

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Exposition des enfants au scanner Suivi épidémiologique

Marie-Odile Bernier,

IRSN - DRPH - Laboratoire d'épidémiologie

Radioprotection des patients en imagerie médicale

Mardi 13 décembre 2011

## ■ Contexte

### ■ Risque de cancer et de leucémie après exposition médicale diagnostique débattu

(Wakeford, Radiat Prot 2008; Schulze-Rath, Radiat Environ Biophys 2008; Linet Pediatr Radiology 2009; Baysson, Archives de pédiatrie 2011).

- Radiosensibilité augmentée de l'enfant/ adulte
- Espérance de vie prolongée
- Inadaptation des conditions techniques du scanner à la morphologie des enfants



# Cohorte Enfant Scanner -



## ■ Equipes impliquées

- Laboratoire d'Epidémiologie de l'IRSN (MO Bernier, N Journy, M Mezzarobba, S Caër-Lorho, D Laurier)
- Unité d'Expertise Médicale de l'IRSN (B Aubert, JL Réhel)
- SFIPP (H Brisse, C Adamsbaum)
- Services de radiologie pédiatriques (20 centres inclus)
- Registres pédiatriques leucémies ( CESP, RNHME J Clavel, A Goubin) et tumeurs ( RTSE, B Lacour)

## ■ But de l'étude

■ étudier le risque de cancer et de leucémie après exposition à des examens TDM dans l'enfance

■ Mise en place d'une cohorte multicentrique

- nationale à partir des principaux CHU de France lancée en 2009

The image shows a document titled "Lettre d'information n° 1 Etude « Cohorte Scanner Enfants »". It features the IRSN logo and the text "LES PARTENAIRES" above logos for IRSN and SFIP. The letter is addressed to "Bonjour," and discusses the study's purpose: to evaluate the risk of cancer and leukemia after medical exposure to ionizing radiation in children. It mentions that the study is retrospective and prospective, involving children under 5 years old. The document also includes contact information for Marie-Odile Bernier and is issued by the DRPH (Direction de la Radioprotection de l'Homme).

