

Considérations sur les niveaux de référence diagnostiques à partir de la CIPR 135

GT- CIPR 29 novembre 2018

Professeur Michel Bourguignon

CIPR Comité 3

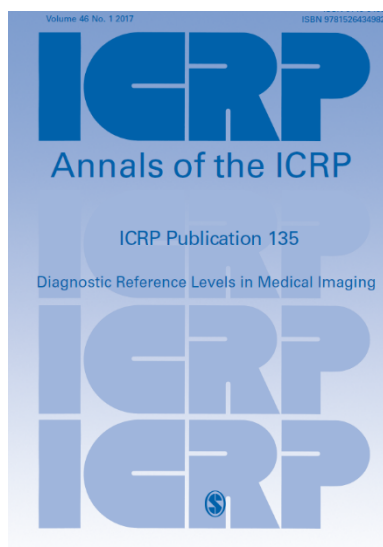
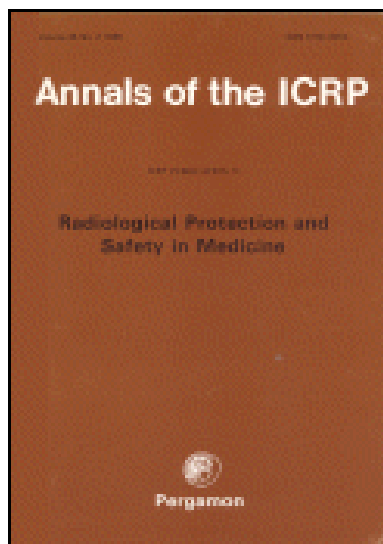
Faculté de médecine Simone Veil

Université Paris Saclay (UVSQ)

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

michel.bourguignon@irsn.fr

Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) pour la radioprotection des patients



- Concept introduit pour la première fois en 1996 par la **CIPR dans sa publication 73** « Protection et sûreté radiologique en médecine »
- Repris par la **directive 97/43 Euratom** (article 4) : « *les États Membres favorisent l'élaboration et l'utilisation de niveaux de référence diagnostiques* »
- Introduits dans la **réglementation française** (**article R.1333-68** du CSP (*Décret n°2002-460 du 4 avril 2002*) et mise en œuvre pratique (arrêté du 12 février 2004 et du 10 octobre 2011))
- Revisité en 2017 par la **CIPR 135** « Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging »
- 1^{er} semestre 2019 : Projet de décision ASN relatif aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients et à la mise à jour des Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) à partir des données collectées par l'IRSN

Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) pour la radioprotection des patients

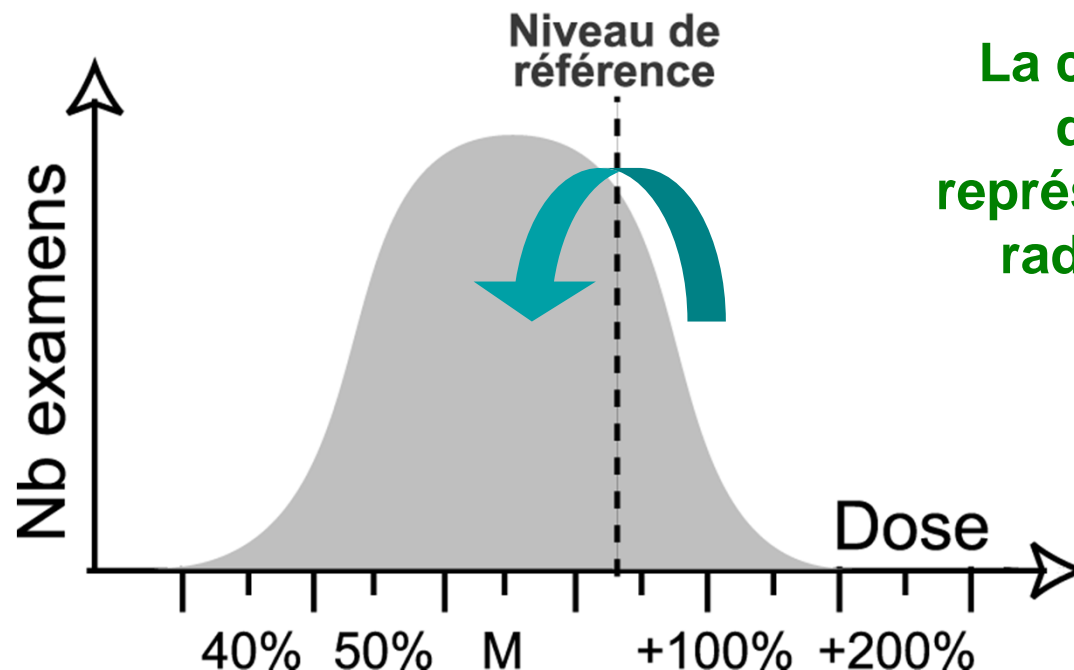
Autre références

- Les niveaux de référence diagnostiques: spécificités de la démarche française en radiologie. H.Beauvais-March, M.Valéro, A.Biau, M.Bourguignon. Radioprotection 2003, 38(2): 187-200
- Les niveaux de référence diagnostiques en France : une perception contrastée face à un dispositif perfectible mais efficace. P.Roch, D.Célier, C.Dessaud, C.Etard. Radioprotection 2018, 53(1): 13-19
- Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et médecine nucléaire. Bilan 2013-2015. P.Roch, D.Célier. Rapport IRSN-PRP-HOM 2016-00006

Les niveaux de référence diagnostiques (NRD)

La méthode du « 75ème percentile » (recommandation européenne)

Le NRD pour un examen, la valeur du 75ème percentile des doses mesurées sur un grand nombre de patients, est un outil d'optimisation



La courbe de distribution des doses doit être représentative de la pratique radiologique d'un pays

Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) pour la radioprotection des patients

Des clarifications nécessaires :

- **Pourquoi** introduire dans le domaine médical la notion de NRD ?
- Quelle en est la **définition exacte** ?
- **Comment** ont-ils-été déterminés ?
- Comment les **utilise**-t-on ?

Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) pour la radioprotection des patients

Pourquoi des niveaux de référence ?

Une limitation réglementaire des doses individuelles
serait incompatible
avec un objectif diagnostique ou thérapeutique

La radioprotection des patients repose donc
uniquement sur :

- la **justification** des actes
- l'**optimisation** des pratiques.

Or les pratiques sont loin d'être optimisées ...

La dispersion des doses

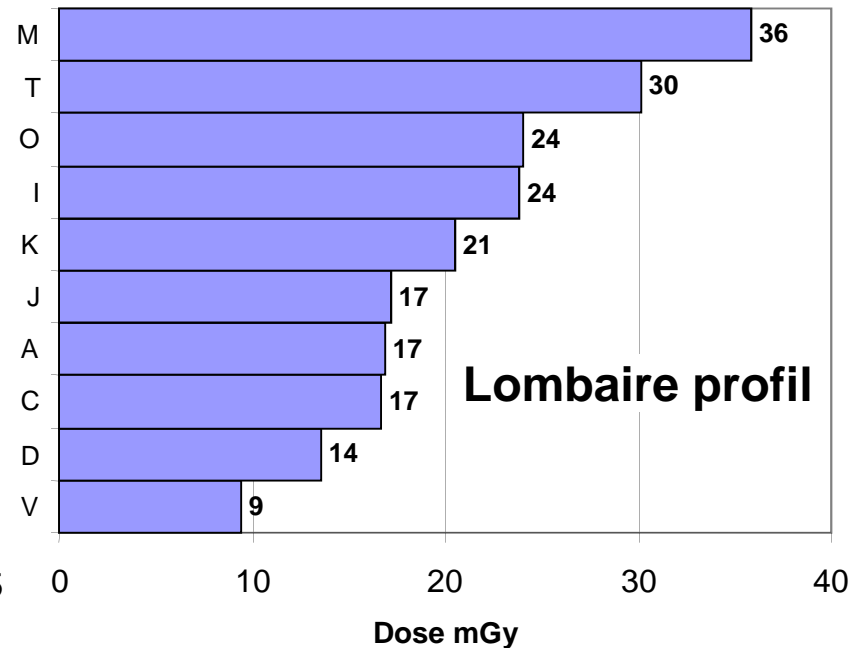
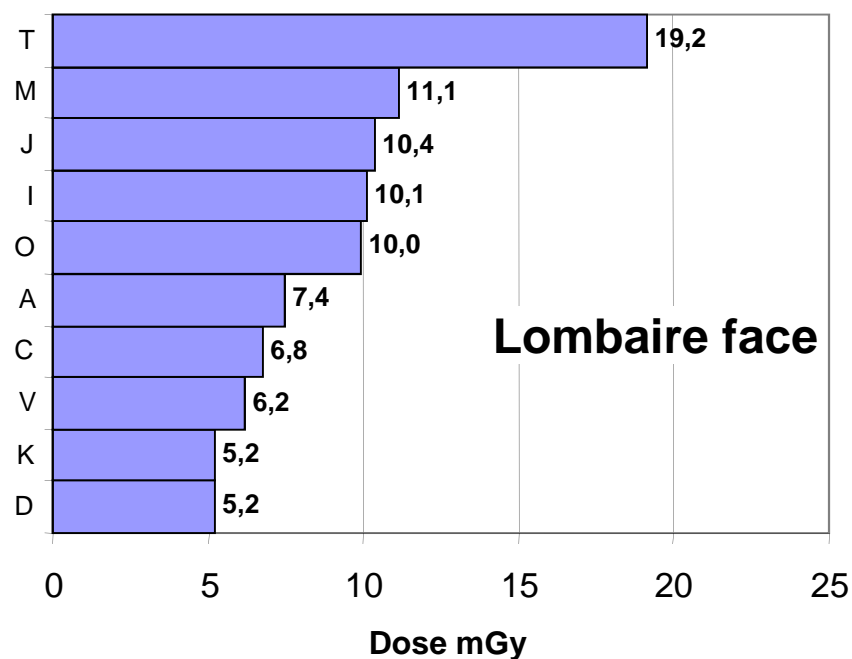
Variations de la dose « entrée » moyenne aux patients, en mGy, selon les pays, pour un même examen (CEC Trial 1991)

