# Niveaux de référence diagnostiques nationaux en radiologie

## Onzième itération pour les examens CT (2021)

**An Dedulle**
Katrien Van Slambrouck
An Fremout

Agence fédérale de Contrôle nucléaire
**Santé & Environnement**
**Protection de la Santé**
Rue du Marquis 1 / 6A
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)
- VBS (Groupement des associations professionnelles Belges de Médecins Spécialistes)
- RIZIV (Institut national d'assurance maladie-invalidité)
- SPF (service public fédéral) Santé Publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement

# Table des matières

1. Introduction ..... 3
2. Résultats pour les adultes ..... 3
2.1. Résultats statistiques ..... 3
2.2. Détermination des DRL chez les adultes ..... 7
2.3. Comparaison européenne pour les DRL ..... 7
3. Résultats pour les enfants ..... 8
3.1. Résultats statistiques ..... 8
3.2. Détermination des DRL pour les enfants ..... 10
4. Conclusions et futures perspectives ..... 13
5. Bibliographie ..... 14

# 1. Introduction

La onzième itération de l'étude de dose périodique concernant les examens CT s'est déroulée du 1er janvier au 31 décembre 2021. A nouveau, le taux de participation est élevé puisque 87% des services concernés ont transmis leurs données.

Ce rapport reprend les résultats statistiques et les niveaux de référence diagnostiques nationaux (Diagnostic Reference Levels, DRL). Les objectifs, la méthodologie, les hypothèses et les limitations de l'étude sont définis dans les rapports des précédentes itérations (applications radiologiques/nrd) et dans le 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.

A la suite de l'analyse des données dosimétriques, un Règlement technique fixant les niveaux de référence diagnostiques en radiodiagnostic utilisant des rayons X sera publié avec une mise à jour des DRL. Les DRL les plus récents peuvent être consultés sur le site web de l'AFCN. A partir du 1er janvier 2022, les études périodiques pour les examens CT sont suspendues jusqu'à nouvel ordre. Les DRL les plus récents pourront toujours être utilisés pendant le processus d'optimisation, comme le prévoit l'arrêté royal du 13 février 2020 relatif aux expositions médicales et aux expositions à des fins d'imagerie non médicale avec des équipements radiologiques médicaux.

# 2. Résultats pour les adultes

## 2.1. Résultats statistiques

Le Tableau 1 et le Tableau 2 reprennent respectivement le nombre d'appareils considérés et les résultats statistiques de la médiane par appareil pour l'indice de dose de scanographie pondéré volumique ($CTDI_{vol}$) et pour le produit dose-longueur (DLP). Les percentiles sont indiqués par acquisition, sauf pour les examens dits « complets ». Depuis l'itération de 2020, les deux principales phases de l'examen du cœur sont analysées séparément, à savoir le score calcique (« Calcium Scoring ») et l'angiographie proprement dite. Pour ce qui est des colonoscopies, l'étude distingue l'acquisition en position allongée sur le ventre et celle en position allongée sur le dos.

La Figure 1 et la Figure 2 montrent respectivement l'évolution entre 2012 et 2021 de la dose médiane et des percentiles de dose (P5, P25, P50, P75, P95) du $CTDI_{vol}$ et du DLP par acquisition. Au cours de cette période, le 75e percentile (P75) a diminué d'un pourcentage oscillant entre -71% et -12% pour le $CTDI_{vol}$ et entre -36% et -13% pour le DLP. La dispersion entre le 5e et le 95e percentile a également diminué au cours de cette période : entre -77% et -30% pour la dispersion du $CTDI_{vol}$ et entre -57% et -20% pour le DLP. La colonoscopie en position allongée sur le dos est la seule à présenter une dispersion en hausse de respectivement 17% pour le $CTDI_{vol}$ et de 19% pour le DLP. Les différentes procédures d'examens du cœur (score calcique et angiographie) ne figuraient pas dans l'analyse précédente, dès lors que les données disponibles ne concernaient que les deux dernières années.

Tableau 1 : Quantités statistiques pour le $CTDI_{vol}$ (par acquisition) des examens CT chez l'adulte.

| Procédure | Nombre d'appareils | $CTDI_{vol}$ (mGy) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | P05 | P25 | P50 | P75 | P95 |
| Abdomen | 144 | 4,6 | 6,0 | 7,1 | 8,2 | 11,9 |
| Angio CT du thorax | 52 | 2,7 | 5,0 | 6,3 | 7,8 | 10,6 |
| Cœur (CCTA) – score calcique | 29 | 0,6 | 1,5 | 2,9 | 4,3 | 6,9 |
| Cœur (CCTA) – angiographie | 28 | 4,9 | 7,8 | 13,5 | 19,0 | 31,4 |
| Colon – acquisition dos | 36 | 1,4 | 2,4 | 3,2 | 4,4 | 6,8 |
| Colon – acquisition ventre | 36 | 0,9 | 1,5 | 2,1 | 2,8 | 4,0 |
| Colonne cervicale | 152 | 8,1 | 13,4 | 17,6 | 22,1 | 27,3 |
| Colonne lombaire | 154 | 9,7 | 15,8 | 19,2 | 23,0 | 28,6 |
| Crâne (cerveau) | 144 | 27,5 | 34,7 | 39,3 | 42,7 | 58,5 |
| Sinus | 126 | 1,1 | 2,1 | 2,7 | 4,1 | 6,8 |
| Thorax | 150 | 2,2 | 3,6 | 4,8 | 5,9 | 8,7 |

