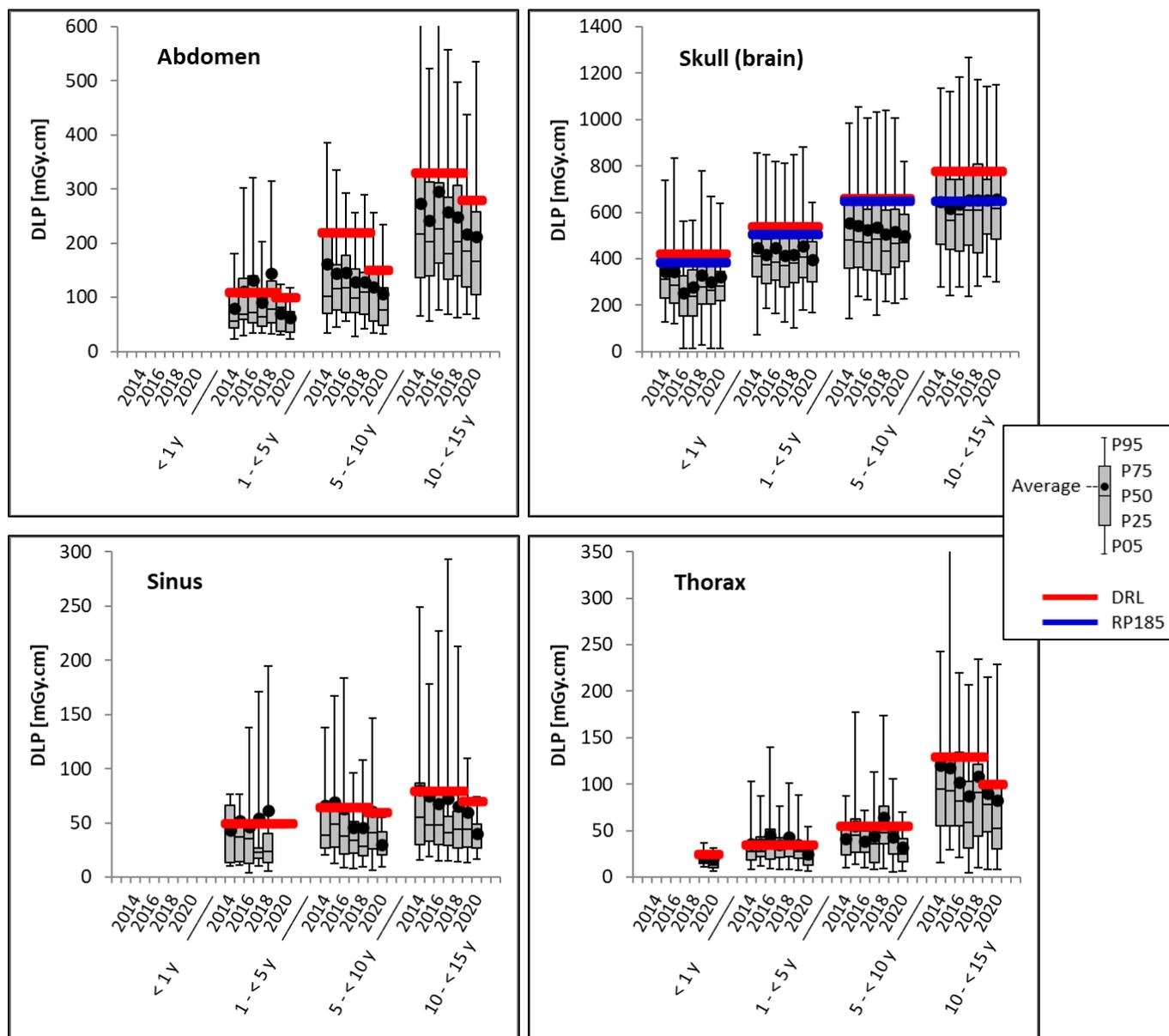


Figure 4 – Evolution des percentiles et de la moyenne du DLP chez les enfants, par catégorie d'âge.

