

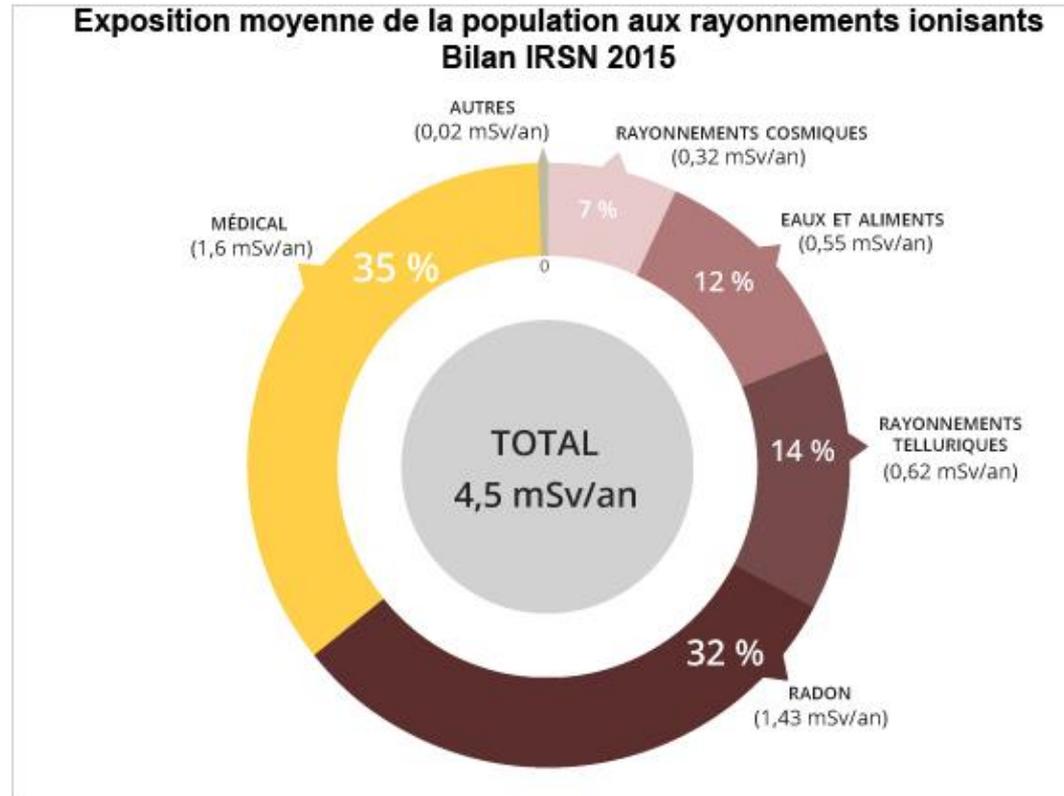
# ETUDE ExPRI : EXPOSITION DE LA POPULATION FRANÇAISE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS D'ORIGINE MÉDICALE

S. DREUIL, Physicien médical, Dr Phys.  
Unité d'expertise en radioprotection médicale  
Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

Webinaire du 18/05/2021

# EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS DES FRANÇAIS

- 1/3 de l'exposition aux RI de la population française est **d'origine médicale**
- 1<sup>ère</sup> source d'exposition d'origine artificielle
- ▶ **Exposition liée à un bénéfice direct pour le patient**
- Depuis 1997, l'UE exige une estimation régulière de cette exposition
- Conduit par l'IRSN (initialement avec InVS) depuis 2003



# EXPOSITION D'ORIGINE MÉDICALE : LE SYSTÈME ExPRI

## Une exigence réglementaire

Article R1333-67 du code de la santé publique  
« *L'exposition moyenne par modalité d'imagerie, par région anatomique, par âge et par sexe, de la population aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical est estimée et analysée périodiquement... »*