Tableau 2 : Quantités statistiques pour le DLP (par acquisition, sauf examens dits « complets ») des examens CT chez l'adulte.

| Procédure | Nombre d'appareils | DLP (mGy.cm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | P05 | P25 | P50 | P75 | P95 |
| Abdomen | 147 | 203 | 293 | 347 | 425 | 580 |
| Abdomen – complet | 203 | 227 | 326 | 393 | 505 | 875 |
| Angio CT du thorax | 54 | 97 | 179 | 223 | 291 | 369 |
| Cœur (CCTA) – score calcique | 29 | 11 | 26 | 46 | 67 | 128 |
| Cœur (CCTA) – angiographie | 28 | 75 | 119 | 203 | 344 | 481 |
| Colon – acquisition dos | 36 | 63 | 111 | 154 | 212 | 360 |
| Colon – acquisition ventre | 36 | 45 | 73 | 107 | 137 | 225 |
| Colonne cervicale | 154 | 119 | 236 | 327 | 403 | 558 |
| Colonne lombaire | 157 | 246 | 356 | 438 | 514 | 712 |
| Crâne (cerveau) | 147 | 498 | 631 | 698 | 790 | 1020 |
| Sinus | 129 | 17 | 31 | 40 | 62 | 92 |
| Thorax | 153 | 85 | 133 | 176 | 213 | 332 |
| Thorax-abdomen – complet | 178 | 293 | 429 | 536 | 713 | 1173 |

