

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Exposition médicale en pédiatrie : cohortes françaises d'enfants exposés au scanner et aux procédures de cardiologie interventionnelle

Marie-Odile Bernier¹, Estelle Rage¹, Anaïs Foucault¹, Kossi Abalo¹, Serge Dreuil, Hubert Ducou
Le Pointe³, Damien Bonnet⁴, Klervi Leuraud¹.

1. IRSN, Laboratoire d'Epidémiologie
2. IRSN, Unité d'Expertise Médicale
3. Service de Radiologie, Hôpital Trousseau, Paris
4. M3C-Necker, Hôpital Necker, Paris

Marie-Odile Bernier (marie-odile.bernier@irsn.fr)

27ème congrès de radioprotection, ATSR 2022, 20-22 septembre 2022

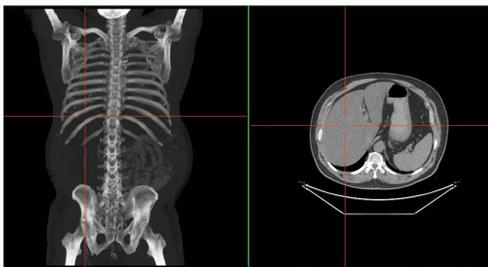
Expositions médicales pédiatriques



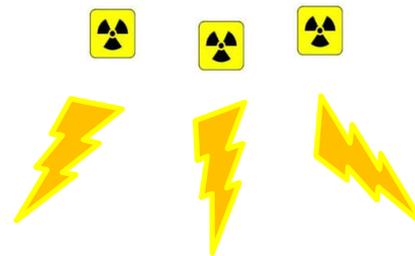
Radiosensibilité élevée

Tissus et organes immatures

Longue espérance de vie

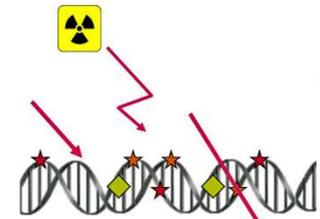


Exposition médicale



**Doses faibles ou modérées,
itératives, effets tardifs**

Radiation ionisante



**Domages multiples sur tous
les composants de l'ADN
(cassures simple et double
brin etc.)**

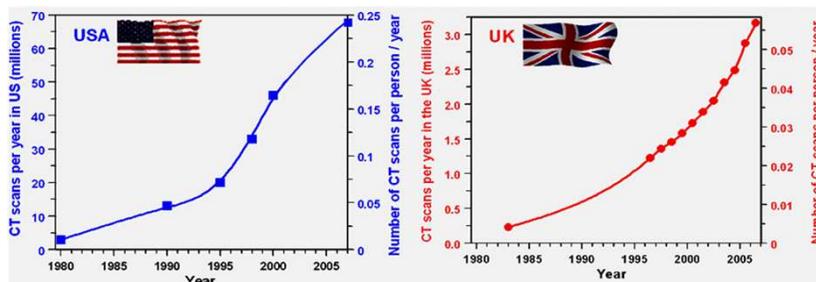


Expositions médicales pédiatriques : niveau des doses

- Scanner : utilisation en augmentation constante depuis 30 ans, plateau depuis 2010



- Population cible : 14 scanners pour 1000 enfants en 2015 (rapport Expri pédiatrique, IRSN, 2018)

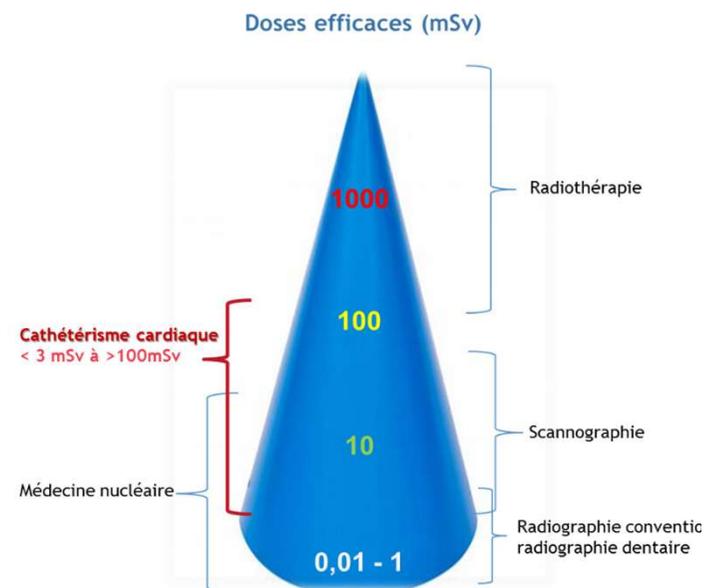


- Dose efficace de l'ordre de 10 mSv

- Cardiologie interventionnelle

- Population cible : cardiopathies congénitales : 6000 à 8500 naissances/an

- Dose efficace : entre 3 et 100 mSv selon la difficulté de l'acte



Keywords: cancer risk; computed tomography; radiation protection; radiology; paediatrics; indication bias; cohort study