## Précédentes études

- population générale : 2002, 2007, 2012
- population pédiatrique : 2010, 2015

→ **Nouvelle étude en population générale portant sur l'année 2017**  
(publication sept. 2020)

## Périmètre

- Actes d'imagerie médicale utilisant les rayonnements ionisants à **visée diagnostique**
- Réalisés en 2017, en secteur public ou libéral

## Échantillon généraliste des bénéficiaires (EGB)

- Base de données de la CNAM, représentative au 1/97<sup>ème</sup> de la population française protégée\*
- Intégralité des actes remboursés, secteur privé comme public (via PMSI)
- Actes définis par codage CCAM

\* Régime général, régime agricole, régime des salariés indépendants et 10 sections locales mutualistes

# MÉTHODE DE L'ÉTUDE RÉTROSPECTIVE

Codes d'acte fiables et  
nationaux (CCAM)

**401 codes d'acte**

Échantillon généraliste  
des bénéficiaires (EGB)  
**700 000+ indiv.**

DÉNOMBREMENT  
DES ACTES  
+  
INFORMATION  
PATIENT

IDENTIFICATION  
DES ACTES

ESTIMATION DE  
LA DOSE

## Dose efficace moyenne

- Basée sur le code CCAM
- Patient adulte
- Examen **complet**
- Sources : registre NRD, études et guides de procédures des sociétés professionnelles

PRISE EN COMPTE DES ACTES DE L'ANNÉE 2017

Caractérisation de  
l'exposition de la  
**population française**

FRÉQUENCE ET  
DOSE MOYENNE  
PAR BÉNÉFICIAIRE

FRÉQUENCE ET  
DOSE CUMULÉE  
PAR PATIENT

Caractérisation de la  
population **réellement**  
**exposée**

# PRINCIPAUX INDICATEURS EN POPULATION ENTIÈRE

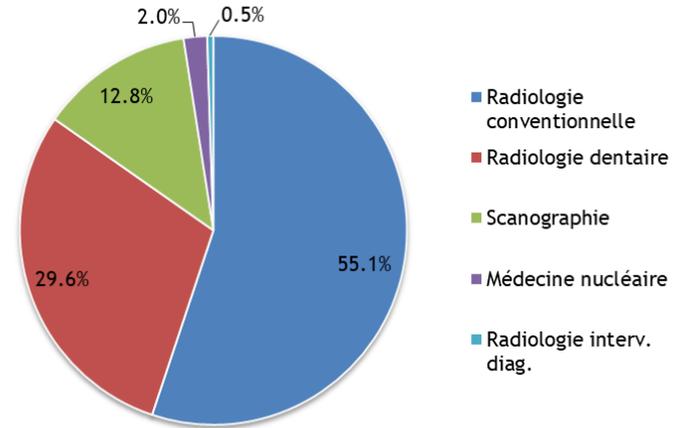
- | 85 millions d'actes diagnostiques en 2017
- | **1187 actes pour 1000 bénéficiaires\***
- | 836 actes hors dentaires pour 1000 bénéficiaires\*
- | **Exposition annuelle moyenne de la population**



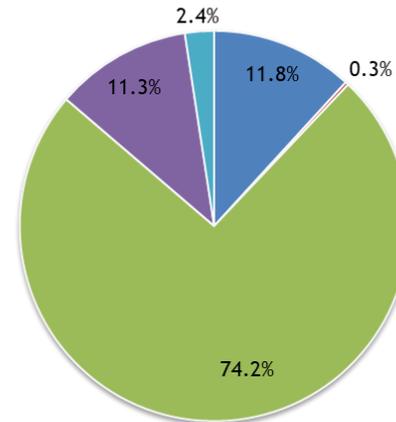
1. Scanner : 13 % des actes, 74 % de la dose
2. Radio conv. : 55 % actes, 12 % dose
3. Méd. Nucléaire : 2 % actes, 11% dose