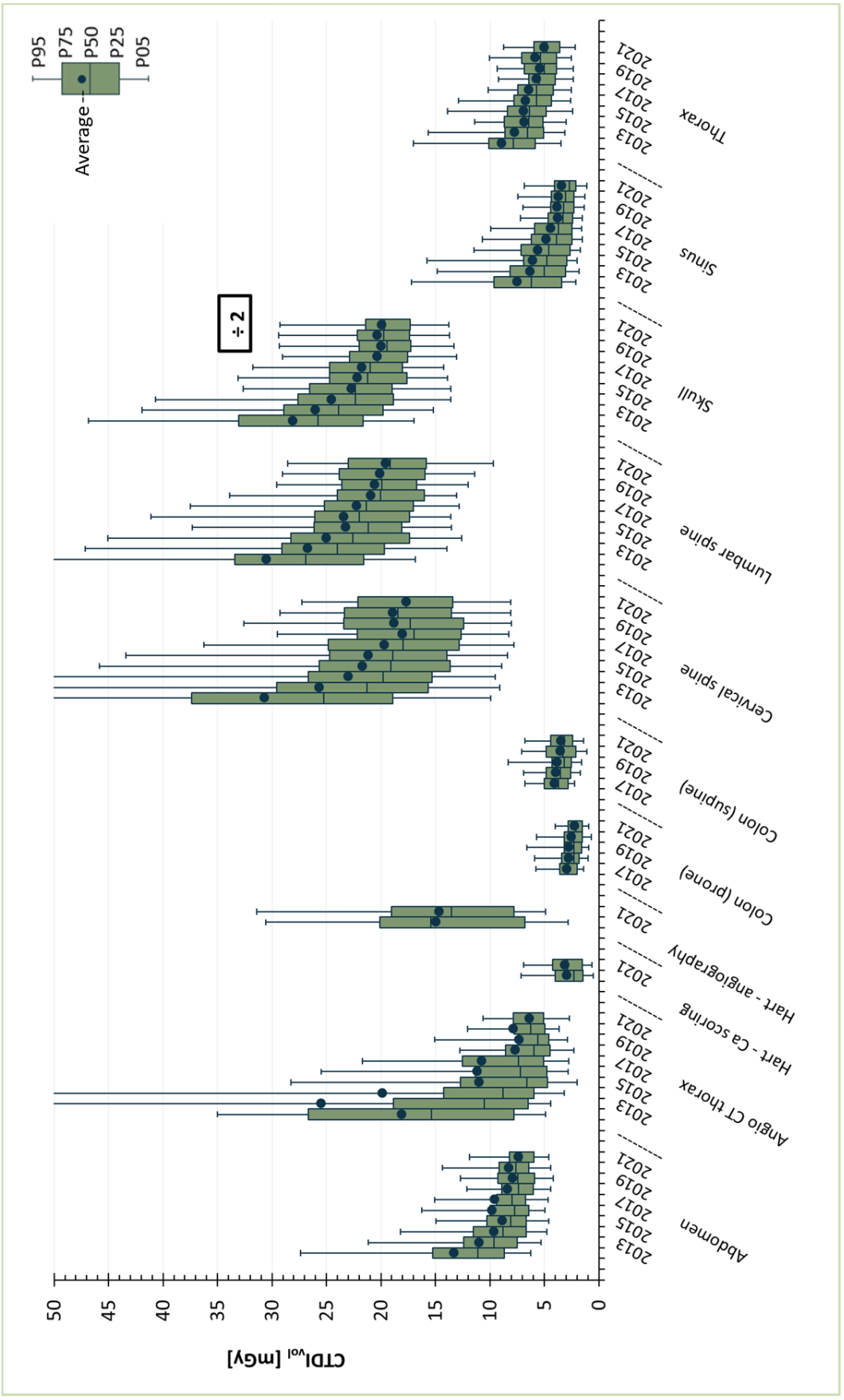


Figure 1 : L'évolution entre 2012 et 2021 de la moyenne du $CTDI_{vol}$ et des percentiles de dose par acquisition pour les différents examens CT chez l'adulte

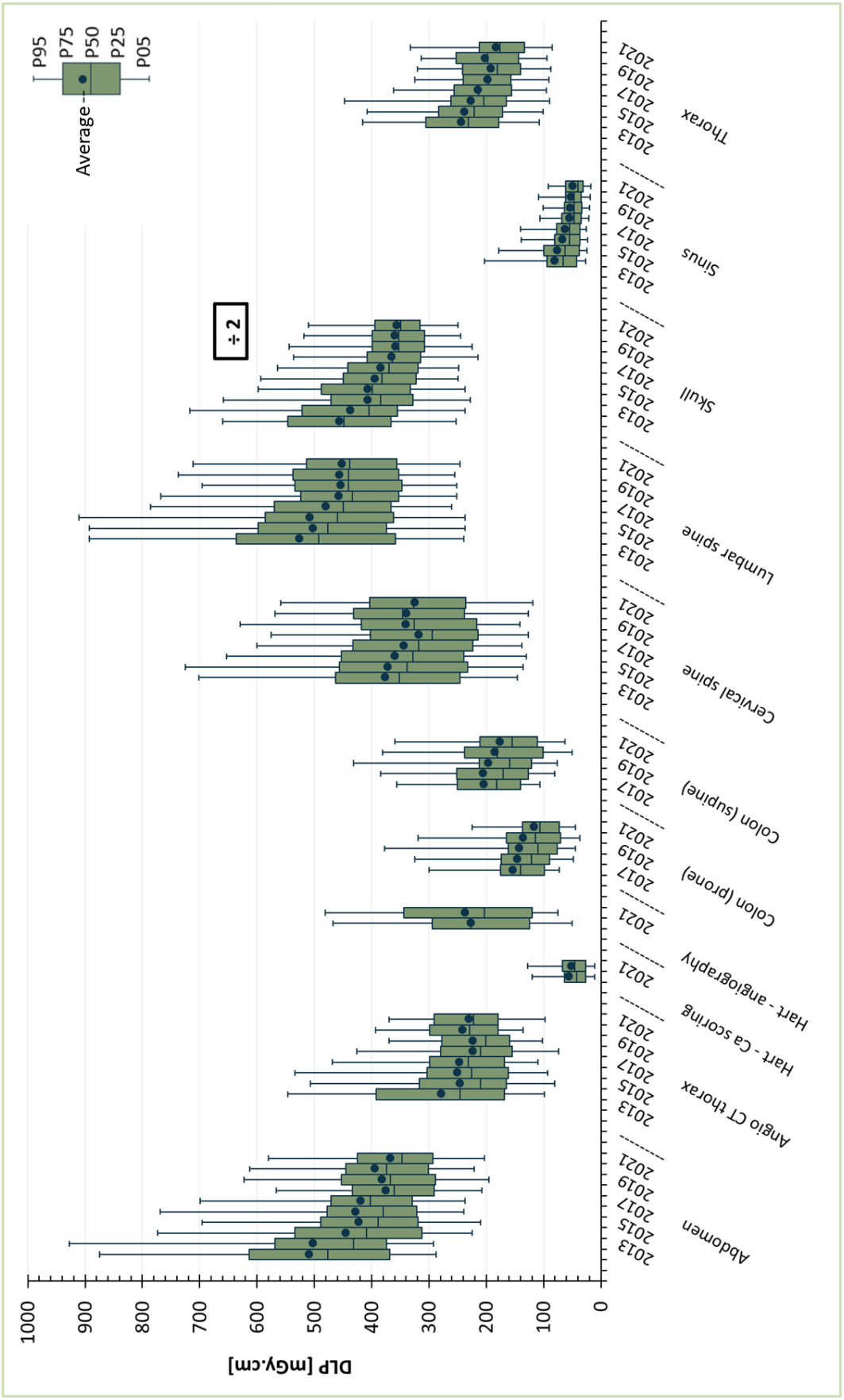


Figure 2 : L'évolution entre 2012 et 2021 des percentiles et de la moyenne du DLP par acquisition pour les examens CT chez l'adulte.