3.2.2 Percentiles par catégorie de poids

Les figures 5 et 6 montrent l'évolution des percentiles et de la moyenne du CTDI_{vol} et du DLP pour les examens chez les enfants au cours des différentes itérations, par catégorie de poids. Les DRL actuels sont également représentés, ainsi que les valeurs européennes (RP185).

On peut remarquer que les P75 calculés lors de cette itération-ci, tenant compte de la variabilité des résultats due au nombre limité de données pour certaines catégories de poids, sont globalement inférieurs (jusqu'à 30%) ou similaires aux DRL actuels, sauf pour le thorax chez les enfants de 50 kg à 80 kg (supérieur de 15%).

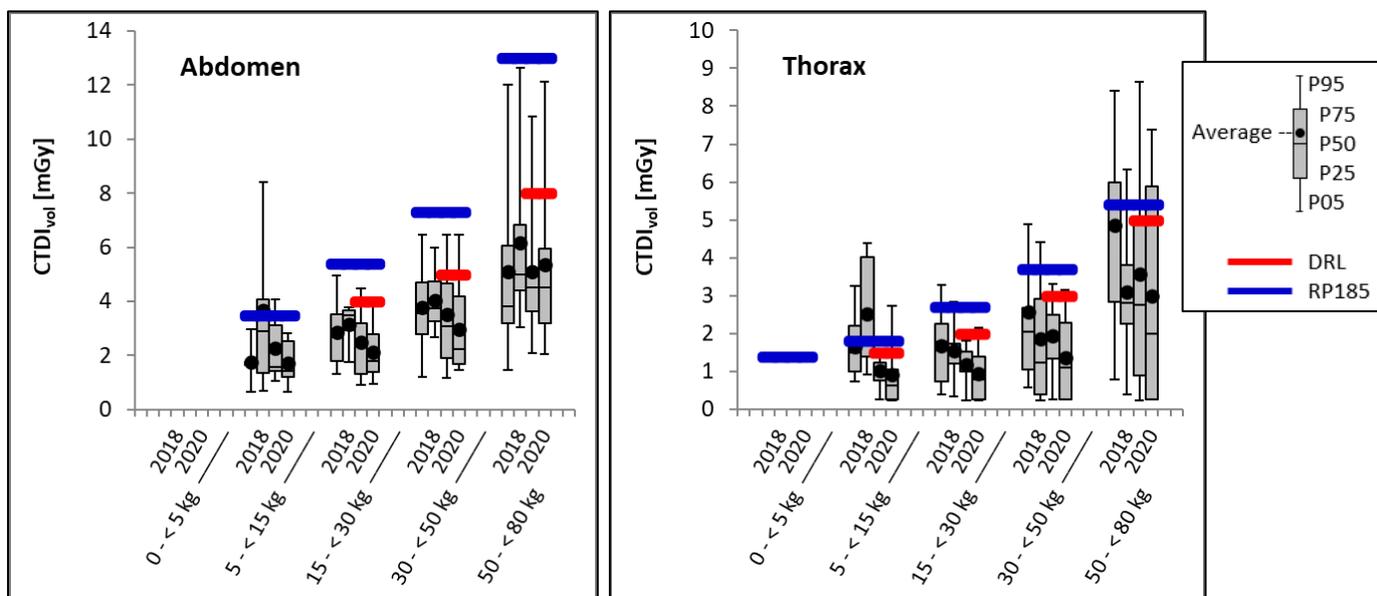


Figure 5 – Evolution des percentiles et de la moyenne du CTDI_{vol} chez les enfants, par catégorie de poids.