\* Individus couverts par un régime d'assurance maladie obligatoire

## Actes diagnostiques

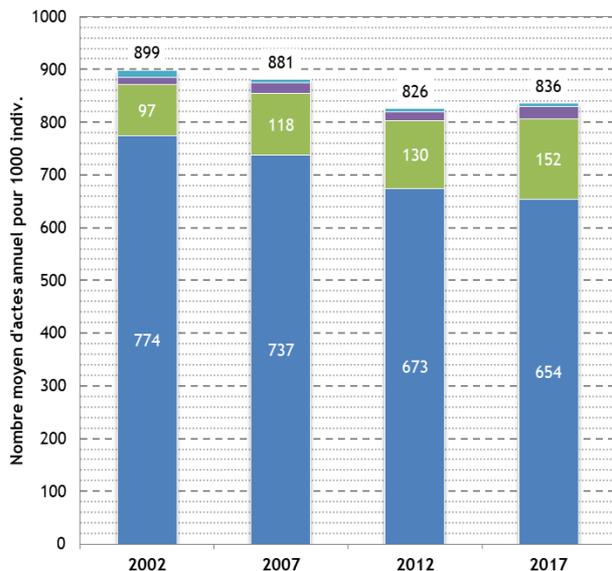


## Dose efficace collective



# ÉVOLUTION DES PRINCIPAUX INDICATEURS EN POPULATION ENTIÈRE DEPUIS 2002

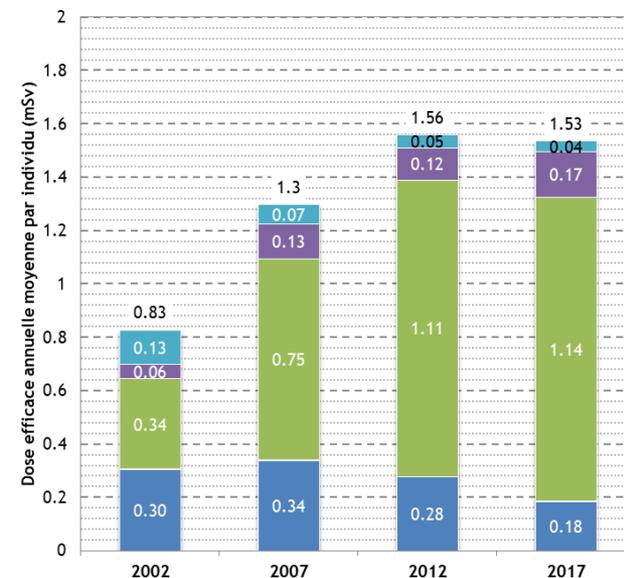
## Fréquence des actes (hors dentaires)



- Fréquence des actes
  - Baisse globale depuis 2002 mais +1,3% depuis 2012
  - Radio conventionnelle : baisse constante
  - Scanner : hausse constante (+17% depuis 2012)
- Exposition moyenne d'un individu
  - +90% entre 2002 et 2012
  - 2% entre 2012 et 2017
  - ↗ constante part scanner
  - ↘ part radio conventionnelle depuis 2007
  - ↗ sensible part méd. nucléaire

■ Radiologie conventionnelle ■ Scanographie ■ Médecine nucléaire ■ Radiologie interv. diag.

