

## RADIOPROTECTION EN NÉONATOLOGIE

Léon RAUSIN, Paul JAMBLIN Imagerie pédiatrique  
 Jérémie DABIN Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire CEN  
[leon.rausin@chrcitadelle.be](mailto:leon.rausin@chrcitadelle.be)

La radioprotection est une préoccupation centrale de notre pratique quotidienne. Depuis les travaux de Brenner (1) concernant le risque carcinologique lié aux examens CT, cette technique a fait l'objet de nombreuses publications et recommandations. Le relevé de la dose administrée et devenu une obligation légale appliquée en priorité au CT et par la suite à la radiographie standard.

### Rappel.

Les radiopédiatres ont toujours été naturellement sensibilisés aux règles de radioprotection. Le Pr Clément FAURÉ s'est montré un pionnier en la matière.

En 1987, l'OMS a publié un rapport concernant « L'utilisation rationnelle de l'imagerie diagnostique en pédiatrie ».

En 1996 les membres de l'ESPR étaient invités à participer à une étude sur les doses administrées en pédiatrie. 10 examens alors couramment réalisés étaient ciblés.

survey statistics for clinic N° <b>C1</b>			X-ray examination							
			chest PA/AP	chest lateral	chest AP, mobile	skull AP	skull lateral	pelvis	abdomen plain film	IVP series
DOSE	total survey	median	64	141	67	1006	713	460	518	552
		minimum	19	37	29	242	138	86	56	136
		maximum	1347	666	481	5186	3720	2785	2679	3600
	individual dose	<b>36</b>			<b>242</b>	<b>138</b>	<b>134</b>	<b>558</b>		
	percentile (%)	- 0.32			- 0.48	- 0.49	- 0.39	0.04		
IMAGE QUALITY	total survey	median	76.67	72.09	70.00	68.06	70.64	80.36	69.88	82.47
		minimum	37.78	35.71	8.73	11.71	8.47	33.33	16.14	46.25
		maximum	96.42	92.06	88.89	95.83	98.41	96.83	96.83	90.54
	individual image quality score	<b>77.18</b>			<b>77.18</b>	<b>75.66</b>	<b>96.83</b>	<b>58.33</b>		
	percentile (%)	- 0.03			- 0.21	- 0.13		- 0.21		

Chaque centre ayant participé à l'étude a reçu son résultat comparé aux bornes et à la moyenne tant en matière d'irradiation que de qualité de clichés.

Les résultats de cette étude démontraient clairement le compromis entre la qualité d'image et la dose. Ainsi pour une même radiographie de thorax de face il existait un écart de 1 à 70 entre le meilleur et le pire des centres.

Les différents facteurs qui influencent de façon inversement proportionnelle la qualité et la dose ont alors été corrigés en fonction de recommandations générales. L'usage des couples écran-films de haute définition a été abandonné excepté pour les extrémités.

Les paramètres ont été ajustés en fonction du poids.

L'usage de la grille a été proscrit pour les enfants d'une épaisseur inférieure à 12cm. La distance focale a été adaptée en fonction de la région à radiographier.

L'adaptation de filtration additionnelle spécifique a été recommandée.

Ces règles sont encore d'application de nos jours.

En 2006 la directive Euratom 43/97 oblige les utilisateurs des rayons X à suivre un programme de formation spécifique. Elle impose également un relevé des doses et une collection de celles-ci afin d'établir des niveaux de référence dans les différents pays de l'UE. Les recommandations qui en découlent sont régulièrement mises à jour et accessibles sur le site de la SFR.

## Risques

De nombreuses études sur les risques de l'irradiation en pédiatrie ont vu le jour depuis la publication de Brenner(2,3). Elles tendent à démontrer un risque accru en raison du jeune âge et de la taille, la dose totale étant délivrée à un plus petit volume. Jusqu'il y a peu, ce risque était calculé de façon théorique sur base de l'étude de la population des victimes des bombardements atomiques de Nagasaki et Hiroshima où parmi les 120.000 survivants, on a constaté la survenue de 550 cancers excédentaires.

En juin 2012 Pearce dans le Lancet a publié une revue multicentrique concernant le risque réel observé sur une population d'enfants britanniques ayant eu un CT et suivis de 1985 à 2008 inclus(4). Cette étude conclut à une multiplication par 3 du risque de leucémie qui est naturellement de 45/1.000.000.

Ce risque accru en pédiatrie était déjà pris en compte dans la publication (5) de facteurs de qualité spécifiques en CT chez l'enfant.

Le risque étant clairement lié à l'âge, le souci de radioprotection et l'application du principe ALARA n'en sont que renforcés en néonatalogie.

## Etude multicentrique belge en néonatalogie.

En 2012, 19 centres belges de néonatalogie ont participé à une étude ciblée sur l'irradiation en néonatalogie. Pendant une période de 2 mois 830 examens du thorax et/ou de l'abdomen ont été ainsi relevés sur un total de 285 nouveaux nés.

Le critère d'inclusion était la prématurité de moins de 37 semaines.