Pays	Rachis lombaire face	Rachis lombaire profil
Espagne	46,2	56,8
Irlande	17,1	50,1
Allemagne	30,6	46,7
Norvège	14,6	45,4
France	23,1	36,5
G.B.	14,9	35,3
Italie	26,1	30,3
Belgique	11,5	27,4
Pays-Bas	8,4	27,1
Danemark	9,9	19,9

La dispersion des doses

Étude française (2001-2002)

Variation de la dose « entrée » moyenne selon les services pour un Rachis Lombaire



La dispersion des doses

Étude française (2001-2002)

Radiologie classique

Variation de la dose « entrée » moyenne,
pour différents examens, selon les services

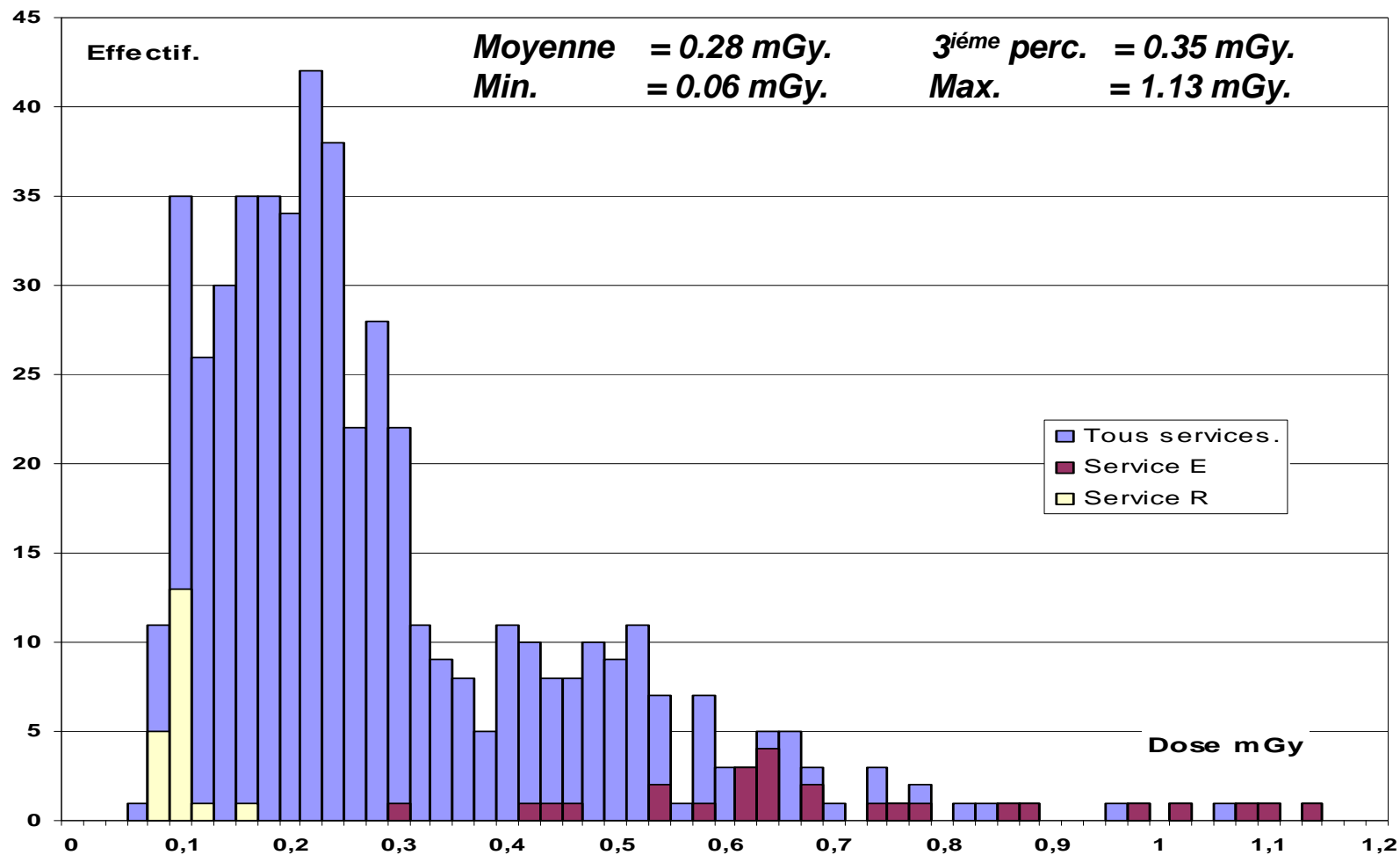
Examen	Thorax P/A	ASP	Rachis lomb. Face	Rachis lomb. Profil
Nombre de services	24	21	11	11
De moyenne (mGy)	0,28	5,2	8,2	19,5
De moyenne Maximale*	0,70	10,4	19,2	36
De moyenne Minimale*	0,09	2,4	5,2	9,5
Max/Min entre services	7,8	4,3	3,7	3,8

*Par service

La dispersion des doses

Étude française (2001-2002)

Thorax postéro-antérieur



La dispersion des doses
Étude française (2001-2002)
Scanographie
Variation du PDL moyen
pour différents examens selon les services

Examen	Thorax ST	Thorax HR	Abdomen ST	Encéphale ST
Nombre de services	15	12	15	13
PDL moyen (mGy.cm)	316	81	384	735
Dose* absorbée	14 mGy	4 mGy	15 mGy	50 mGy
Dose* efficace	4,5 mSv	1,1 mSv	6 mSv	1,5 mSv
PDL max (mGy.cm)	675	241	921	2117
PDL min (mGy.cm)	156	27	186	267
Rapport max/min	4,3	8,9	4,9	7,9

* ordre de grandeur

Pourquoi des niveaux de référence ?

- Pour homogénéiser les pratiques
- Pour limiter la dispersion des doses
- Pour supprimer les doses « inutiles »

***Les NRD sont un « outil » pour
l'optimisation***

Quelle est la définition exacte des NRD ?

Directive 97/43 Euratom (article 2)

- « Des **niveaux de doses** ...pour des **examens types**, sur des groupes de **patients types** ou sur des **fantômes types**, pour des **catégories larges d'installations**.
- Ces **niveaux ne devraient pas être dépassés**, pour des **procédures courantes** si des **pratiques bonnes et normales...sont appliquées.** »

L'arrêté du 12/02/04 précise:

- article 1: « *Il s'agit de niveaux indicateurs servant de guide pour la mise en œuvre du principe d'optimisation...Leur respect ne dispense pas de poursuivre la démarche d'optimisation* »
- article 2: « *Ces niveaux ne doivent pas être dépassés sans justification technique ou médicale, lors d'une procédure courante.* »

Les NRD concernent donc :

- les examens les plus courants et/ou les plus irradiants, (et non tous les examens)
- des patients types et/ou des fantômes de référence (et non des individus au cas par cas)
- des procédures de routine (et non des procédures particulières)

Les NRD ne sont pas :

- des limites, ou des contraintes de dose,
- des valeurs optimales,
- dissociables de la notion de qualité d'image
- applicables aux expositions individuelles
- des indicateurs de risque radiologique
- pas une ligne de démarcation entre bonne et mauvaise pratique diagnostique

Les NRD permettent :

- d'évaluer, du point de vue des doses délivrées aux patients, la qualité des équipements et des procédures
- d'engager, en cas de dépassement injustifié, des actions de contrôle et de correction

Détermination des NRD (1)

- A partir d 'études et d'enquêtes
- Par des experts représentant des organismes médicaux et scientifiques

La démarche

- Choisir et définir clairement les grandeurs auxquelles on affectera des NRD
- Déterminer les valeurs numériques des NRD

Détermination des NRD (2)

Nécessité de distinguer:

- *La médecine nucléaire*
 - grandeur de référence: **activité injectée**
 - valeurs numériques: adoptées par **consensus** et soumises à la **réglementation des AMM** pour les radiopharmaceutiques.
- *La radiologie diagnostique*
 - grandeurs de référence: exprimées en « **doses** »
 - valeurs numériques: **d'enquêtes dosimétriques**