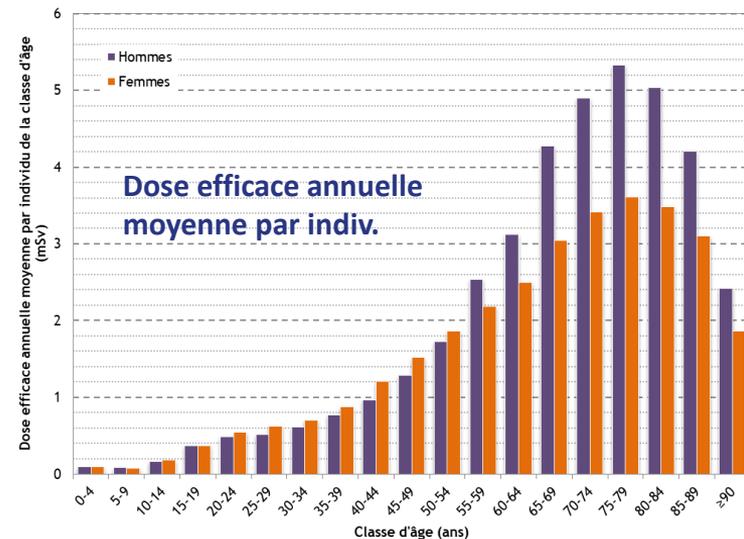
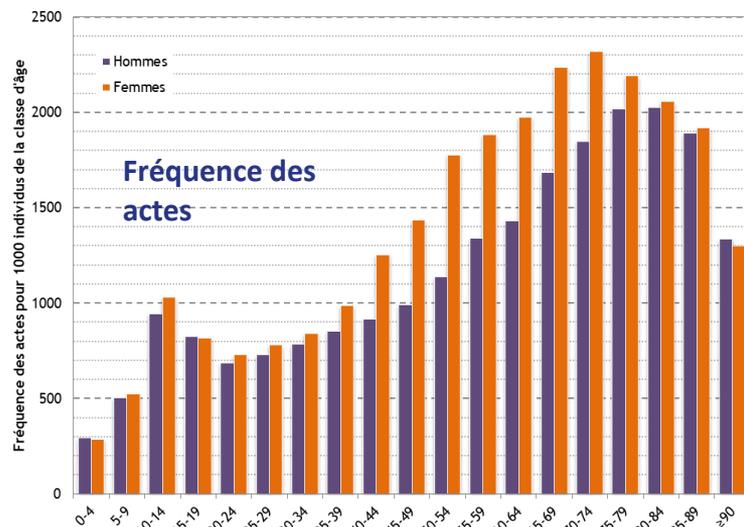
## Dose efficace individuelle moyenne