**IRSN**  
INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

**LES PARTENAIRES**

**IRSN**  
INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

**SFIP**

**Contact**  
Marie-Odile Bernier  
Tel.: 01 58 35 72 25  
E-mail:  
Marie-odile.bernier@irsn.fr

**Lettre d'information n° 1**  
**Etude « Cohorte Scanner Enfants »**

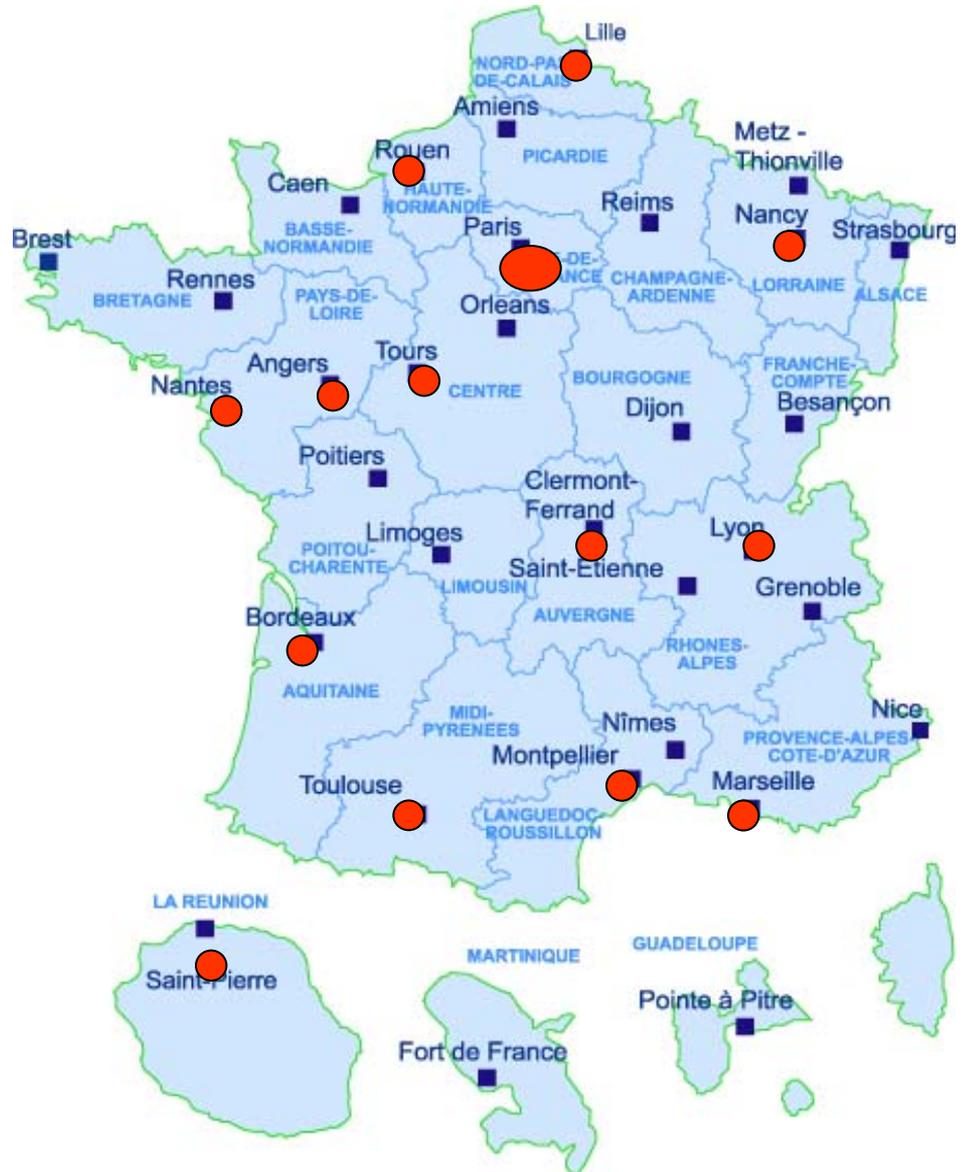
Bonjour,  
Voici le premier numéro de la lettre d'information qui a pour but de faire régulièrement le point sur l'avancée de l'étude.  
Tout d'abord, toute l'équipe vous remercie de votre implication personnelle dans ce projet, qui a pour but de mieux connaître l'effet de l'irradiation liée au scanner en pédiatrie.

**Résumé de l'étude**  
L'exposition médicale aux rayonnements ionisants, en majeure partie à visée diagnostique, représente environ 40% de l'exposition totale annuelle aux radiations des personnes en France. Le scanner est responsable d'environ la moitié de la dose totale reçue dans ce cadre. Aucune grande étude épidémiologique n'a investiguée le risque de cancer secondaire à une irradiation diagnostique à faible dose, alors que le suivi des populations irradiées lors des bombardements atomiques à Hiroshima et à Nagasaki montrent un excès de cancer lors d'une exposition à un jeune âge.  
Notre projet consiste à mettre en place une cohorte rétrospective et prospective d'enfants soumis à au moins un ou plusieurs scanners avant l'âge de 5 ans pour quantifier un excès de risque de cancer attribuable à cette exposition. Après une étude de faisabilité, qui a déjà débuté, pour préciser le nombre d'enfants qui pourront être inclus, vérifier la possibilité de reconstruction des doses reçues et évaluer la puissance de l'étude, l'étude permettra, après croisement de la cohorte avec les registres nationaux des tumeurs malignes et des leucémies de l'enfant, de comparer le nombre de cancers observés aux taux d'incidence nationaux. en cas d'excès de risque, une quantification de la relation dose effet sera réalisée.  
Le but de l'étude est de mettre en place une cohorte d'enfants soumis à au moins un scanner avant l'âge de 5 ans pour rechercher un éventuel risque de cancer à long terme.