## 2.2. Détermination des DRL chez les adultes

Par rapport aux DRL de l'itération précédente (Itération CT de 2020), la différence n'est, pour la plupart des examens, pas élevée entre les valeurs des DRL en 2020 et celles du 75e percentile en 2021. Seules les valeurs du $CTDI_{vol}$ pour l'abdomen, le thorax et le colon en acquisition sur le ventre et celles du DLP pour le thorax présentent une différence plus significative. En conséquence, les valeurs de DRL pour ces examens ont été adaptées. Les DRL et valeurs cibles (50e percentile) déterminés au terme de cette itération figurent au Tableau 3, les valeurs du $CTDI_{vol}$ et du DLP étant indiquées par acquisition (sauf si le terme « complet » est indiqué dans le tableau).

Entre 2012 et 2021, les DRL ont diminué d'un taux de -71% à -18% pour le $CTDI_{vol}$ et de -50% à -20% pour le DLP.

Tableau 3 : Les DRL (75e percentile) et les valeurs cibles (50e percentile) pour le $CTDI_{vol}$ et le DLP des examens CT chez l'adulte. Dans le tableau, les valeurs sont indiquées par acquisition (sauf si le terme « complet » apparaît).

| Procédure | $CTDI_{vol}$ (mGy) | | DLP (mGy.cm) | |
|---|---|---|---|---|
| | DRL (P75) | Valeur cible (P50) | DRL (P75) | Valeur cible (P50) |
| Abdomen | 8 | 7 | 490 | 380 |
| Abdomen – complet | | | 570 | 420 |
| Angio CT du thorax | 7,5 | 6,0 | 300 | 230 |
| Cœur (CCTA) – score calcique | 4 | 3 | 70 | 50 |
| Cœur (CCTA) – angiographie | 20 | 15 | 300 | 230 |
| Colon – acquisition dos | 4,0 | 3,5 | 200 | 160 |
| Colon – acquisition ventre | 2,5 | 2,0 | 160 | 120 |
| 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 | 6 | 5 | 210 | 175 |
| Thorax-abdomen – complet | | | 800 | 600 |

## 2.3. Comparaison européenne pour les DRL

Les DRL sont également déterminés dans d'autres pays européens. Le Tableau 4 compare les valeurs belges, françaises (ASN, 2019), suisses (OFSP, 2018) et allemandes (BFS, 2016) de ces DRL. Les valeurs belges sont comparables à celles des autres pays.

Les résultats du projet EUCLID (European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging, (RP 195, 2021)) ont été publiés en 2021. Dans le cadre de ce projet, des DRL ont été définis en tenant compte de l'indication clinique des examens. Cette indication clinique a un impact significatif sur la qualité d'image nécessaire et donc sur la dose associée à l'examen. Actuellement, en Belgique, la dose est définie par région anatomique et il est donc

difficile de comparer les DRL belges avec ceux publiés dans le RP 195. Pour pouvoir comparer les données au niveau national, nous aurions besoin d'une étude de dose qui tient compte de l'indication clinique. Lorsque des données sur l'indication clinique sont disponibles localement, il est possible de comparer les DRL locaux avec ceux publiés dans le document RP 195 et ils peuvent alors servir d'outil d'optimisation.

Tableau 4 : Comparaison européenne des DRL avec les données acquises en Belgique (BE), en France (FR), en Suisse (CH) et en Allemagne (GE).

| Procédure | $CTDI_{vol}$ (mGy) | | | | DLP (mGy.cm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **BE (2021)** | FR (2018) | CH (2018) | GE (2016) | **BE (2021)** | FR (2018) | CH (2018) | GE (2016) |
| Abdomen | 8 | 13(1) | 11 | 15 | 490 | 625(1) | 540(1) | 700(1) |
| Angio CT du thorax | 7,5 | | 8 | | 300 | | 360 | |
| Cœur (CCTA) – angiographie | 20 | | | 20 | 300 | | | 330 |
| Colonne cervicale | 25 | | 17 | 20 | 450 | | 360 | 300 |
| Colonne lombaire | 26 | 28 | 25 | 10 | 600 | 725 | | 180 |
| Crâne (cerveau) | 50 | 46 | 51 | 60 | 800 | 850 | 890 | 850 |
| Sinus | 4,5 | 14 | 6 | 8 | 65 | 250 | 90 | 90 |
| Thorax | 6 | 9,5 | 7 | 10 | 210 | 350 | 250 | 350 |
| Thorax-abdomen – complet | | | | | 800 | 550 | 740 | 1000(2) |

(1) Abdomen-bassin
(2) Thorax- abdomen-bassin

# 3. Résultats pour les enfants

## 3.1. Résultats statistiques

Le Tableau 5 et le Tableau 6 présentent les résultats statistiques par catégorie de poids et par tranche d'âge pour les examens chez les enfants. Les normes internationales recommandent l'utilisation de catégories de poids pour la classification des patients pédiatriques, sauf pour les examens de la tête, où il est conseillé de procéder par tranche d'âge (ICRP 135, 2017) (RP 185, 2018). Pour être complet, le Tableau 6 reprend les valeurs statistiques par tranche d'âge pour les examens du thorax et de l'abdomen.