Détermination des NRD en radiologie

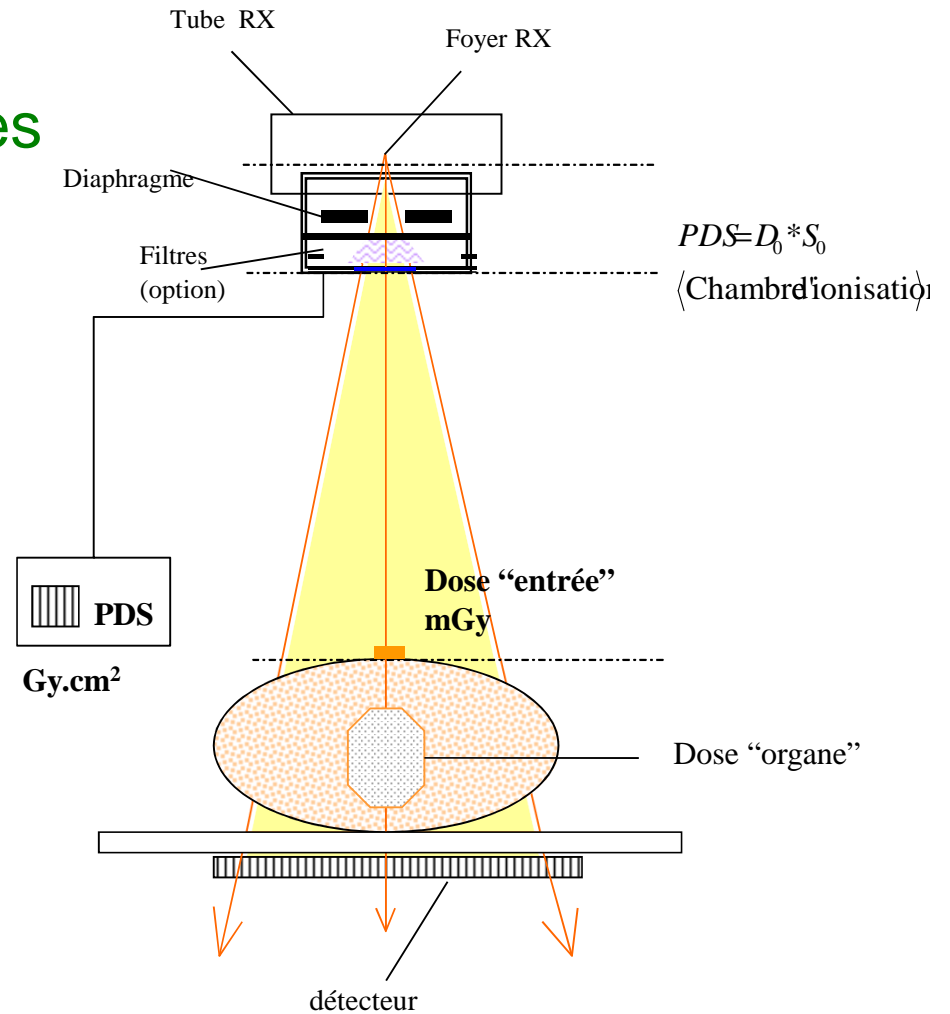
Le choix des grandeurs dosimétriques (1)

- des grandeurs physiques clairement définies et faciles à déterminer (mesures et/ou calculs)
- directement corrélées aux paramètres de la procédure
- accessibles au « pupitre » des installations
- adaptées à tout type de matériel

Le choix des grandeurs dosimétriques (1)

Doses/indicateurs de doses en radiologie classique

- débit de dose dans l'air mGy/s
- dose à « l'entrée » mGy,
- dose en profondeur mGy
- produit (dose x surface),
PDS Gy.cm²
- dose efficace en mSv.



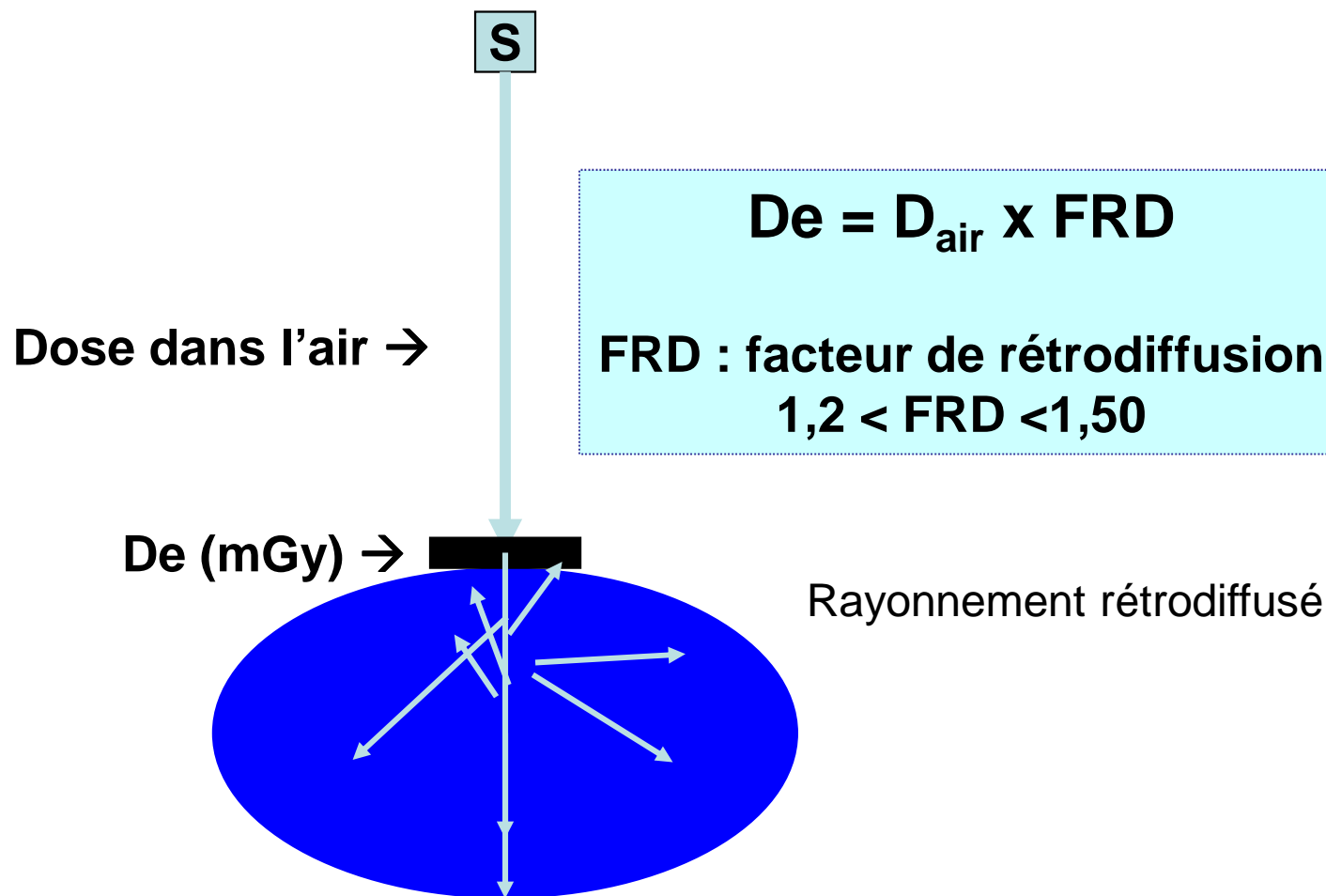
De quelle(s) dose(s) s'agit-il ? mGy ou mSv ?

mGy et mSv : l'exemple de l'abdomen sans préparation (ASP)

Examen	Dose 'entrée' De	Dose moyenne Dm	Dose efficace E
Doses en...*	Milligrays (mGy)		Millisieverts (mSv)
ASP	10	utérus	1
		1,5	

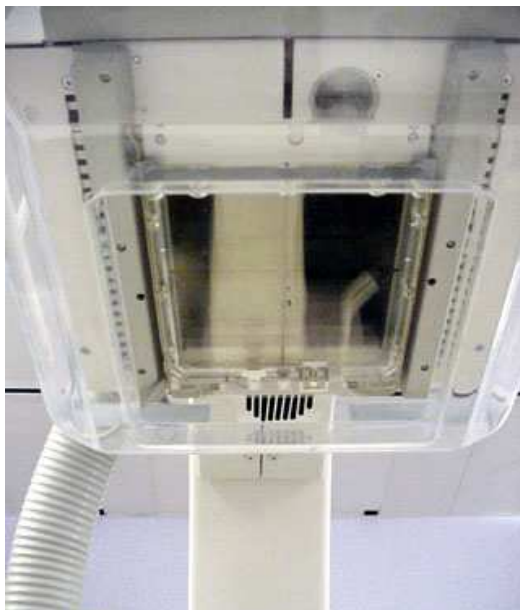
3 « doses » pour une seule incidence...

La dose « entrée » D_e



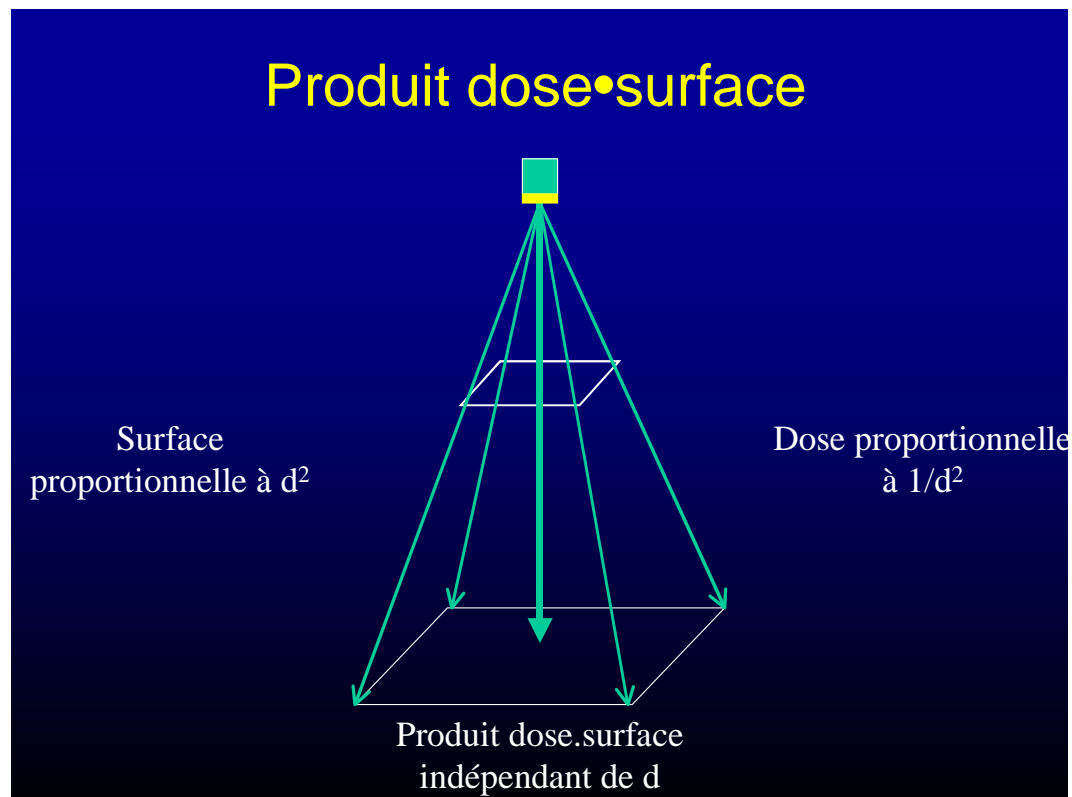
Le choix des grandeurs dosimétriques (2)