DRPH - Direction de la Radioprotection de l'Homme

## ■ Centres participants

20 CHU /30 avec une forte activité pédiatrique inclus sur la France



## ■ Protocole :

### ■ Inclusion d'enfants exposés à au moins un scanner pour une pathologie non cancer

- avant 5 ans pour la période 2000-2006
- Avant 10 ans pour la période 2007-2013

### ■ Suivi : via les registres nationaux pédiatriques RTSE et RNHE

### ■ Variables recueillies

- Données démographiques: nom , prénom, date naissance, lieu naissance, CP de résidence, statut vital
- Données médicales: service prescripteur, données PMSI
- Données dosimétriques : date examen, zone étudiée, protocole d'acquisition d'image, dosimétrie individuelle (PACS)

# Projet EPI-CT -



## ■ Projet EPI-CT 2011-2015

### ■ 15 équipes de recherche, 9 cohortes nationales

- Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, France, Grande Bretagne, Norvège, Pays-Bas, Suède

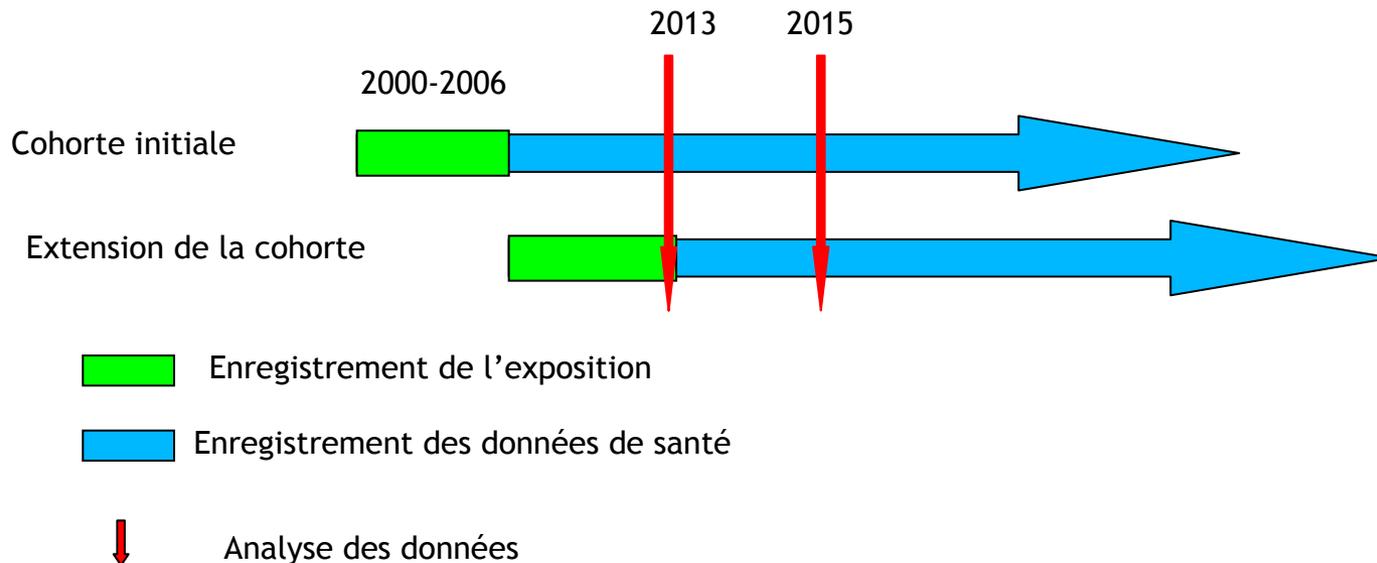
### ■ Protocole commun

- Pour l'inclusion des enfants à partir des services de radiologie : 1 million d'enfants inclus
- Pour la reconstitution de dose (extraction, logiciel dédié pour le calcul des doses)
- Pour le suivi à long terme (registres, statut vital)
- Objectif : évaluer le risque de leucémie et de cancer après exposition au scanner

Projet soutenu par la CE, démarrage 1<sup>er</sup> février 2011

Premiers résultats attendus pour 2015

## ■ Déroulement de l'étude



Extension de la cohorte sur la période 2007-2013 des enfants de moins de 10 ans au premier examen scanner,  
- Recueil d'informations dosimétriques individuelles sur la période 2007-2013  
90 000 enfants inclus au total

■ Description de la cohorte sur la période 2000-2006 (Bernier et al, BJR à paraitre 2012)