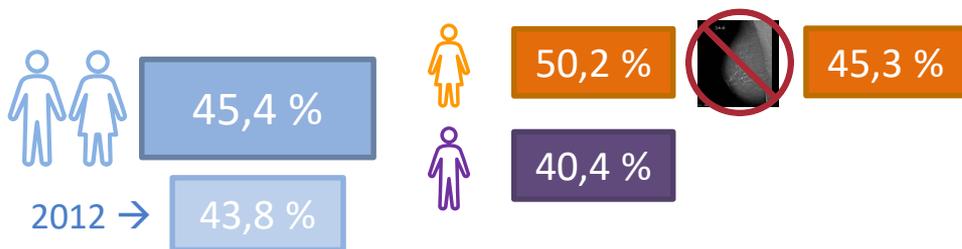
# INDICATEURS D'EXPOSITION PAR ÂGE ET SEXE



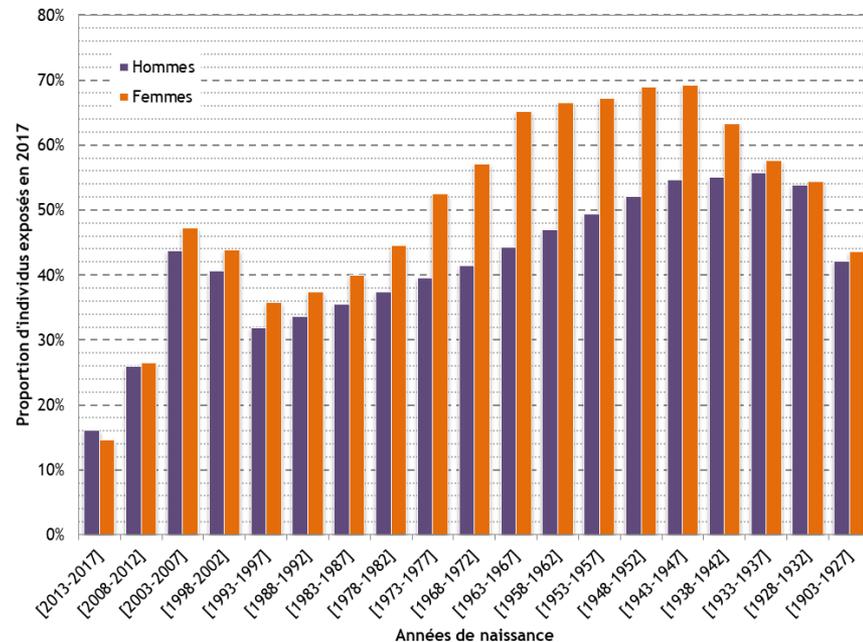
- Fréquence femme > fréquence homme
  - 1328 actes pour 1000 femmes
  - 1040 actes pour 1000 hommes
- Fréquences croissantes avec l'âge
  - Pic d'actes vers 70-85 ans
  - Pic modéré pour 10-20 ans (actes dentaires)
- Dose homme > dose femme
  - 1,60 mSv/indiv. pour les hommes
  - 1,47 mSv/indiv. pour les femmes
- Doses très hétérogènes
  - 0,1 mSv (<10 ans) → 4-5 mSv (65-90 ans)



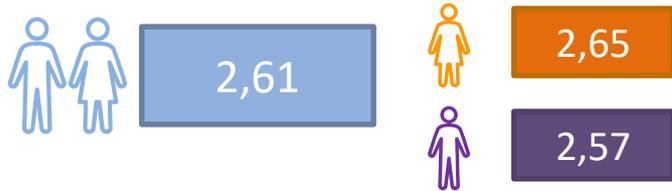
# PROPORTION DE LA POPULATION RÉELLEMENT EXPOSÉE



- Chiffre en faible hausse depuis 2012 (+1,6 pts)
- Femmes plus fréquemment exposées, même en excluant la mammographie
- Proportion variable avec l'âge
  - ~ 15 % jeunes enfants
  - ~ 70 % femmes 65-75 ans
  - ~ 55 % hommes 65-85 ans

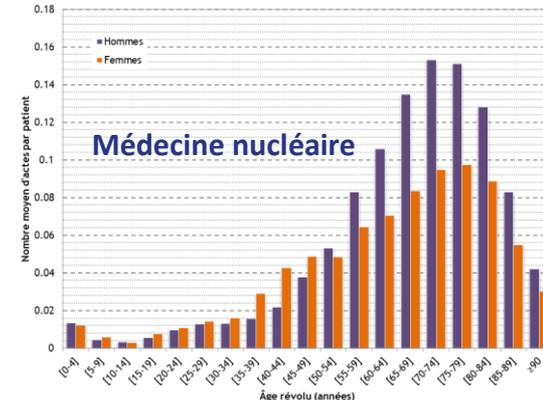
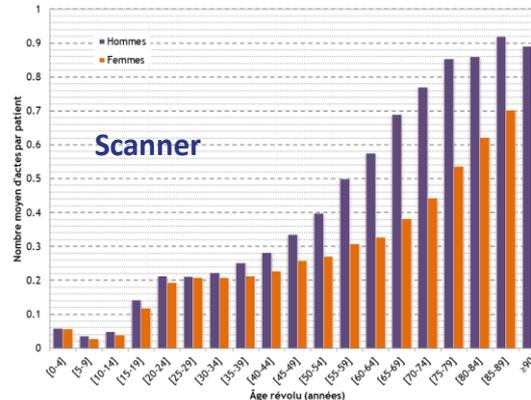
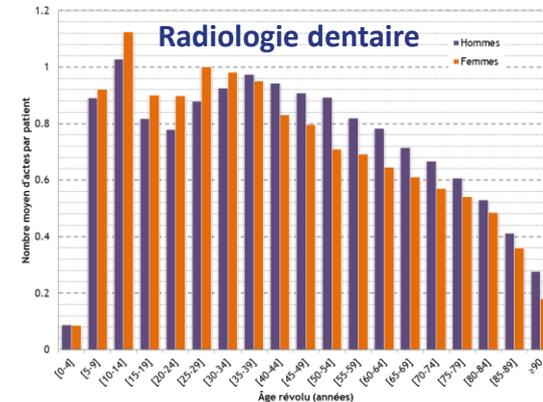
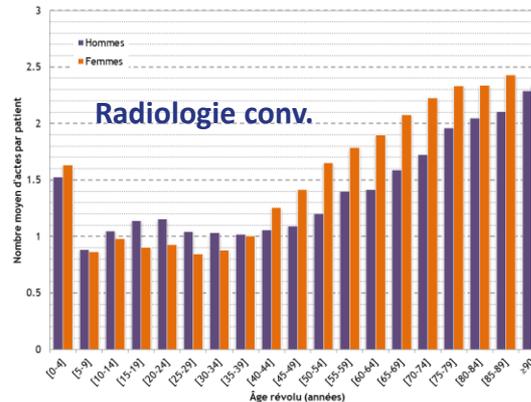