Doses/indicateurs de doses
en radiologie classique



Les unités !

$$\begin{aligned} & 1 \text{ Gy.cm}^2 \\ &= 100 \text{ cGy.cm}^2 \\ &= 1000 \text{ mGy.cm}^2 \end{aligned}$$



Décret du 15 juin 2004 - Art R.5211-22 Annexe 1

Exigences essentielles de santé et de sécurité applicables aux dispositifs médicaux.

Le choix des grandeurs dosimétriques (3)

Dose « entrée » $D_e = K_0 \times FRD \times (U/100)^2 \times Q \times (1/DFP)^2$

- La tension **U (kV)**
- La charge **Q (mAs)**
- La distance 'Foyer-Peau' **DFP(m)**
- Un coefficient **K_0 (mGy/mAs à 1m)** caractéristique de l'installation: débit de dose dans l'air
- Le facteur **FRD** (compris entre 1,2 et 1,5)

Calcul :

$$D_e = 0,15 \times (U/100)^2 \times Q \times (1/DFP)^2$$

Mesure:



En temps réel

En temps différé



Détermination de De (3-1)

Exemples pour l'ASP de calcul de De à partir du PDS

$$De = (PDS/Se) \times FRD$$

(FRD = 1,35)

PDS		longueur	largeur	De
Gy.cm ²	mGy.cm ²	cm (peau)	cm (peau)	mGy
7	7000	31,5	30	10*
2,08**	2080	31	29	3,12
0,90**	900	34	27	1,32
4,5 Gy.cm ²	4.5 x 1000 mGy.cm ²	30 cm	30 cm	6.75 mGy
		30 x 30 = 900 cm ²		

$$De = (4500/900) \times 1.35$$

* valeur du NRD pour l'ASP

** mesures effectuées au Val de Grâce

Détermination de De (3-2)

Exemples pour l'**ASP** de calcul de De à partir du PDS

$$De = (PDS/Se) \times FRD$$

(FRD = 1,35)

PDS		longueur	largeur	De
Gy.cm ²	mGy.cm ²	cm (<i>peau</i>)	cm (<i>peau</i>)	mGy
7	7000	31,5	30	10*
2,08**	2080	31	29	3,12
0,90**	900	34	27	1,32
4.5	4500	30	30	6.75
3 Gy.cm²	3000	30 cm	20 cm	6.75 mGy

$$30 \times 20 = 600 \text{ cm}^2$$

$$De = (3000/600) \times 1.35$$

* valeur du NRD pour l'ASP

** mesures effectuées au Val de Grâce

Détermination de De (3-3)

Exemples pour l'ASP de calcul de De à partir du PDS

$$De = (PDS/Se) \times FRD$$

(FRD = 1,35)

	PDS mGy.cm ²	longueur cm (peau)	largeur cm (peau)	De mGy
1	7000	31,5	30	10*
2,08**	2080	31	29	3,12
0,90**	900	34	27	1,32
4,5	4500	30	30	6,75
3	3000	30	20	6.75
3	3000	30	30	4,5

2 valeurs
différentes du
PDS

Surfaces
différentes

De Identiques

* valeur du NRD pour l'ASP

** mesures effectuées au Val de Grâce

Détermination de De (3-4)

Exemples pour l'ASP de calcul de De à partir du PDS

$$De = (PDS/Se) \times FRD$$

(FRD = 1,35)

2 valeurs
identiques du PDS

PDS		longueur	largeur	De
Gy.cm ²	mGy.cm ²	cm (peau)	cm (peau)	mGy
7	7000	31,5	30	10*
2,08**	2080	31	29	3,12
0,90**	900	34	27	1,32
4,5	4500	30	30	6,75
3	3000	30	20	6.75
3	3000	30	30	4,5

Surfaces
différentes

De différentes

* valeur du NRD pour l'ASP

** mesures effectuées au Val de Grâce

Détermination de De (3-5)

Exemples pour l'ASP de calcul de De à partir du PDS

$$De = (PDS/Se) \times FRD$$

(FRD = 1,35)

PDS		longueur	largeur	De
Gy.cm ²	mGy.cm ²	cm (peau)	cm (peau)	mGy
7	7000	31,5	30	10*
2,08**	2080	31	29	3,12
0,90**	900	34	27	1,32
4,5	4500	30	30	6,75
3	3000	30	20	6.75
3	3000	30	30	4,5

* valeur du NRD pour l'ASP

** mesures effectuées au Val de Grâce

Détermination de De (4)

Exemples pour l'ASP

$$De = 0,15 \times (U/100)^2 \times Q \times (1/DFP)^2$$

$$0.15 \times (75/100)^2 \times 66 \times (1/0.75)^2$$

$$0.15 \times 66$$

$$10 \text{ mGy}$$

Tension U kV	Charge Q mAs	DFP m	De mGy
75	66	0,75	10*
75	80	0,75	12
75	30	0,80	4
80	30	0,80	4,5
80	40	0,75	6,8
70	75	0,75	9,8

$$0.15 \times (70/100)^2 \times 75 \times (1/0.75)^2$$

$$9.8 \text{ mGy}$$

* Valeur du NRD pour l'ASP

→ l'épaisseur du patient est de: 25cm (DFP =0,75m) ou de 20cm (DFP =0,80m)

Coefficients de conversion k

PDS → E dose efficace

Région explorée	kv	Coefficient k de conversion PDS → E	
Thorax F	130	0.33	/3
Thorax P	130	0.15	
Abdomen	70	0.17	/5
Abdomen	90	0.22	
Bassin	70	0.20	
Tête F	80	0.04	
Rachis cervical F	70	0.21	
Rachis cervical P	70	0.03	/5
Rachis thoracique F	70	0.27	
Rachis thoracique P	80	0.10	
Rachis lombaire F	80	0.21	
Rachis lombaire P	90	0.13	

Conversion PDS → E dose efficace

Cervical face **1/5**
profil **5/100**



Tête face : **5/100**

Thorax PA : **1/3**

Abdomen AP :

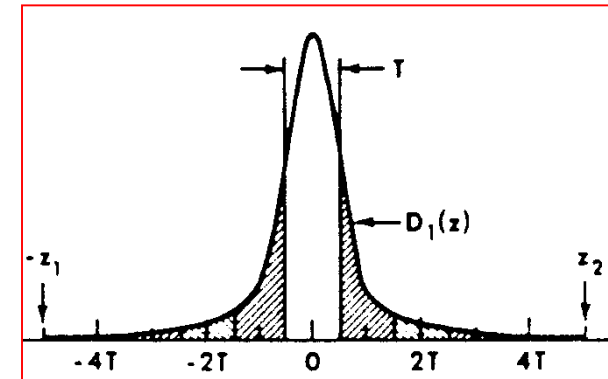
Bassin : **1/5**

Rachis lombaire :

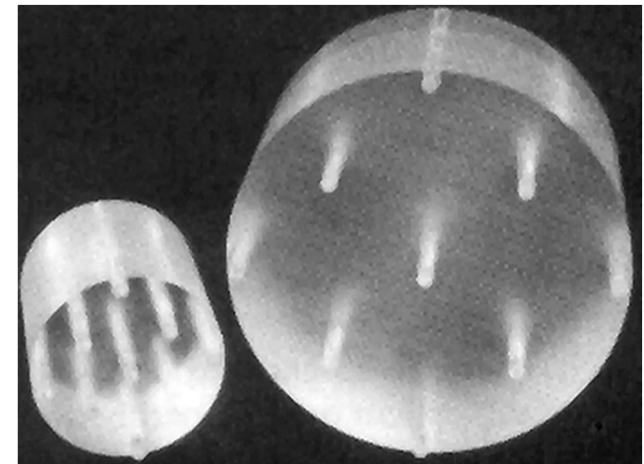
Le choix des grandeurs dosimétriques (4)

Doses/indicateurs de doses en scanographie

- **CTDI** ou **IDS**, Indice de Dose de scanographie
*dans l'air, dans des fantômes (au centre, en
périphérie), normalisés pour 100 mAs.*
- **CTDI_w** ou **IDSPondéré** :
Normalisé, une procédure
- **CTDI « volumique »** ou **IDSVolumique**
une procédure
- **PDL**: produit Dose x Longueur (en Gy.cm)
- La **dose efficace** E en mSv



$$\text{CTDI} = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{+\infty} D_1(z) \cdot dz$$



$$\text{CTDI}_w = 1/3 \text{CTDI}_c + 2/3 \text{CTDI}_p$$

$$\text{IDSP volumique} = \text{IDSV}$$
$$CTDI_W \text{ volumic} = CTDI_{vol}$$

en mode hélicoïdal

$$CTDI_{vol} = CTDI_W \times 1/\text{pitch}$$

L'intérêt de l'IDSV, dont la définition est donnée dans la norme CEI 60601-2-44, est de mieux rendre compte de la dose moyenne absorbée dans le volume exposé.