Are the studies on cancer risk from indication? Elements of a large-scale cohort study

H Brisse⁵, J-F Chateil⁶, S Caer-Lorho¹, D Laurier¹

Protection and Nuclear Safety, BP 17, 92262 Fontenay-aux-Roses,

Radiation exposure from CT scans in subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study

Mark S Pearce, Jane A Salotti, Mark P Little, Sir Alan W Craft, Louise Parker, Amy Berrington

BMJ 2013;346:f2360 doi: 10.1136/bmj.f2360

Limites méthodologiques:

- Biais d'indication
- Reconstruction de la dose

ORIGINAL PAPER

Risk of cancer incidence before the age of 15 years after exposure to ionising radiation from computed tomography: results from a German cohort study

L. Krille · S. Dreger · R. Schindel · T. Albrecht · M. Asmussen · J. Barkhausen · J. D. Berthold · A. Chavan · C. Claussen · M. Forsting · E. A. L. Gianicolo · K. Jablonka · A. Jahnke · M. Langer · M. Laniado · J. Lotz · H. J. Mentzel · A. Queißer-Wahrendorf · O. Rompel · I. Schlick · K. Schneider · M. Schumacher · M. Seidenbusch · C. Spix · B. Spors · G. Staatz · T. Vogl · J. Wagner · G. Weisser · H. Zeeb · M. Blettner

Received: 12 August 2014 / Accepted: 12 December 2014
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Cancer risk in 680 000 people with computed tomography scans in child linkage study of 11 million

OPEN ACCESS

Huang et al, Br J Cancer 2014

British Journal of Cancer (2014), 1–7 | doi: 10.1038/bjc.2014.103

Taiwan, 24,418 patients undergoing ≥ 1 head scan in 1998-2006 <18 years old

Cohortes pédiatriques IRSN



Population d'étude

Cohorte enfant scanner (Foucault et al, European Radiology 2022)

- Enfants nés ≥ 1995
- 1er scanner avant l'âge de 10 ans sur la période 2000-2010

Cohorte Coccinelle (Abalo et al, BMJ open 2021)

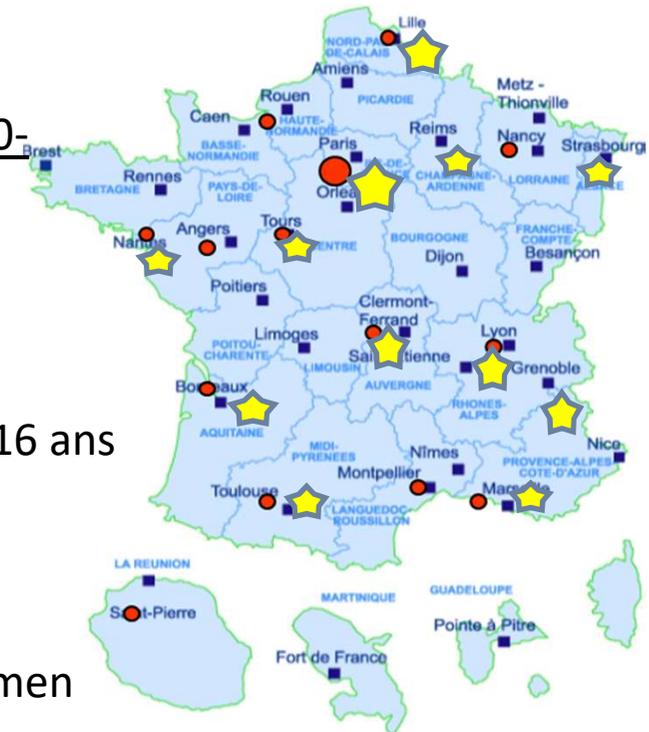
- Enfants exposés à un cathétérisme cardiaque avant 16 ans
- Période 2000-2013