# NOMBRE ANNUEL MOYEN D'ACTES PAR PATIENT

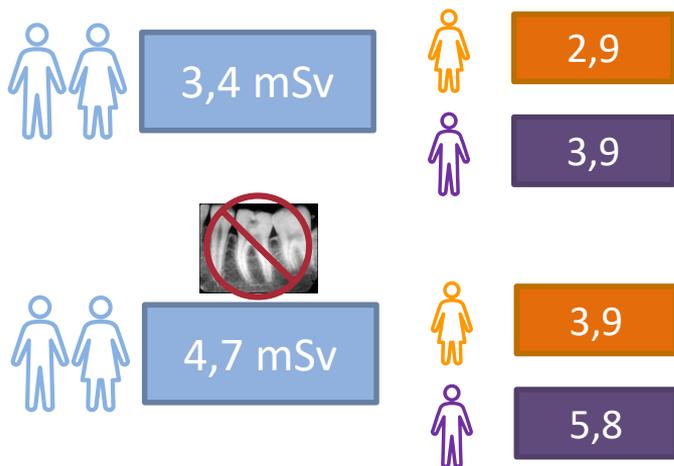


**Profil en âge et sexe très variable selon la modalité**

- **Radio conv.** : présent à tout âge, + élevé pour très jeunes enfants et personnes âgées
- **Radio dentaire** : élevé pour enfants (sauf <5 ans) et jeunes adultes, diminue ensuite
- **Scanner** : très rare chez l'enfant, augmente avec l'âge (surtout hommes)
- **Méd. nucléaire** : extrêmement rare avant 35-40 ans, maximum vers 70-80 ans (surtout hommes)