Produit dose.longueur en mode hélicoïdal *en mGy x cm*

$${}_n\text{CTDI}_W \times A \times t \times n \times T$$

↪ ${}_n\text{CTDI}_W$: CTDI_W normalisé (mGy/mAs)

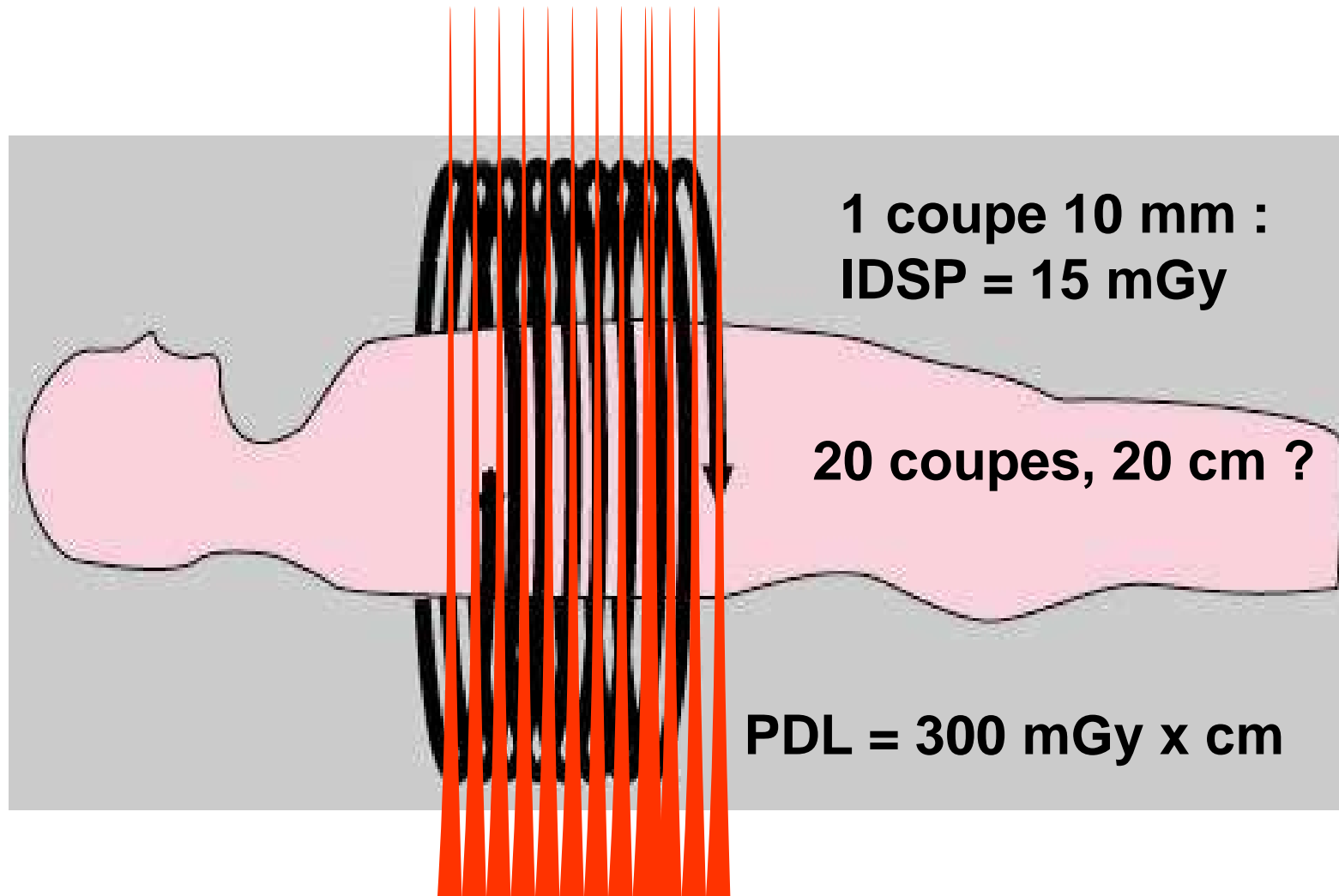
↪ A : intensité (mA) } Charge
↪ t : temps par rotation (s) } (mAs)

↪ n : nombre de rotations

↪ T : largeur de collimation (cm)
(largeur d'une coupe x nbre de coupes/rotation)

$$\text{PDL} = \text{CTDI}_{\text{vol}} \times \text{Longueur explorée}$$

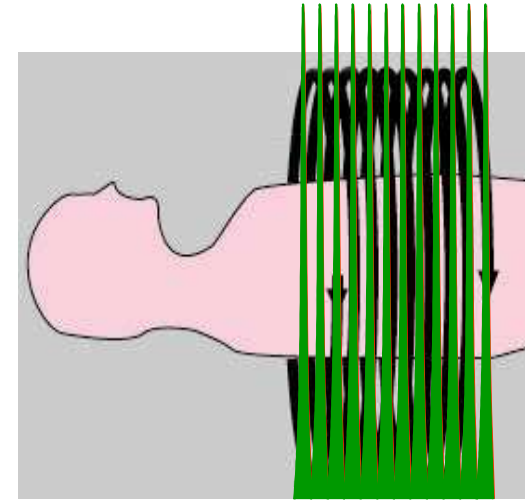
Nécessité d'une grandeur à usage clinique



Produit dose x longueur (PDL - *DLP*)

Protocole standard Thorax influence des mAs

- ✚ Scanner 16 coupes
 - HT = 120 kV
 - **200 mAs**
 - largeur de coupe : 5 mm
 - pas = 1
 - longueur : 30 cm



CTDI_{vol} = 7 mGy
PDL = 210 mGy.cm

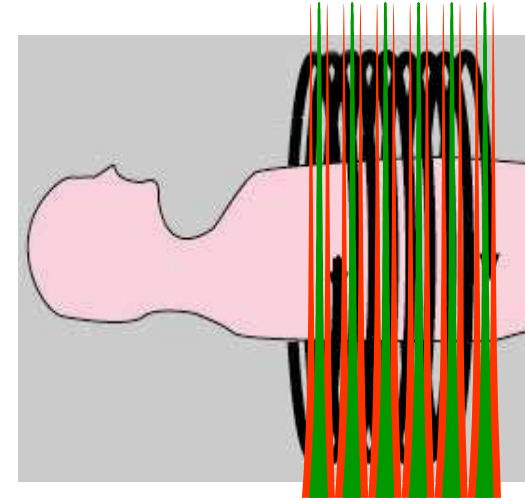
300 mAs

CTDI_{vol} = 10,5 mGy
PDL = 315 mGy.cm

Protocole standard Thorax

Influence du pas

- ✚ Scanner 16 coupes
 - kV = 120 kV
 - 200 mAs
 - largeur de coupe : 5 mm
 - pas = 1
 - longueur : 30 cm



CTDI_{vol} = 7 mGy
PDL = 210 mGy.cm

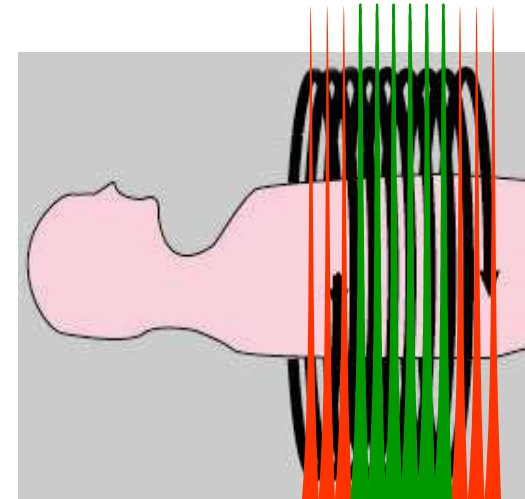
→ pas = 2

CTDI_{vol} = 3,5 mGy
PDL = 105 mGy.cm

Protocole standard Thorax

Influence de la longueur explorée

- ✚ Scanner 16 coupes
 - kV = 120 kV
 - 200 mAs
 - largeur de coupe : 5 mm
 - pas = 1
 - longueur : 30 cm



$CTDI_{vol} = 7 \text{ mGy}$

$PDL = 210 \text{ mGy.cm}$

longueur = 15 cm

$CTDI_{vol} = 7 \text{ mGy}$

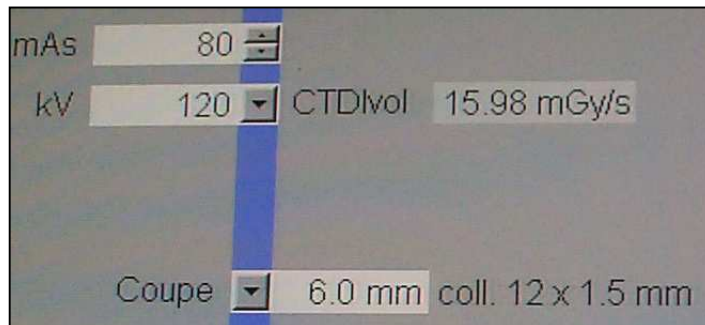
$PDL = 105 \text{ mGy.cm}$

Conversion PDL → dose efficace - E

	CTDI_w	DLP mGy.cm	X	f_{pdl} mSv/mGy.cm²	=	E mSV
Tête	58	1050		0.0021		2.2
Cou	12	350		0.0052		1.8
THORAX	27	650		0.017		9.1
Abdomen	33	770		0.015		9.5
Bassin	33	570		0.016		9.1

$$IDSV = CTDI_{vol}$$

- **Grandeur mesurable**
- **La Commission électrotechnique internationale impose aux constructeurs de scanners d'afficher au pupitre la valeur en milligrays de l'IDSV, pour chaque procédure réalisée**
- **Contrôlable**
- **Bon indicateur de dose / paramètres**
- **Doit être rapportée à un protocole clinique**
- *Paramètres (kV, mA, s) d'un examen donné*



	Scan	kV	mAs / réf.	CTDIvol	DLP
position du patient H-SP					
Topogramme	1	120			
AbdRoutine	2	120	52 / 160	4.09	181
				mAs total	2100

Cas de la pédiatrie

- **IDSP ($CTDI_W$) définis pour la tête (fantôme de $\varnothing = 16$ cm) ou le corps (fantôme de $\varnothing = 32$ cm).**
- **Les IDSP ($CTDI_W$) affichés sont liés au protocole choisi (« Tête » ou « Corps ») et donc au fantôme.**
- **Il en résulte qu'en pédiatrie les indicateurs dosimétriques (IDSP, IDSV et PDL) peuvent être sous-estimés d'un facteur 2 à 2,5.**

Pourquoi les NRD ne sont-ils pas exprimés en doses efficaces (mSv) ?