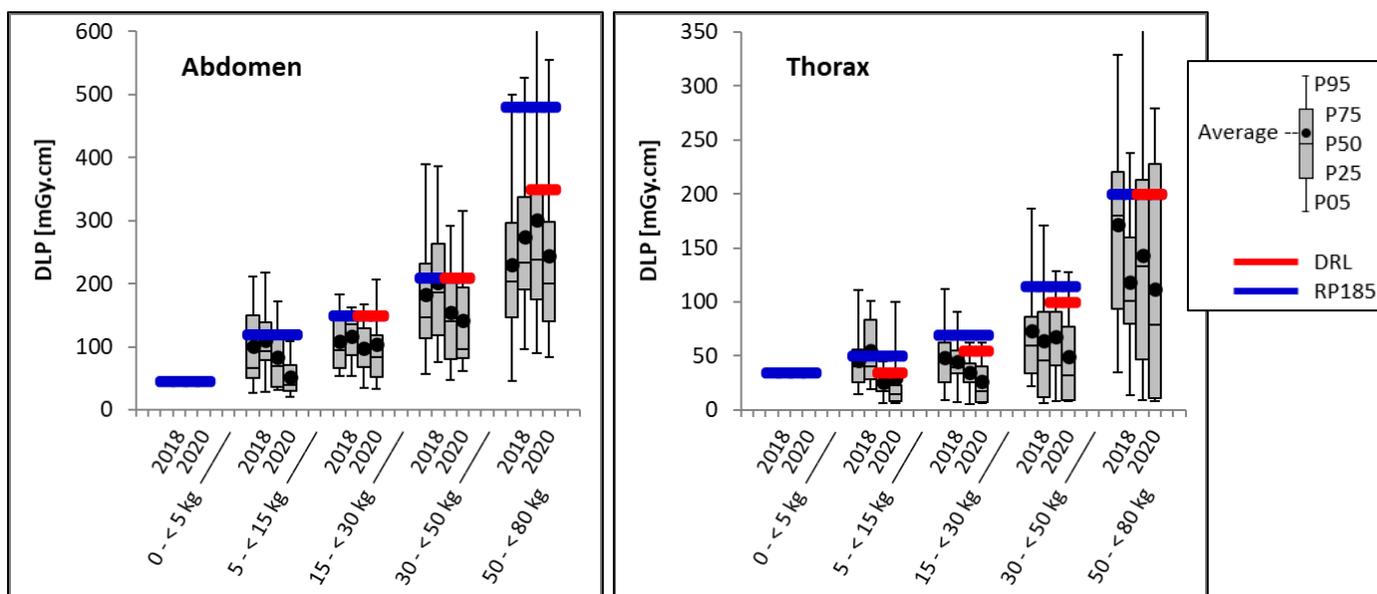


Figure 6 – Evolution des percentiles et de la moyenne du DLP chez les enfants, par catégorie de poids.

3.3 Détermination des DRL

3.3.1 DRL par catégorie d'âge

Lors de l'itération précédente (2019), la diminution des percentiles du CTDI_{vol} et du DLP avait été considérée comme significative et il s'en est suivi une adaptation des valeurs des DRL pour l'**abdomen**, les **sinus** et le **thorax**. Les DRL actuels pour les enfants par catégorie d'âge, repris au tableau 10, ont été publiés dans le [règlement technique du 6 mai 2020 fixant les niveaux de référence diagnostiques en radiodiagnostic utilisant des rayons X](#).

Tableau 10 – DRL (2019) pour le CTDI_{vol} et pour le DLP pour les examens chez les enfants, par catégorie d'âge.

	Catégorie d'âge (années)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)
		Examen simple	Examen complet
		DRL (P75)	DRL (P75)
Abdomen	< 1	-	-
	1 – < 5	3	100
	5 – < 10	4	150
	10 – < 15	6	280
Crâne (cerveau)	< 1	22	420
	1 – < 5	30	540
	5 – < 10	40	660
	10 – < 15	45	780
Sinus	< 1	-	-
	1 – < 5	-	50
	5 – < 10	4	60
	10 – < 15	5	70
Thorax	< 1	1,2	25
	1 – < 5	1,5	35
	5 – < 10	2	55
	10 – < 15	3	100