Tableau 5 : Valeurs statistiques par catégorie de poids pour le $CTDI_{vol}$ (par acquisition) et le DLP (examen complet) des examens CT chez les enfants.

| Procédure | Catégorie de poids (kg) | $CTDI_{vol}$ (mGy) –par acquisition | | | | DLP (mGy.cm) – complet | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nbre | P25 | P50 | P75 | Nbre | P25 | P50 | P75 |
| Abdomen | < 5 | 0 | | | | 0 | | | |
| | [5 ; 15[ | 4 | 0,7 | 1,1 | 1,6 | 5 | 23 | 23 | 57 |
| | [15 ; 30[ | 18 | 1,3 | 1,7 | 2,9 | 26 | 41 | 60 | 147 |
| | [30 ; 50[ | 43 | 2,0 | 3,2 | 3,8 | 57 | 76 | 125 | 161 |
| | [50 ; 80[ | 37 | 3,4 | 4,3 | 5,4 | 52 | 151 | 199 | 245 |
| Thorax | < 5 | 1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1 | 15 | 15 | 15 |
| | [5 ; 15[ | 13 | 0,3 | 0,9 | 1,1 | 14 | 9 | 19 | 29 |
| | [15 ; 30[ | 26 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 30 | 7 | 11 | 35 |
| | [30 ; 50[ | 27 | 0,3 | 0,3 | 1,6 | 29 | 8 | 23 | 51 |
| | [50 ; 80[ | 19 | 0,3 | 0,9 | 2,7 | 19 | 9 | 45 | 96 |
| Thorax-Abdomen | < 5 | | | | | 0 | | | |
| | [5 ; 15[ | | | | | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | [15 ; 30[ | | | | | 1 | 3 | 3 | 3 |
| | [30 ; 50[ | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | [50 ; 80[ | | | | | 2 | 5 | 5 | 5 |

Tableau 6 : Valeurs statistiques par tranche d'âge pour le $CTDI_{vol}$ (par acquisition) et le DLP (examen complet) des examens CT chez les enfants.

| Procédure | Tranche d'âge (années) | $CTDI_{vol}$ (mGy) – par acquisition | | | | DLP (mGy.cm) – complet | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nbre | P25 | P50 | P75 | Nbre | P25 | P50 | P75 |
| Crâne (cerveau) | < 1 | 137 | 7,1 | 17,5 | 21,8 | 213 | 127 | 277 | 341 |
| | [1 ; 5[ | 275 | 18,2 | 23,4 | 26,8 | 407 | 330 | 405 | 523 |
| | [5 ; 10[ | 245 | 21,1 | 25,0 | 31,4 | 337 | 370 | 452 | 594 |
| | [10 ; 15[ | 352 | 22,2 | 33,2 | 40,9 | 482 | 409 | 587 | 727 |
| Sinus | < 1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 | 8 | 8 | 8 |
| | [1 ; 5[ | 12 | 0,7 | 1,3 | 1,6 | 16 | 8 | 20 | 39 |
| | [5 ; 10[ | 56 | 1,5 | 3,1 | 4,1 | 77 | 22 | 39 | 65 |
| | [10 ; 15[ | 67 | 1,3 | 2,6 | 3,6 | 96 | 22 | 35 | 49 |
| Abdomen | < 1 | 5 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | 5 | 23 | 28 | 34 |
| | [1 ; 5[ | 28 | 1,0 | 1,1 | 2,0 | 42 | 36 | 57 | 96 |
| | [5 ; 10[ | 61 | 1,2 | 1,5 | 3,0 | 96 | 46 | 64 | 138 |
| | [10 ; 15[ | 159 | 2,7 | 4,2 | 5,7 | 268 | 123 | 191 | 274 |
| Thorax | < 1 | 10 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 43 | 14 | 26 | 43 |
| | [1 ; 5[ | 68 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 129 | 15 | 25 | 43 |
| | [5 ; 10[ | 56 | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 125 | 21 | 43 | 62 |
| | [10 ; 15[ | 86 | 0,7 | 1,2 | 2,6 | 102 | 26 | 43 | 98 |
| Thorax-Abdomen | < 1 | | | | | 0 | | | |
| | [1 ; 5[ | | | | | 14 | 48 | 52 | 93 |
| | [5 ; 10[ | | | | | 5 | 59 | 151 | 249 |
| | [10 ; 15[ | | | | | 14 | 150 | 280 | 497 |