La dose efficace E (mSv) sert à quantifier le risque en radioprotection.

C'est une dose « fictive », qui administrée au corps entier, induirait le même risque stochastique que l'ensemble des doses absorbées par les différents organes.

$$E = \Sigma (H_t \times W_t)$$

W_t proportionnel à la sensibilité tissulaire (CIPR 60)

La dose efficace E (mSv) :

- N'est pas une grandeur physique mesurable
- Est un modèle de calcul imparfait et en évolution
- N'a pas de lien explicite avec les paramètres d'examen.
- Est calculée à partir des grandeurs définies précédemment en utilisant des logiciels spécifiques

La dose efficace est utile pour la réglementation, l'épidémiologie, la communication,...mais pas pour l'OPTIMISATION d'une procédure !

Le choix des grandeurs dosimétriques (3)

En radiologie classique,

- La **dose à l'entrée** du patient (De) en mGy pour une exposition
- Le **PDS**, produit (dose*surface) en Gy.cm², pour une exposition ou un examen complet.

En scanographie,

- L'Indice de Dose de Scanographie Pondéré **IDSP (CTDI_w)** en mGy, pour une procédure donnée,
- Le **PDL**, produit (dose*longueur) en mGy.cm, pour une acquisition et un examen complet.

La détermination des valeurs numériques des NRD ?

(...avant de les fixer par arrêté...)

- A partir d'études dosimétriques
 - Par des experts représentant des organismes médicaux et scientifiques

- La méthode du « 75ème percentile » n'était pas applicable **en France** au moment de la transposition de la directive 9743 par **absence de données suffisantes au niveau national.**

- Nécessité d'opérer en **plusieurs étapes** :

- 1) **standardisation des procédures** et « validation des **niveaux européens (1999 - 2001)**

- 2) **campagne nationale de dosimétrie (2001- 2003)**

- 3) élaboration d'une réglementation opérationnelle et évolutive **(2004)**

«Doses de référence en radiologie»

1ère étape:

Valider et prendre comme point de départ les NRD européens

(...avant l'arrêté !)

www.sfrnet.org

Transposition de la Directive 97/43 Euratom

Mission sur les procédures et les niveaux de référence des examens médicaux utilisant les rayonnements ionisants

**LES PROCEDURES
RADIOLOGIQUES :
CRITERES DE QUALITE ET
OPTIMISATION DES DOSES**

*Office de Protection contre les
Rayonnements Ionisants
&
Société Française de Radiologie*

«Doses de référence en radiologie»

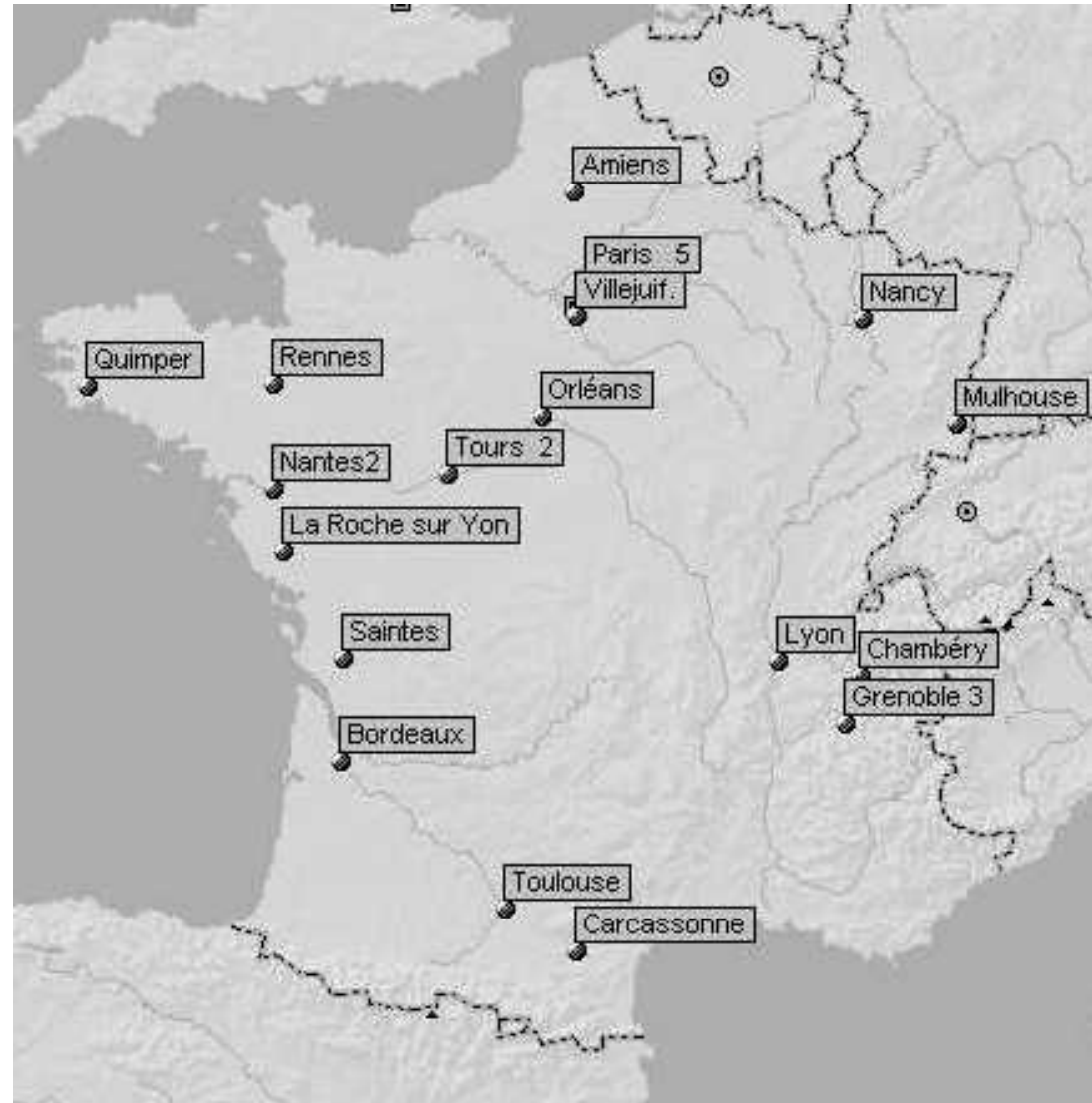
2ème étape :

la campagne nationale de mesures de doses (2001-2003)

- Mise en œuvre par un **Comité de Pilotage**: SFR, SFPM, AFPPE, IRSN, DGSNR.
- Prise en charge (pour l'organisation des mesures, la collecte et l'exploitation des données) par l'**IRSN**.
- Participation de **24 services de radiologie**.

«Doses de référence en radiologie»

Répartition
des services
de radiologie
ayant participé à
l'étude dosimétrique
(2001-2003)



3ème étape : *L'arrêté du 12 février 2004*

Et du 11 octobre 2011

Les valeurs numériques adoptées tiennent compte:

- **Des recommandations européennes,**
- **De la réalité de la pratique radiologique française,**
- **De l'évolution du parc de scanners entre 1997 et 2004 --- et des évolutions ultérieures**

Résultats de l'étude en radiologie classique

Examen	Thorax P/A	ASP	Rachis lombaire F	Rachis lombaire P
Nombre de services	24	21	11	11
Nombre de patients	511	331	195	194
De moyenne* (mGy)	0,28	5,2	8,2	19,5
75 ^{eme} percentile* (mGy)	0,35	6	10,4	24
Ecart entre services**	7,8	4,3	3,7	3,8
NRD (mGy) européen	0,30	10	10	30

* Pour l'ensemble des patients

** Rapport entre la De_{moyenne} maximale et la De_{moyenne} minimale, par service

L'arrêté du 12 février 2004

Valeurs des NRD en radiologie classique « adulte »

Examen	De en mGy pour une exposition
Thorax de face (postéro antérieur)	0,3
Thorax de profil	1,5
Rachis lombaire de face	10
Rachis lombaire de profil	30
Abdomen sans préparation	10
Bassin de face(antéro postérieur)	10
Mammographie	10
Crâne face	5
Crâne profil	3

L'arrêté du 11 octobre 2011

Valeurs des NRD en radiologie classique « adulte »