Exclusion des patients avec cancer au moment du 1er examen

Croisement avec le Registre National des Cancers de l'Enfant, SNDS

Fin de suivi

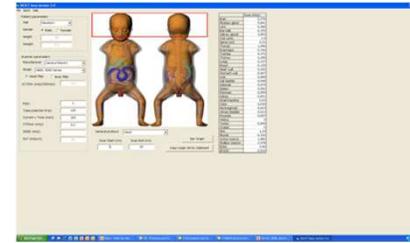
- Date du diagnostic de cancer, 18 ans, date de décès
- 31 décembre 2016 (Cohorte Enfant Scanner), 31 décembre 2015 (Coccinelle)



Reconstruction dosimétrique *En collaboration avec l'Unité d'Expertise Médicale (UEM) et la Cellule de Valorisation des Données (CVD) de l'IRSN*

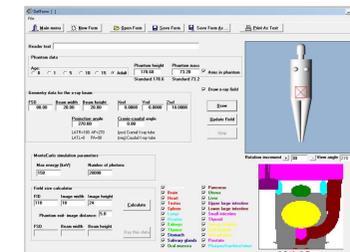
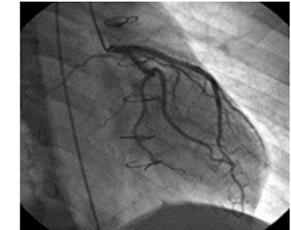
Examens scanner

- A partir des protocoles des services
- Utilisation du logiciel NCI-CT (NCI)
- Calcul des doses efficace (mSv), des doses aux organes (mGy)



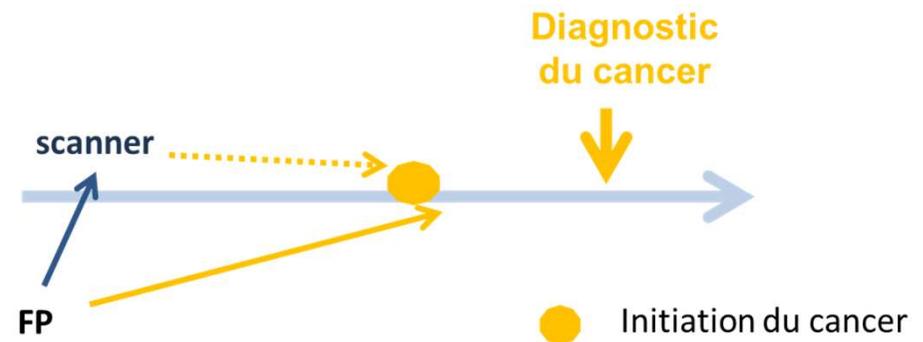
Cathétérisme cardiaque

- 100 différents types de cathétérisme sur la période 2000 à 2013
- 2 grandes catégories (diagnostiques et thérapeutiques)
- A partir de rapports dosimétriques disponibles pour 1139 procédures sur 2010-2013 (données mono-centriques, Hôpital Necker)
- Utilisation du logiciel PCXMC



Méthodologie statistique

- 3 cancers étudiés : les tumeurs du SNC, les leucémies et les lymphomes.
- Analyse de survie : modèle de Cox, Modèle de Poisson
 - Estimation du risque relatif (RR) et de l'excès de risque relatif (ERR) par unité de dose
- Prise en compte des biais potentiels
 - Causalité inverse :
 - lag et exclusion: 2 ans pour les leucémies, 5 ans pour les tumeurs cérébrales
 - Biais d'indication



Problématique des facteurs de prédisposition au cancer (FP)

- Liste de FP (syndromes ou maladies) établie avec des experts en oncologie pédiatrique

- Information obtenues par croisement avec le SNDS

	CNS tumours	Leukaemia	Lymphoma
Genetic defects			
Familial adenomatous polyposis	X		
Retinocytoma	X		
Multiple endocrine neoplasia (MEN1, MEN2)	X		
Fanconi anaemia ^a		X	
Ataxia telangiectasia ^a		X	X
Xeroderma pigmentosum	X	X	
Bloom syndrome		X	X
Neurofibromatosis (NF1, NF2)	X		
Other phacomatoses	X		
Noonan syndrome		X	
Down syndrome		X	
Klinefelter syndrome			X
Immune deficiencies			
HIV/AIDS			X
Severe combined immune deficiency (SCID)		X	X
Wiskott-Aldrich syndrome		X	X
Common variable immune deficiency (CVID)		X	X
Transplantation		X	X