Au vu des résultats calculés lors cette itération-ci, de leur variabilité et du faible nombre de données pour certaines catégories d'âge, il est décidé de ne pas changer les valeurs des DRL, sauf pour les **sinus**. En effet, outre le fait que la diminution du P75 est la plus notable pour ce type d'examen, les valeurs du DRL doivent être adaptées par cohérence avec celles déterminées pour les adultes : les valeurs pour les enfants se doivent d'être inférieures à celles pour les adultes, ce qui n'est actuellement pas le cas pour les sinus (DRL du sinus chez les adultes : CTDI_{vol} = 4,5 mGy ; DLP = 65 mGy.cm). Les DRL adaptés sont repris dans le tableau 11.

Tableau 11 – DRL adaptés (2020), en vert, pour le CTDI_{vol} et le DLP des sinus chez les enfants, par catégorie d'âge.

	Catégorie d'âge (années)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)
		DRL (P75)	DRL (P75)
Sinus	< 1	-	-
	1 – < 5	-	50
	5 – < 10	3	55
	10 – < 15	4	60

3.3.2 DRL par catégorie de poids

Lors de l'itération précédente (2019), des DRL pour les examens de l'**abdomen** et du **thorax** avaient été déterminés par catégorie de poids et ont été publiés dans le [règlement technique du 6 mai 2020 fixant les niveaux de référence diagnostiques en radiodiagnostic utilisant des rayons X](#). Ceux-ci sont repris au tableau 12.

Au vu des résultats calculés lors cette itération-ci, de leur variabilité et du faible nombre de données, il est décidé de ne pas changer les valeurs des DRL

Tableau 12 – DRL (2019) pour le CTDI_{vol} et pour le DLP pour les examens chez les enfants, par catégorie de poids.

	Catégorie de poids (kg)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy.cm)
		Examen simple	Examen complet
		DRL (P75)	DRL (P75)
Abdomen	< 5	-	-
	5 – < 15	-	-
	15 – < 30	4	150
	30 – < 50	5	210
	50 – < 80	8	350
Thorax	< 5	-	-
	5 – < 15	1,5	35
	15 – < 30	2	55
	30 – < 50	3	100
	50 – < 80	5	200

4 Procédures supplémentaires

4.1 CBCT

Depuis plusieurs itérations, quelques données sont récoltées pour des examens **CBCT** (Cone Beam CT – tomodensitométrie à faisceau conique) des **sinus** en termes de $CTDI_{vol}$, de DLP et de DAP (Dose-Area Product – produit dose-surface, exprimé en $mGy.cm^2$). Les percentiles pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP des quelques centres ayant envoyé des données, ainsi que les médianes des 3 centres ayant envoyé des valeurs en termes de DAP, sont repris au tableau 13.

Une réflexion doit être apportée sur la nécessité et la pertinence de considérer de tels examens dans le cadre des études périodiques de dose au patient, et sur les quantités dosimétriques à utiliser afin de déterminer des DRL.

Tableau 13 – Quantités statistiques pour le $CTDI_{vol}$, le DLP et le DAP pour les examens CBCT des sinus chez l'adulte.

CTDI _{vol} (mGy)				DLP (mGy.cm)				DAP (mGy.cm ²) – P50			
Nombre d'appareils	P25	P50	P75	Nombre d'appareils	P25	P50	P75	Nombre d'appareils	#1	#2	#3
6	3,0	4,0	4,2	6	39	51	54	3	913	1194	1406 ⁽¹⁾

(1) pour un FOV (field-of-view) de 15 cm x 12 cm

4.2 CT en médecine nucléaire

Depuis plusieurs itérations, des données sont récoltées pour des examens CT effectués sur des appareils utilisés dans des services de **médecine nucléaire** (SPECT-CT et PET-CT). Néanmoins, vu le format des données, il est difficile d'associer les données récoltées à la procédure hybride correspondante. Il est également possible que certaines des données envoyées, notamment pour la colonne lombaire, correspondent à des examens CT diagnostiques « simples », c'est-à-dire ne faisant pas partie d'une procédure hybride. Cette distinction n'était pas faite dans les données reçues.