EXAMEN	DE EN mGy pour une incidence unique	PDS EN cGy.cm ² pour une incidence unique
Thorax de face (postéro-antérieur)	0,3	25
Thorax de profil	1,2	100
Abdomen sans préparation	8	700
Bassin de face (antéro-postérieur)	9	700
Hanche (face ou profil)	9	300
Rachis cervical (face ou profil)	4	75
Rachis dorsal de face	5	175
Rachis dorsal de profil	7	275
Rachis lombaire de face	10	450
Rachis lombaire de profil	25	800
Orthopantomographie	Sans objet	20

L'arrêté du 12 février 2004

Valeurs des NRD en radiologie classique « enfant »

Examen	Age	De en mGy pour une exposition
Thorax (antéro postérieur)	0-1 an	0,08
Thorax (postéro antérieur)	5 ans	0,1
Thorax (latéral)	5 ans	0,2
Crâne (postéro antérieur ou antéro postérieur)	5 ans	1,5
Crâne (latéral)	5 ans	1
Pelvis (antéro postérieur)	0-1 an	0,2
Pelvis (antéro postérieur)	5 ans	0,9
ASP (postéro antérieur ou antéro postérieur)	5 ans	1

Résultats de l'étude en scanographie

Examen	Thorax ST	Thorax HR	Abdomen ST	Encéphale ST
Nombre de services	15	12	15	13
CTDIw moyen (mGy)	13,8	24,5	14,6	47,3
NRD européen	27	----	33	58
NRD CTDIw français	20	---	25	58
PDL moyen (mGy.cm)	316	81	384	735
NRD européen	650	----	770	1050
NRD PDL français	500	---	650	1050

Arrêté du 11 octobre 2011

Valeurs des NRD en radiologie conventionnelle

EXAMEN	DE EN mGy pour une incidence unique	PDS EN cGy.cm ² pour une incidence unique
Thorax de face (postéro-antérieur)	0,3	25
Thorax de profil	1,2	100
Abdomen sans préparation	8	700
Bassin de face (antéro-postérieur)	9	700
Hanche (face ou profil)	9	300
Rachis cervical (face ou profil)	4	75
Rachis dorsal de face	5	175
Rachis dorsal de profil	7	275
Rachis lombaire de face	10	450
Rachis lombaire de profil	25	800
Orthopantomographie	Sans objet	20

Arrêté du 11 octobre 2011

Valeurs des NRD en mammographie

MODALITÉ	DE EN mGy	DMG EN mGy
Mammographie analogique	8	Sans objet
Mammographie numérique	Sans objet	1,8

Arrêtés du 12 février 2004 /11 octobre 2011

Valeurs des NRD en scanographie

Examen	IDSP (mGy)	PDL (mGy.cm)
Encéphale	58	1050
Thorax	20	500
Abdomen	25	650
Pelvis	25	450

EXAMEN	IDSV EN mGy	PDL EN mGy
Encéphale	65	1 050
Thorax	15	475
Thorax-abdomen-pelvis	20	1 000
Abdomen-pelvis	17	800
Rachis lombaire	45	700

Arrêté du 11 octobre 2011

Valeurs des NRD en scanographie pédiatrique

EXAMEN	POIDS 10 kg (1 an)		Poids 20 kg (5 ans)		Poids 30 kg (10 ans)	
	IDSV (mGy)	PDL (mGy.cm)	IDSV (mGy)	PDL (mGy.cm)	IDSV (mGy)	PDL (mGy.cm)
Encéphale	30	420	40	600	50	900
Massif facial	25	200	25	275	25	300
Rochers	45	160	70	280	85	340
Thorax	3	30	4	65	5	140
Abdomen-pelvis	4	80	5	120	7	245

Arrêté du 11 octobre 2011

Valeurs des NRD en médecine nucléaire

EXAMEN	Médicament radio-pharmaceutique	Activité administrée (MBq)					
		Pédiatrie					Adulte
		3,5 kg	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	
Scintigraphie du squelette	^{99m} Tc MDP/HMDP/DPD	40	95	170	240	310	700
Scintigraphie pulmonaire de perfusion	^{99m} Tc Microsphères/ Macro-agrégats	10	15	30	40	50	240
Scintigraphie de la glande thyroïde	¹²³ I Iodure de sodium	3		5	8	10	10
	^{99m} Tc Pertechnetate de sodium	10	15	30	40	50	80
Tomoscintigraphie myocardique avec épreuve d'effort et/ou stimulation pharmacologique*	^{99m} Tc MIBI/ Tétrofosmine	Repos/stress - Protocole 1 jour (injection/réinjection)					300/800
		Sans objet					
	²⁰¹ Tl Chlorure	Repos /stress - Protocole 2 jours (injection/réinjection)					110/40
		Sans objet					
Scintigraphie des cavités cardiaques pour mesure de la fraction d'éjection du ventricule gauche à l'équilibre	^{99m} Tc Sérum albumine humaine/érythrocytes	80	150	270	400	500	850
Scintigraphie rénale dynamique Fonction rénale normale Fonction rénale anormale	^{99m} Tc MAG3	15	25	35	45	50	200
	^{99m} Tc DTPA	35	70	100	125	150	370
		20	40	70	100	125	-
Tomoscintigraphie cérébrale de perfusion	^{99m} Tc ECD	110	110	155	220	285	800
	^{99m} Tc HMPAO	100	140	250	355	480	500
Tomographie par émission de positons au ¹⁸ F-fluorodéoxyglucose	¹⁸ F FDG	15	40	70	100	125	350

* En cas de protocole comportant plusieurs injections, le relevé du radiopharmaceutique et de l'activité doit porter sur chacune des injections.

Niveaux de référence diagnostiques

P. Roch *et al.* : Radioprotection 2018, 53(1), 13–19

15

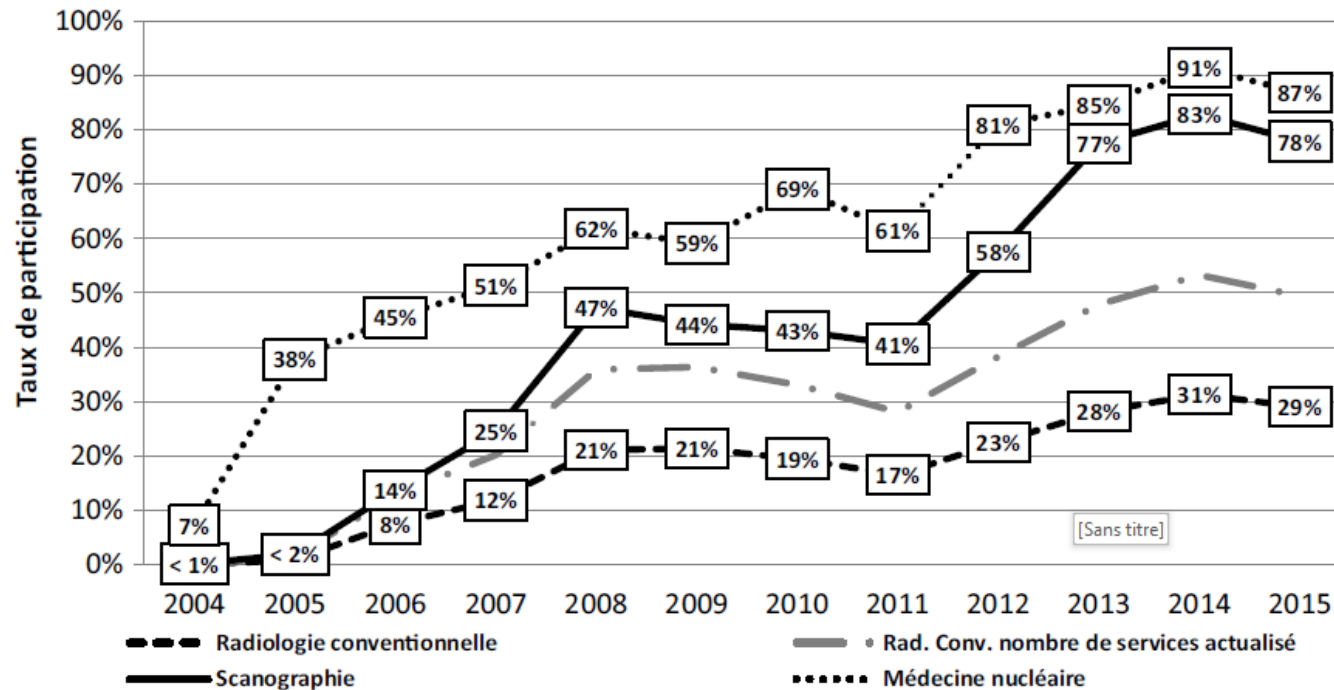


Fig. 1. Évolution de la participation annuelle des établissements français pratiquant des actes de radiologie conventionnelle, scanographie et médecine nucléaire entre 2004 et 2015.

Fig. 1. Evolution of the number of French departments performing radiology, computed tomography and nuclear medicine transmitting data between 2004 and 2015.