## 3.2. Détermination des DRL pour les enfants

Les DRL ont uniquement été adaptés lorsque des données étaient disponibles en nombre suffisant et que les données statistiques indiquaient une différence significative par rapport à l'itération précédente. Il est recommandé de catégoriser les patients en pédiatrie selon leur poids, sauf pour les examens de la tête où il est conseillé de se baser sur des tranches d'âge. Les DRL par catégorie de poids sont indiqués au Tableau 7. Le Tableau 8 reprend les DRL par tranche d'âge, ainsi que les données pour les examens du thorax et de l'abdomen qui ont été ajoutées dans un souci d'exhaustivité. Comme peu de données étaient disponibles pour les examens Thorax-Abdomen, aucun DRL n'a pu être défini. De même, les données disponibles étaient insuffisantes pour certaines catégories de poids et certaines tranches d'âge et, dès lors, les DRL correspondants n'ont pas pu être déterminés.

Tableau 7 : Les DRL par catégorie de poids pour les examens CT chez les enfants.

| Procédure | Catégorie de poids (kg) | $CTDI_{vol}$ (mGy) – par acquisition | DLP (mGy.cm) – complet |
|---|---|---|---|
| | | DRL (P75) | DRL (P75) |
| Abdomen | < 5 | | |
| | [5 ; 15[ | | |
| | [15 ; 30[ | 3,0 | 150 |
| | [30 ; 50[ | 4,0 | 160 |
| | [50 ; 80[ | 5,5 | 245 |
| Thorax | < 5 | | |
| | [5 ; 15[ | 1,5 | 35 |
| | [15 ; 30[ | 2,0 | 55 |
| | [30 ; 50[ | 3,0 | 100 |
| | [50 ; 80[ | 5,0 | 200 |

Tableau 8 : Les DRL par tranche d'âge pour les examens CT chez les enfants.

| Procédure | Catégorie d'âge (années) | $CTDI_{vol}$ (mGy) – par acquisition | DLP (mGy.cm) – complet |
|---|---|---|---|
| | | DRL (P75) | DRL (P75) |
| Crâne (cerveau) | < 1 | 22 | 340 |
| | [1 ; 5[ | 30 | 520 |
| | [5 ; 10[ | 32 | 595 |
| | [10 ; 15[ | 41 | 725 |
| Sinus | < 1 | | |
| | [1 ; 5[ | | 50 |
| | [5 ; 10[ | 3 | 55 |
| | [10 ; 15[ | 4 | 60 |
| Abdomen | < 1 | | |
| | [1 ; 5[ | 2,0 | 100 |
| | [5 ; 10[ | 3,0 | 150 |
| | [10 ; 15[ | 6,0 | 280 |
| Thorax | < 1 | 1.2 | 25 |
| | [1 ; 5[ | 1,5 | 35 |
| | [5 ; 10[ | 2,0 | 55 |
| | [10 ; 15[ | 3,0 | 100 |

La Figure 3 montre également l'évolution des percentiles et des DRL par catégorie de poids, tandis que la Figure 4 montre l'évolution par tranche d'âge. Lorsque disponibles, les DRL nationaux apparaissent également sur ces deux figures, tout comme les valeurs des DRL européens (RP 185, 2018). Lorsque des DRL nationaux et des DRL européen sont disponibles pour un type d'examens, le DRL national n'est jamais supérieur au DRL européen, sauf pour le DLP des examens du crâne (cerveau) chez les patients âgés de 1 à 5 ans et de 10 à 15 ans (pourcentage de différence respectivement: 3% et 12%). Si un DRL national n'est pas disponible pour un examen ou pour une catégorie de poids ou une tranche d'âge, le DRL européen ou celui d'un autre pays (européen) peut être utilisé comme référence pour comparer le DRL local et pour optimiser l'examen.