Ainsi, des données ont été récoltées sur des appareils **SPECT-CT** pour la zone **thoraco-abdominale**, le **thorax**, la **colonne cervicale** et la **colonne lombaire**, et sur des appareils **PET-CT** pour la zone **thoraco-abdominale** et le **crâne**.

Le tableau 14 tente d'associer les zones anatomiques mentionnées dans les formulaires d'enregistrement aux examens scintigraphiques correspondants, à l'exception de la colonne lombaire. Les DRL fournis par la Suisse (CH) (DFI-OFSP, 2018), l'Angleterre (UK) (PHE, 2016) et la France (FR) (MSS, 2019) sont également repris.

Malgré le faible nombre de données, et en considérant ces résultats avec précaution, on peut observer que les percentiles pour les différentes procédures sont comparables aux valeurs fournies par la Suisse et l'Angleterre. Il s'avère dès lors approprié d'effectuer des études de dose au patient sur ce type de procédures afin d'augmenter le nombre d'appareils participants, évaluer le $CTDI_{vol}$ et le DLP avec une meilleure statistique et ainsi établir des DRL pour la partie CT de procédures hybrides.

Tableau 14 – Percentiles et DRL suisses, anglais et français pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP de procédures hybrides.

CT	Scintigraphie	Nombre d'appareils (BE)	$CTDI_{vol}$ (mGy)							DLP (mGy.cm)					
			BE			CH	UK	FR	BE			CH	UK	FR	
			P25	P50	P75				P25	P50	P75				
SPECT-CT	Thorax-abdomen	Osseux - Corps entier	9	2,1	3,8	6,2	5	4,9		90	280	281	190	150	
	Thorax	Perfusion pulmonaire	5	4,9	6,0	10	3			168	224	420	110		
	Colonne cervicale	Thyroïde	12	4,3	8,7	16	4	5,9		113	187	348	160	210	
	Colonne lombaire	-	15	6,5	13	22				228	486	569			
PET-CT	Thorax-abdomen	Osseux - Tête/mi-cuisses	12	3,7	6,8	8,3	6	4,3	7	406	619	803	620	400	650
	Crâne	Cerveau	5	0,7	4,5	11	7			23	75	191	100		

4.3 CT en radiothérapie

Depuis plusieurs itérations, des données sont récoltées pour des examens CT effectués sur des appareils utilisés dans des services de radiothérapie. Il ne s'agit en fait pas d'examens à visée diagnostique mais bien faisant partie du planning de traitement d'une procédure radiothérapeutique. Ainsi, des données ont été récoltées pour l'**abdomen**, le **crâne (cerveau)** et le **thorax**. Un centre a également envoyé des données correspondant à des scanners du **sein** effectués sur ses deux appareils.

Le tableau 15 tente d'associer les zones anatomiques mentionnées dans les formulaires d'enregistrement aux examens pour lesquels l'Angleterre (UK) (PHE, 2016) a fourni des valeurs de DRL (en précisant que « *the use of the term Diagnostic Reference Levels is not appropriate. However, the use of dose reference levels is a useful method of demonstrating dose optimisation has taken place* »).

Malgré le faible nombre de données, et en considérant ces résultats avec précaution, on observe que les percentiles pour les différentes procédures sont comparables aux valeurs fournies par l'Angleterre.

Une réflexion doit être apportée sur la nécessité et la pertinence de considérer de tels examens dans le cadre des études périodiques de dose au patient.

Tableau 15 – Percentiles et DRL anglais pour le CTDI_{vol} et le DLP d'un planning de traitement en radiothérapie.