■ Description des examens réalisés

■ Reconstitution des doses reçues pour 81 % des examens

- utilisation du logiciel CT expo

The screenshot displays the 'Scanner Data for Scan Region "Body"' section of the CT-Expo software. It includes input fields for manufacturer (General Electric), scanner model (HSpeed Adv., CT), and various parameters like  $n$ CTDL<sub>w</sub>, U<sub>ref</sub>, P<sub>8,H</sub>, K<sub>CT</sub>, K<sub>OB</sub>, and ΔL. Below this, the 'Scan Parameters' section shows values for U, I, t, Q<sub>sk</sub>, Q, N \* h<sub>sk1</sub>, TF, h<sub>ref</sub>, p, and Ser. The 'Results' section contains two tables: 'Dose Values per Scan or per Series' and 'Dose Values per Examination'. The 'Dose Values per Scan or per Series' table shows CTDI<sub>w</sub>, CTDI<sub>vol</sub>, DLP<sub>w</sub>, E, and D<sub>sk,ref</sub> with values 5.9, 5.9, 106, 4.9, and n.a. respectively. The 'Dose Values per Examination' table shows DLP<sub>w</sub>, E, and D<sub>sk,ref</sub> with values 106, 4.9, and n.a. respectively. A 'Please note' section explains that organ doses are based on conversion coefficients for standard patients (ADAM, EVA, CHILD, BABY) and serve for information purposes only.

Tissue or Organ	H <sub>i</sub> per Series [mSv]	Remainder Organs	H <sub>i</sub> per Series [mSv]
Thyroid	0.3	Brain	0.0
Breasts	0.6	Thymus	0.7
Esophagus	2.4	Spleen	7.0
Lungs	2.9	Pancreas	7.0
Liver	6.9	Adrenals	6.8
Stomach	7.1	Kidneys	7.2
Colon	6.8	Small intest.	7.4
Testicles	0.0	Upp. large int.	0.0
Ovaries	7.3	Uterus	7.4
Bladder	7.4		
Bone marrow	1.5	Misc.	H <sub>i</sub> per Series [mSv]
Bone surface	6.1	Eye lenses	0.0
Skin	2.8		

Characteristic	Total subjects N=27362	Non Cancer referral N= 26189	Cancer referral N= 1173
	%	%	%
All subjects	100	96	4
Sex			
Boys	58	58	55
Girls	42	42	45
Age at first examination			
Mean(SD) (month)	21 (18)	21 (18)	28 (17)
< 1 month	9	9	3
[1 months - 1 year]	34	35	21
] 1 year - 2 years]	18	18	21
≤ 3 years	14	13	19
≤ 4 years	13	13	19
≤ 5 years	12	12	17
Number of examinations per patient			
Total	44417	40134	4283
Mean(SD)	1.6 (1.7)	1.5 (1.4)	3.7 (3.9)
1	72	74	31
2	16	15	22
3	5	5	14
3+	7	6	33
Anatomical area explored			
Head	63.0	65.7	37.4
Neck	2.1	2.2	1.1
Chest	21.0	20.8	22.3
Abdomen and pelvis	7.5	6.5	17.4
Extremities	0.2	0.2	0.0
Multiple areas	3.7	2.3	17.6
Unknown areas	1.9	1.7	3.6
Other	0.6	0.6	0.6

BJR, à paraître 2012

Explored anatomical area	Median organ doses in mGy (min-max)by age at exposure			
	< 1 year		1-5 years	
	SDCT	MDCT	SDCT	MDCT
<i>Head</i>				
Brain	14 (6-28)	23 (8-55)	14 (6-40)	26 (11-47)
Eye Lenses	21(0.4-32)	23 (1-73)	24 (0.6-50)	37 (1-60)
Bone marrow	4 (1-7)	6 (3-15)	2 (1-6)	4 (2-7)
<i>Middle ear</i>				
Brain	13 (3-21)	17 (2-55)	5 (2-14)	6 (1-37)
Eye Lenses	49 (17-96)	55 (9-206)	45 (18-127)	43 (8-195)
Bone marrow	6 (2-10)	9 (1-33)	2 (1-5)	2 (0.4-10)
<i>Chest</i>				
Thyroid	10 (1-31)	7 (3-18)	8 (1-25)	5 (2-15)
Oesophagus	9 (1-27)	6 (2-15)	6 (1-21)	4 (2-12)
Lungs	10 (1-30)	6 (3-16)	7 (1-22)	5 (2-13)
Breast	10 (1-30)	6 (3-16)	8 (1-25)	5 (2-15)
Thymus	10 (1-30)	6 (3-17)	7 (1-22)	5 (2 -13)
Bone marrow	2 (0.3-7)	2 (1-4)	1 (0.1-3)	1 (0.3-2)
<i>Abdomen and pelvis</i>				
Liver	15 (6-29)	7 (3-13)	13 (5-25)	9 (2-25)
Stomach	15 (7-30)	7 (3-13)	16 (6-31)	10 (3-27)
Colon	14 (6-28)	7 (3-13)	16 (6-32)	10 (3-27)
Small bowel	16 (7-31)	8 (4-13)	17 (6-33)	11 (3-28)
Testicles	7 (4-16)	7 (3-13)	12 (4-23)	10 (3-28)
Ovaries	16 (7-31)	8 (4-14)	15 (6-30)	9 (3-25)