Les différents paramètres ont été relevés : âge gestationnel, poids, taille, kVp, mAs, distance foyer-film, distance foyer-peau, surface irradiée, filtration.

Comme lors de l'étude de l'ESPR de 1996, on constate un grand écart de doses en fonction des centres, les valeurs extrêmes allant de 7 à 272 $\mu$ Gy (1-39) pour le cliché de thorax.

	<1000		1000-2000		>2000		Total	
	p25	p75	p25	p75	p25	p75	p25	p75
<b>DE <math>\mu</math>Gy</b>								
Thorax	21	40	19	47	25	51	19	42
Thorax- Abdomen	24	47	27	51	27	58	26	43
Abdomen							20	59
<b>PDS mGy,cm<sup>2</sup></b>								
Thorax	1,1	5,1	3,7	7,1	5,4	9,6	4	7,4
Thorax- Abdomen	5,8	9,8	7,7	11,5	7,6	14,5	6,5	11
Abdomen							5,4	8,3

On constate aussi une grande différence dans le nombre de clichés réalisés au cours du séjour en unité de soins intensifs néonataux (1 à 71), ce qui se répercute directement sur la dose cumulée. Dans cette série 50% des patients ont bénéficié de moins de 5 clichés au cours de leur hospitalisation.

La dose aux organes a été calculée sur modèle Monte Carlo pour tous les examens. L'écart constaté entre la dose administrée et la dose calculée est lié à nos pratiques de centrage qui visent à démontrer le plus possible tout le matériel de support (tube trachéal, voies centrales, cathéters ombilicaux).

En ce qui concerne notre centre, nous avons utilisé les données recommandées par la SFIPP/SFR en veillant de près à leur application sur le terrain.

	kVp
<1000g	50-55
1000-2000g	55-60
>2000g	60-65
0.5mAs	
FD 1m	
2mmAl	
CR	

Dans ces conditions, dans notre centre, les valeurs étaient inférieures au p25 et légèrement moindre que celle de l'étude de Donadieu (6)

### Recommandations

Cette étude a débouché sur des recommandations générales mais aussi personnalisées pour chaque centre.

1. La première recommandation est de limiter le nombre de clichés. Il y n'y a pas si longtemps, les prématurés « bénéficiaient » de clichés quotidiens et même pluriquotidiens pour certains. Cette pratique n'est absolument plus justifiée depuis les nouvelles techniques de ventilation dont les paramètres sont parfaitement contrôlables et adaptés en temps réel aux données oxymétriques.
2. L'application des recommandations de la SFIPP en matière de kilovoltage en fonction du poids est à respecter.
3. L'affichage du minimum de mAs est également recommandé. Avec l'appareillage dont nous disposons actuellement, ce paramètre ne peut pas être réduit à moins de 0.5mAs. Les nouveaux appareils permettent un affichage moindre allant jusqu'à 0.2mAs, ce qui permettrait, pour une même dose d'irradiation, d'augmenter légèrement les Kv et ainsi réduire l'effet Compton et de ce fait la dose absorbée. A notre avis, le passage du CR au DR permettrait surtout de gagner en qualité car les paramètres que nous appliquons actuellement sont déjà au minimum du réalisable.
4. Une distance focale de 1 m doit être respectée
5. La collimation doit être stricte (x)

Les examens CT sont à éviter dans la mesure du possible.

En effet, en pathologie neurologique, l'Echo et l'IRM sont nettement plus performants que le CT.

En pathologie abdominale, l'absence de graisse et donc de contraste naturel rend cette technique totalement surclassée par les ultrasons.

Les seules indications sont du domaine de la pathologie thoracique dans la mise au point de certaines pathologies malformatives pulmonaires et cardiaques.

La surveillance de toutes ces bonnes pratiques du principe ALARA abouti à un niveau d'irradiation négligeable en matière de risque carcinologique du prématuré admis en USIN.(x)

1. *Estimated Risks of Radiation-Induced Fatal Cancer from Pediatric CT*  
David J. Brenner et al **AJR** feb 2001;176:289

2. *Computed Tomography: An Increasing Source of Radiation Exposure*  
D.J. Brenner, E.J. Hall D **N.Engl.J.Med.** 2007;357:2277

3. *Radiation risk : What you should know to tell your patient*  
F.R.Verdun et al. **Radiographics** 2008;28:1807-1816

4. *Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study* M.S. Pearce et al. **Lancet** 2012 online june7

5. *Age Specific Effective Dose for Pediatric MSCT*  
K. Thomas, B. Wang **Pediatr.Radiol.**2008;38:645

6. *Cumulative Effective Doses Delivered by Radiographs to Preterm Infants in a NICU*  
J Donadieu et al. **Pediatrics** 2006:882

7. *Unintentional exposure of neonates to conventional radiography in the Neonatal Intensive Care Units* D. Bader et al. **Journal of Perinatology** 2007;27:579

8. *Childhood Cancer Risk From Conventional Radiographic Examinations*  
GP Hammer et al **AJR** 2011;197:217