Niveaux de référence diagnostiques

16

P. Roch *et al.* : Radioprotection 2018, 53(1), 13–19

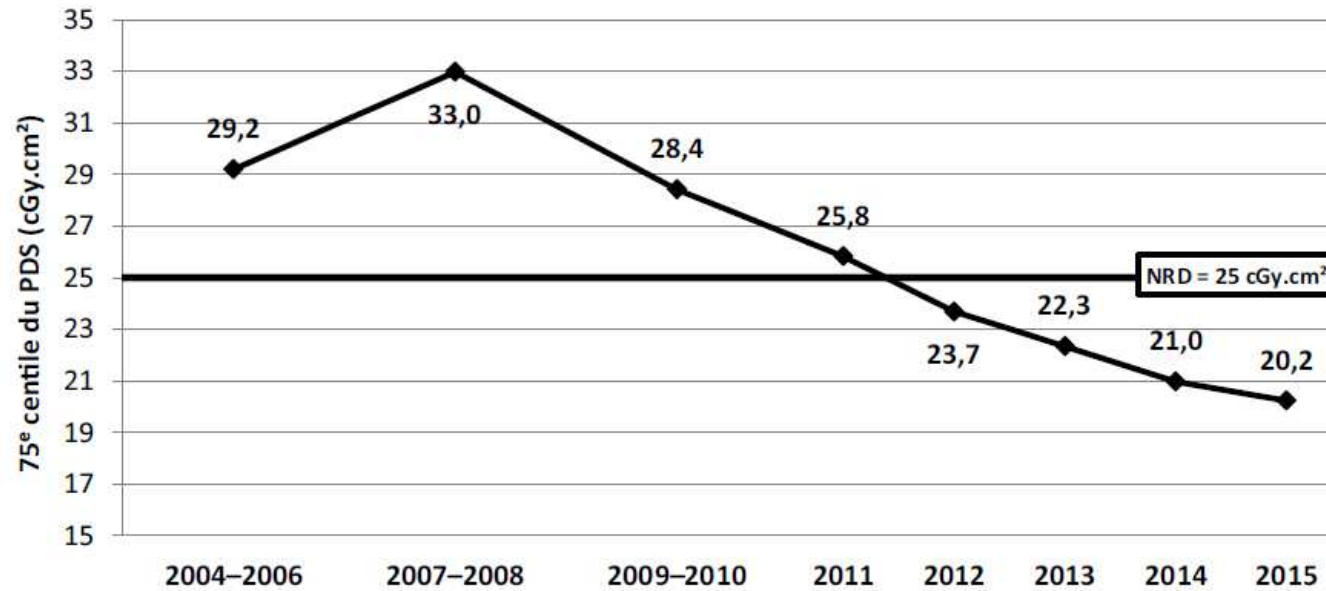
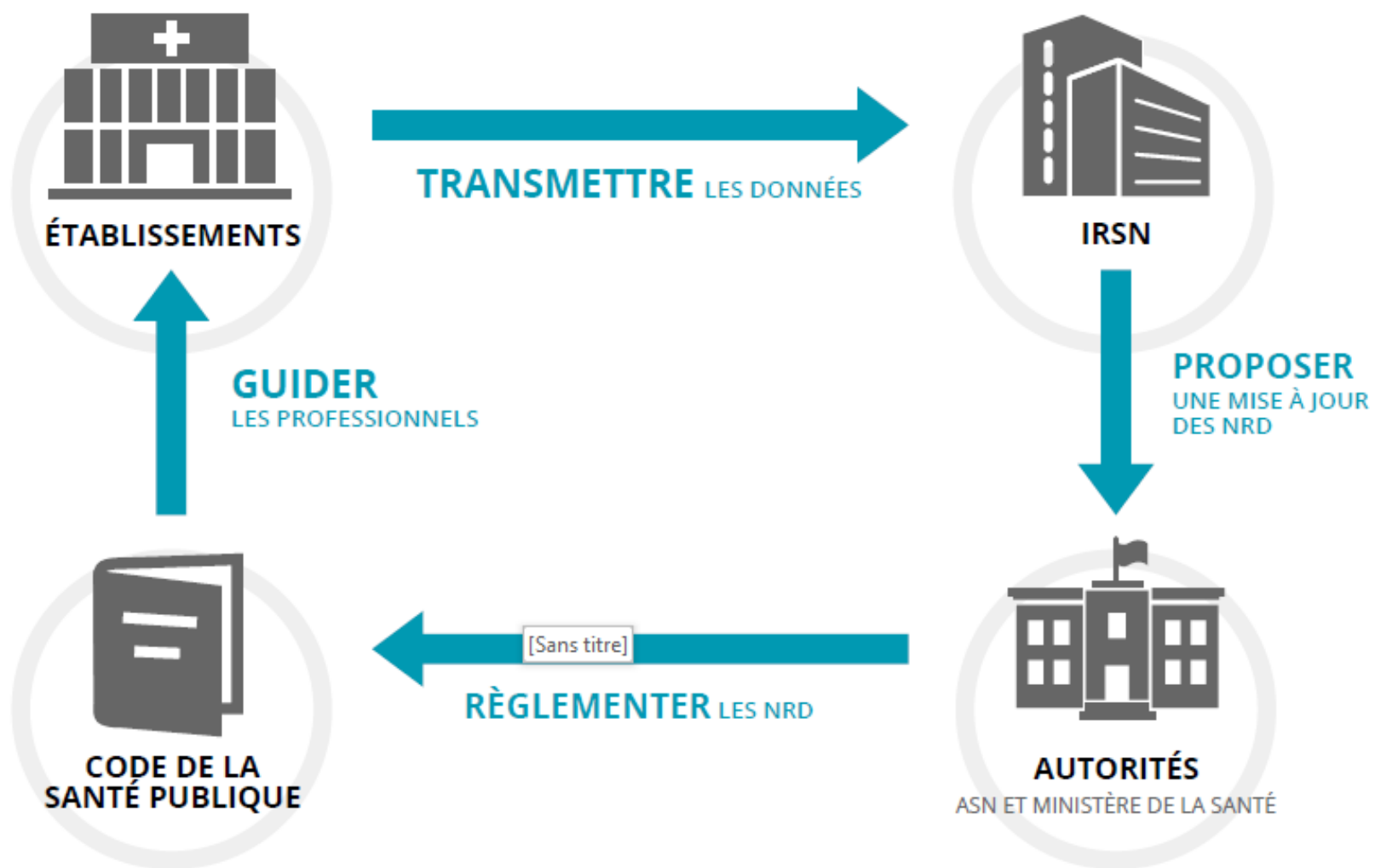


Fig. 2. Évolution du 75^e centile du produit dose.surface (PDS) pour l'examen du thorax de face (postéro-antérieur) chez l'adulte entre 2004 et 2015.

Fig. 2. Evolution of the 75th percentile value of the dose.area product (DAP) for the chest postero-anterior examination (adult) between 2004 and 2015.

PRINCIPE DE MISE EN OEUVRE ET DE DÉTERMINATION DES NRD

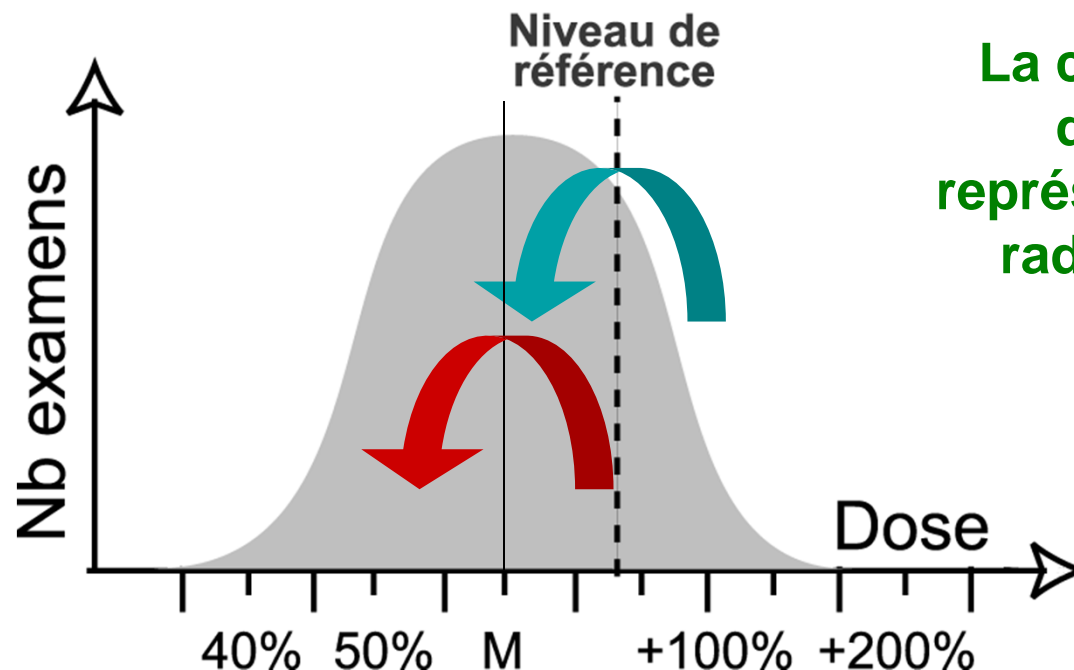


Tout établissement disposant d'une installation d'imagerie médicale doit évaluer chaque année les doses délivrées pour deux types d'examen et pour 30 patients par examen. Cette obligation réglementaire permet aux professionnels de mettre en œuvre une démarche d'optimisation des doses délivrées et aux pouvoirs publics de mettre à jour les valeurs des NRD.

Les niveaux de référence diagnostiques (NRD)

La méthode du « 75ème percentile » (recommandation européenne)

Le NRD pour un examen, la valeur du 75ème percentile des doses mesurées sur un grand nombre de patients, est un outil d'optimisation
A compléter aujourd'hui par la dose 50%



La courbe de distribution des doses doit être représentative de la pratique radiologique d'un pays

Résumé / Perspective

- Les NRD, un outil d'optimisation des doses délivrées au patient
- Une approche dynamique vertueuse: valeurs locales qui contribuent aux valeurs nationales, qui permettent à chacun de se situer et donc de rechercher l'optimisation
- Recueil de données par l'IRSN en cours, close fin 2018
- Nouvelle décision ASN prévue au 1^{er} semestre 2019 avec mise à jour des NRD, homologuée par arrêté
- Nouveaux paramètres NRD à inclure : dentaire, interventionnel ...