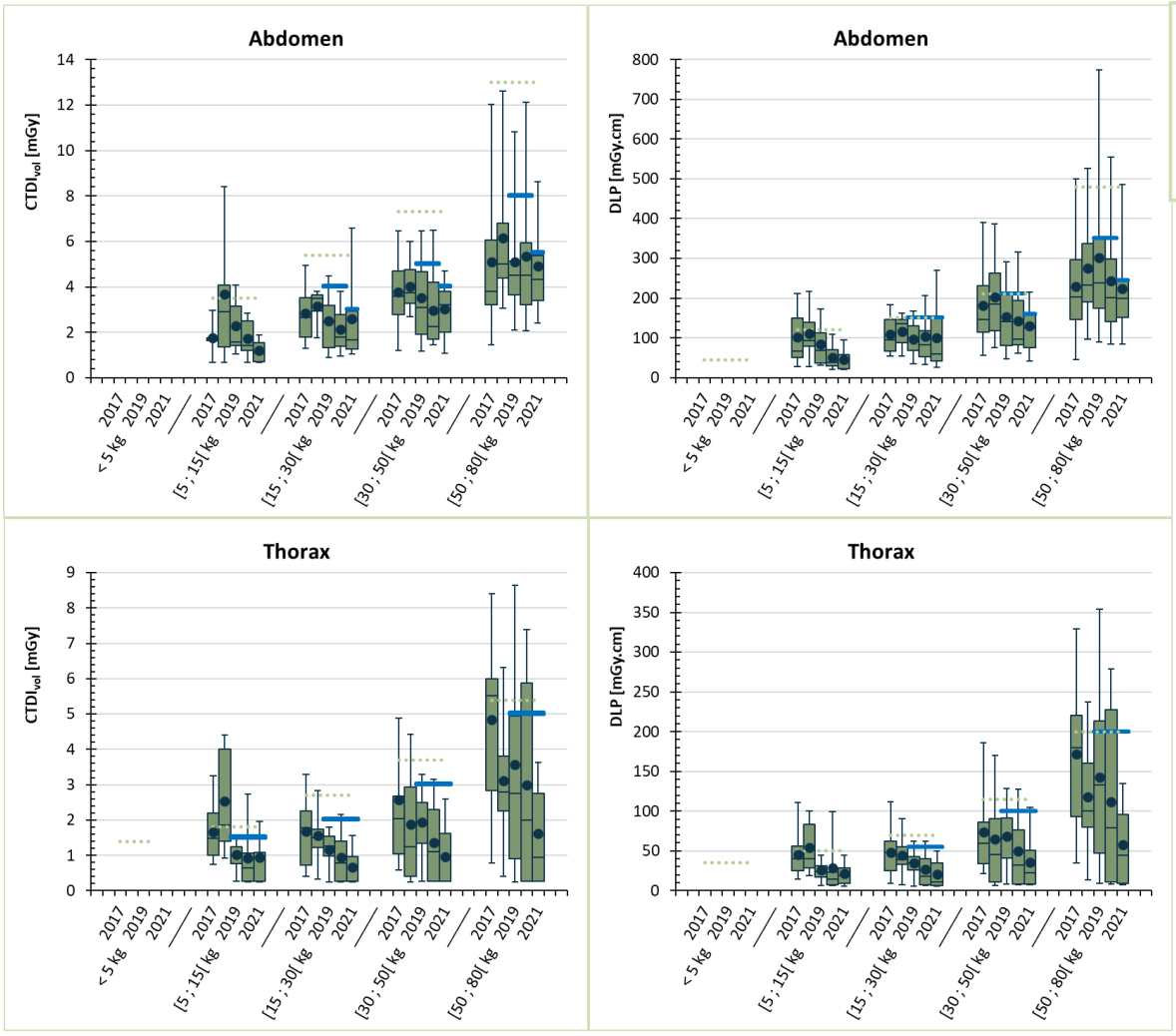


Figure 3 : L'évolution entre 2017 et 2021 et par catégorie de poids du $CTDI_{vol}$ et du DLP (moyenne et percentile) pour les différents examens CT chez les enfants. Les DRL nationaux (nDRL) et les DRL européens (RP 185) sont représentés lorsqu'ils sont disponibles.