CT	Examen (UK)	Nombre d'appareils (BE)	CTDI _{vol} (mGy)				DLP (mGy.cm)			
			BE			UK	BE			UK
			P25	P50	P75		P25	P50	P75	
Abdomen	Gynaecological	10	14	15	21	16	573	794	922	610
	Prostate					16				570
Crâne (cerveau)	Brain	10	25	37	40	50	740	1057	1165	1500
	Head and Neck					49				2150
Thorax	Lung 3D	11	8	11	15	14	317	474	611	550
	Lung 4D	-	-	-	-	63	-	-	-	1750
Sein	Breast	17 ⁽¹⁾	10 ⁽²⁾	14 ⁽²⁾	23 ⁽²⁾	10	425 ⁽²⁾	482 ⁽²⁾	964 ⁽²⁾	390
		64 ⁽¹⁾	13 ⁽²⁾	15 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾		508 ⁽²⁾	623 ⁽²⁾	821 ⁽²⁾	

(1) nombre de patients pour 2 appareils, les 2 appareils proviennent d'un même centre

(2) percentiles calculés sur les données pour les patients de chaque appareil

5 Conclusion

Ce rapport reprend l'analyse des données récoltées lors de la 10^e itération des études périodiques annuelles pour les scanners.

Les **DRL chez l'adulte** sont adaptés pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP des **examens du cœur**. En particulier, des valeurs pour les deux phases, à savoir le score calcique et l'angiographie, sont définies.

En plus des DRL, des valeurs cibles sont désormais définies (sur base du P50 des distributions) et peuvent être utilisées dans le processus d'optimisation.

En outre, on ne considère désormais des examens complets (une ou plusieurs acquisitions) que pour les examens de l'**abdomen** et du **thorax-abdomen**. Pour l'**angio-CT du thorax**, les DRL ne sont plus définis que pour des examens ne comportant qu'une acquisition. Pour le **cœur**, les DRL sont définis pour une acquisition unique d'une phase spécifique, à savoir le score calcique et l'angiographie. Pour la **colonoscopie virtuelle**, les DRL sont également définis pour les deux phases spécifiques, c'est-à-dire sur le ventre et sur le dos. De manière générale, pour le DLP d'examens comprenant plusieurs acquisitions, on considérera autant de fois la valeur du DRL correspondant à une acquisition unique que de phases « principales » au sein d'examens multiples (plusieurs phases). Pour le $CTDI_{vol}$, la valeur correspondra toujours à une phase « principale ».

Une étude de dose au patient tenant compte de l'**indication clinique** d'un examen pour une zone anatomique donnée doit être envisagée, notamment pour l'**abdomen** (cancer du foie, colique, appendicite) et le **cœur** (suivant le mode de synchronisation à l'ECG).

Les **DRL chez les enfants** par catégorie d'âge sont aussi adaptés pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP des **sinus**. Les DRL par catégorie de poids ne sont pas modifiés.

Enfin, la question doit être posée de considérer lors des prochaines études les appareils **CBCT**, ainsi que les appareils CT utilisés en **médecine nucléaire** et en **radiothérapie** (planning de traitement).

6 Bibliographie

BFS. 2016. *Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen.* s.l. : Bundesamt für Strahlenschutz, Vom 22. Juni 2016, 2016.

DFI-OFSP. 2018. *Niveaux de référence diagnostiques en tomодensitométrie.* Confédération suisse : Département fédéral de l'intérieur - Office fédérale de la santé publique, 2018. Directive R-06-06.

European Commission. 2018. *Radiation Protection N°185 - European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging.* Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2018.

—. **2021.** *Radiation Protection N°195 - European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging.* Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2021.

International Electrotechnical Commission. 2012. IEC 60601-2-44 Medical electrical equipment - Part 2-44: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for computed tomography. *International Standard.* 3.1, 2012.

MSS. 2019. *Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 avril 2019.* Ministère des Solidarités et de la Santé. s.l. : Journal Officiel de la République Française, 2019. NOR: SSAP1915191A.

NCS. 2012. *Diagnostische referentieniveaus in Nederland.* Delft, The Netherlands : Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie, 2012.

PHE. 2016. Diagnostic radiology: national diagnostic reference levels (NDRLs). Published 22 January 2016. *Public Health England.* [En ligne] 2016.

<https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls>.