SDCT: Single detector computed tomography  
MDCT: Multi-detector computed tomography

BJR, à paraître 2012

# *Etude CaRISE*

*Cataracte Radio-Induite  
et Scanner chez les Enfants*

-

*Etude de Faisabilité*

# Contexte

- Rayonnements ionisants (RI) et cataracte radio-induite : effets reconnus pour de fortes doses
  - Effet déterministe admis par les grandes instances de radioprotection. Abaissement du seuil à 0.5 Gy par la CIPR en 2011
  - Effet stochastique débattu
- Dans la littérature
  - Association des RI avec opacités cristalliniennes postérieures sous-capsulaires et corticales pour des valeurs <1 Gy (Ainsbury et al, 2009)
  - Enfants plus à risque que les adultes (Nakashima et al., 2006 ; Chen et al., 2001)
  - Dose au cristallin peut dépasser 50 mGy pour un scanner du rocher (Unscear 2006)

# CaRISE = Cataracte Radio-Induite et Scanner chez les Enfants

(Michel et al, Eur J Radiol, 2011)

## ■ Etude de faisabilité réalisée en 2009 à l'hôpital Trousseau

- Projet collaboratif : Pr Ducou Le Pointe (Sce Radiologie), Dr Roger (Sce ORL), Dr Pélosse (Sce Ophtalmologie)

## ■ But de l'étude

- Étudier les caractéristiques de la population en termes d'exposition aux scanners et de prédisposition aux cataractes.
- Population étudiée :
  - enfants suivis dans le service d'ORL de l'hôpital Trousseau
  - pour un choléstéatome
  - ayant eu avant l'âge de 10 ans au moins un scanner du rocher avant le 31/12/2006

# CaRISE = Cataracte Radio-Induite et Scanner chez les Enfants

## ■ Résultats

- Difficulté à retrouver les personnes (133 personnes éligibles/38 contactées), mais bonne participation (82%)
- Age moyen au 1<sup>er</sup> scanner : 6,4 ans +/- 1,9 (2,8-10,7)
- Délai moyen 1<sup>er</sup> scanner- questionnaire : 9.2 ans
- Nbre moyen de chirurgie : 3,6 (1-9)

## ■ Reconstitution de l'exposition aux RI

- 40% des enfants ont plus de 4 scanners
- Dose moyenne au cristallin : 60 mGy
- Dose moyenne cumulée au cristallin : 168 +/- 71 mGy (50-292) (dossiers médicaux)
- Surdéclaration via le questionnaire

## Conclusion de l'étude de faisabilité

- Doses compatibles avec une augmentation du risque d'opacités cristalliniennes et exposition à un jeune âge
- Pathologie bien ciblée : pas de facteurs de confusion, exposition importante aux RI
- Limites :
  - Pathologie très spécifique, peu de sujets
  - Difficulté à joindre les patients et surdéclaration de l'exposition dans le questionnaire

## ➤ Design de l'étude épidémiologique

- Etude transversale à visée étiologique : comparaison fréquence d'opacités cristalliniennes dans les groupe exposé/non exposé
- Comment atteindre l'effectif : 720 exposés / 720 non exposés
  - Inclusion autres pathologies
  - Etude multicentrique, voire internationale

## *A court terme*

- Meilleure caractérisation de l'exposition de l'enfant lors des examens scanner
  - ✓ Doses relativement élevées au niveau des organes radio-sensibles
  - ✓ Large variabilité des doses liée au protocole utilisé

## *A long terme*

- Analyse du risque de pathologie radio-induite ( cancer, non cancer) et de la relation dose-réponse