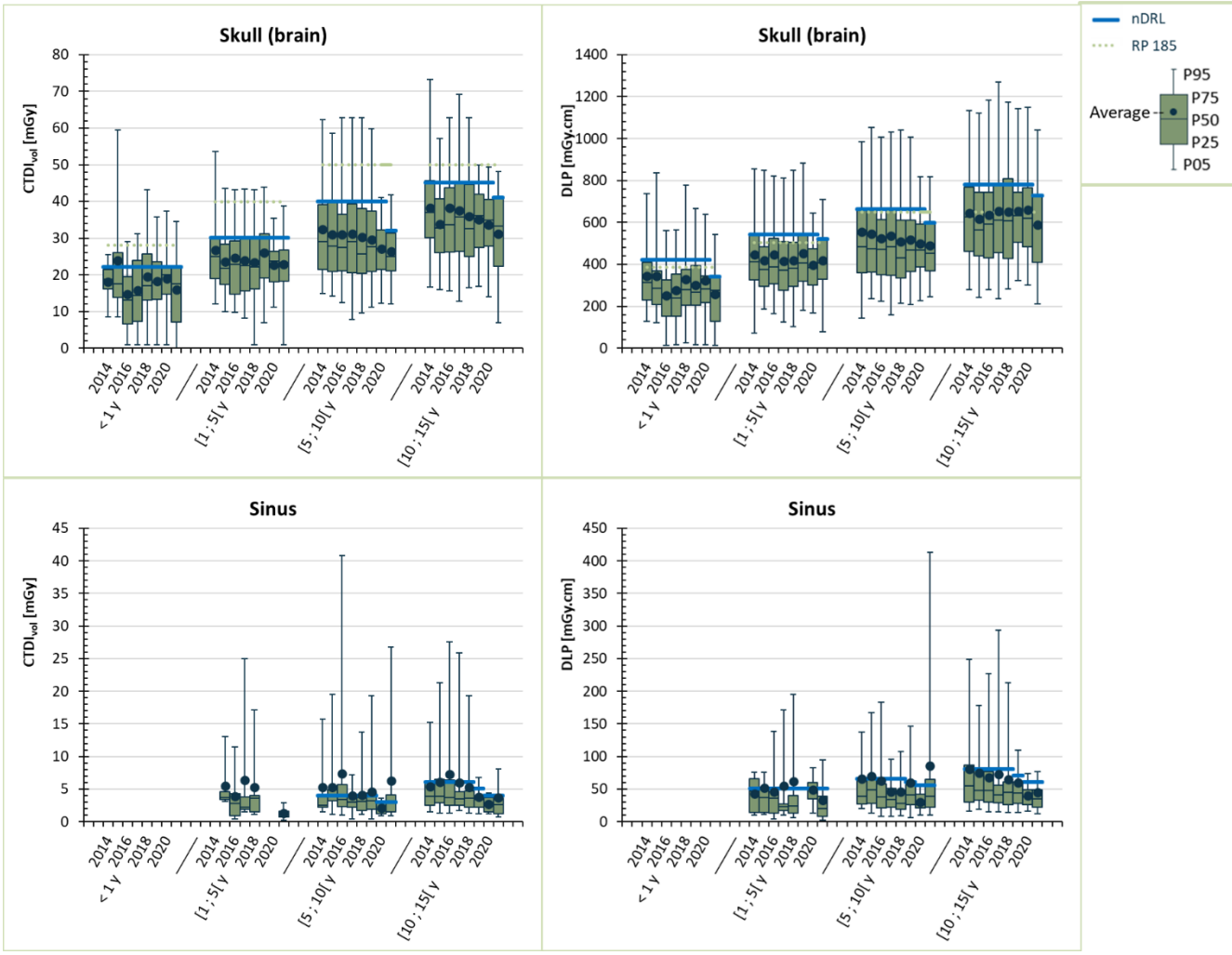


Figure 4 : L'évolution entre 2014 et 2021 et par tranche d'âge du $CTDI_{vol}$ et du DLP (moyenne et percentile) pour les différents examens CT chez les enfants. Les DRL nationaux (nDRL) et les DRL européens (RP 185) sont représentés lorsqu'ils sont disponibles.

## 4. Conclusions et futures perspectives

Le présent rapport présente l'analyse des études de doses aux patients pour les examens CT réalisés en 2021. C'est à partir de ces résultats que les niveaux de référence diagnostiques (Diagnostic Reference Levels, DRL) ont été définis tant pour les adultes que pour les enfants. La mise à jour de ces DRL sera publiée dans un règlement technique fixant les niveaux de référence diagnostiques en radiodiagnostic utilisant des rayons X, ainsi que sur le site web de l'AFCN.

Les DRL pour les adultes sont exprimés en volumetric computed tomography dose index ($CTDI_{vol}$) et en dose length product (DLP) par acquisition (sauf pour les examens « complets »). Les DRL actuels sont comparables aux valeurs d'autres pays européens. Depuis le début des études de dose, on constate une nette diminution des doses. En effet, les DRL actuels sont jusqu'à 71% inférieurs à ceux du début des études périodiques. Aujourd'hui, les DRL sont déterminés par région anatomique, mais il serait préférable à l'avenir de tenir également compte de l'indication clinique.

Les DRL pour les enfants sont également exprimés en volumetric computed tomography dose index ($CTDI_{vol}$) et en dose length product (DLP), le premier étant défini par acquisition tandis que le second concerne l'examen complet. Peu de données étaient disponibles pour certaines catégories et certains examens, et dès lors, il n'a parfois pas été possible de déterminer ou d'ajuster les DRL. Hormis pour deux groupes, les valeurs des DRL nationaux sont inférieures à celles des DRL européens. Lorsque des DRL nationaux ne sont pas disponibles, les DRL européens peuvent être utilisés comme référence. Dans le futur, une étude de dose périodique qui se focalise spécifiquement sur les enfants pourrait être organisée, ce qui permettrait d'accroître l'attention portée à ce groupe-cible, d'augmenter le taux de participation et de récolter davantage de données.

## 5. Bibliographie

ASN. (2019, April). Décision de l'ASN n°2019-DC-0667 du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mi. *Décision de l'ASN n°2019-DC-0667 du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mi*. France. Source : https://nrd.irsn.fr/Ressources/Documents/Decision_NRD_2019.pdf

BFS. (2016, June). Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen. *Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen*. Germany.

ICRP 135. (2017). *ICRP publication 135 - Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging*. The International Commission on Radiological Protection.

OFSP. (2018, June). Directive R-06-06, Niveaux de référence diagnostiques en tomodensitométrie. *Niveaux de référence diagnostiques en tomodensitométrie*. Suisse. Source : https://www.bag.admin.ch/dam/bag/fr/dokumente/str/std/bag-wegleitungen/2018-06-15-r-06-06.pdf.download.pdf/R-06-06df.pdf

RP 185. (2018). *RP 185 - European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging*. European Commission.

RP 195. (2021). *RP 195 - European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging*. European Commission.