Cohorte enfant scanner

Description de la population



Statut vital connu
(RNIPP)
et suivi ≥ 2 ans

N=103 015
58% de garçons
Age moyen à l'inclusion (1^{er} scanner) : 3,4 ans
Suivi moyen : 9,3 ans
Au moins un FP au cancer : 3,1 % des enfants
75 tumeurs du SNC, 39 leucémies et 41 lymphomes (RNCE)



Exposition au scanner

N= 159 621
Scanners additionnels :
6009 (3,8%) en dehors des hôpitaux et 13 291 (8,3%) dans le suivi
73% des enfants exposés à un seul examen scanner
Doses cumulées au cerveau : 28 mGy en moyenne
Doses cumulées à la moelle osseuse : 10 mGy en moyenne

Cohorte enfant scanner: résultats

Population	Globale	Sans FP	Avec FP
Leucémies (N)	39	35	4
RR pour 10 mGy (IC 95%)	1,16 (1,07 ; 1,25)	1,05 (0,87 ; 1,25)	0,87 (0,36 ; 2,14)
	Augmentation du risque de base de 16% par 10 mGy		
Tumeurs cérébrales (N)	75	50	25
RR pour 10 mGy (IC 95%)	1,06 (1,02 ; 1,10)	1,02 (0,87 ; 1,19)	0,96 (0,70 ; 1,31)
	Augmentation du risque de base de 6% par 10 mGy		
Lymphomes (N)	41	26	15
RR pour 10 mGy (IC 95%)	0,89 (0,61 ; 1,30)	0,96 (0,63 ; 1,45)	0,70 (0,36 ; 1,36)

Cohorte Coccinelle

Description de la population



Statut vital connu
(RNIPP)
et suivi ≥ 2 ans

N=17 104
51% de garçons
Age moyen à l'inclusion (1^{er} cathétérisme) : 4,5 ans
Suivi moyen : 6,5 ans
Au moins un FP au cancer : 6,6% des enfants
6 tumeurs du SNC, 15 leucémies et 23 lymphomes (RNCE)



Exposition au
cathétérisme
cardiaque

N= 22 227
Scanners : 3567
82% des enfants exposés à un seul cathétérisme
Doses cumulées à la moelle osseuse : 3 mGy en moyenne,
4,2 mGy avec dose scanner

Cohorte Coccinelle : résultats

Analyse Dose-réponse (Thèse Kossi Abalo, soutenance 14 décembre 2021)

- En fonction de la dose (mGy), ajustée sur le genre, l'âge atteint et la présence de FP

	Hematopoietic cancers	Lymphomas
	RR (95% CI)	RR (95% CI)
Dose (mGy)*	1.00 (0.88 ; 1.10)	1.03 (0.90 ; 1.14)
Gender : Female (vs Male)	0.56 (0.28 ; 1.08)	0.48 (0.19 ; 1.14)
Attained age : 5 -10 years (vs <5 years)	0.36 (0.11 ; 0.93)	0.61 (0.08 ; 3.71)
Attained age : ≥ 10 years (vs <5 years)	1.24 (0.61 ; 2.57)	4.60 (1.52 ; 19.94)
PF : Yes (vs No)	20.25 (9.34 ; 45.30)	18.81 (6.08 ; 54.13)
PF : Unknown (vs No)	1.58 (0.69 ; 3.64)	1.24 (0.46 ; 3.25)

*PF: Hematopoietic Predisposition factor, RR: Relative risk, CI: Confidence interval, *Cumulative dose with 2-year lag of cardiac catheterization procedures only*

- Résultats similaires en prenant en compte les doses scanner
- Pas d'effet modifiant des PFs (p=0,86)

Principaux résultats et discussion

- Association significative après exposition au scanner, mais pas après cathéterisme cardiaque
- Puissance statistique limitée pour la cohorte Coccinelle : taille population, durée de suivi limitée
- Impact des FP analysé : pas d'argument pour un biais d'indication
- Limites : Pas de registre national pour le suivi à l'âge adulte, incertitudes sur la reconstruction des doses
- Validation par des études à grande échelle : EPICT, Harmonic
- Principe de précaution doit prévaloir : justification et optimisation +++





Merci de votre attention