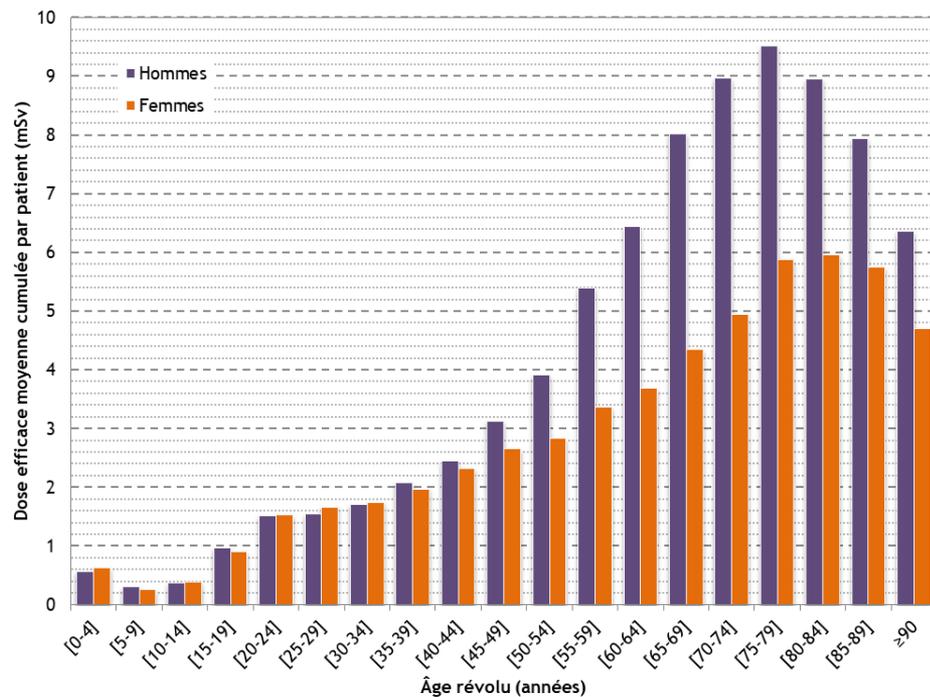
# DOSE EFFICACE ANNUELLE MOYENNE CUMULÉE PAR PATIENT (1)



■ Patients masculins plus exposés que patients féminins

■ Patients les plus exposés sont âgés

- Hommes : 65-90 ans
- Femmes : 75-90 ans



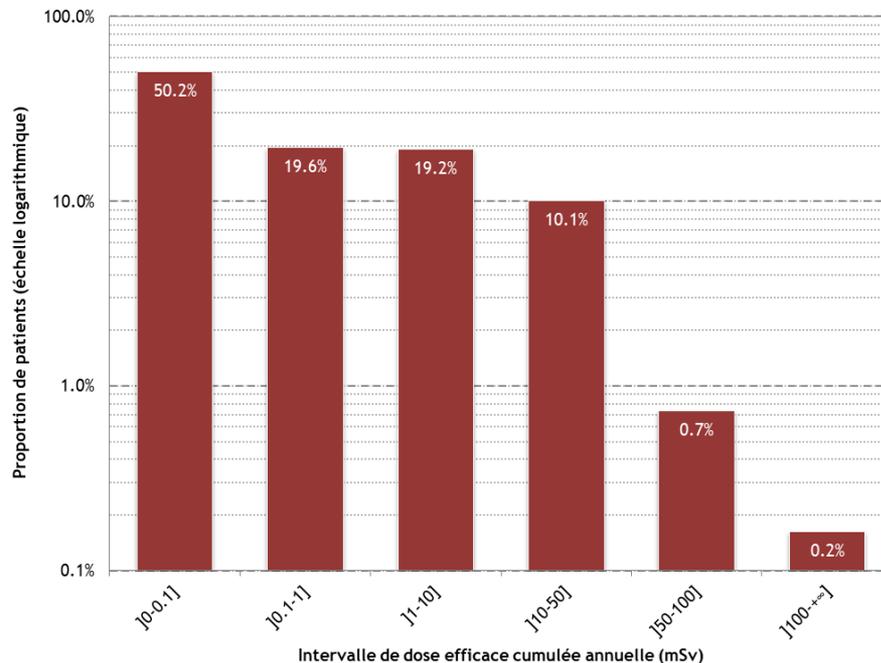
## DOSE EFFICACE ANNUELLE MOYENNE CUMULÉE PAR PATIENT (2)

### Une répartition extrêmement hétérogène

- 50 % des patients < 0,1 mSv
- 82 % des patients < 3,4 mSv (dose moy. ann.)
- 1 % des patients > 50 mSv

→ La grande majorité de patients est faiblement exposée mais une part non négligeable l'est fortement

Proportion de patients par intervalle de dose efficace annuelle cumulée



# FOCUS SUR LES EXAMENS RÉCURRENTS



## UN QUESTIONNEMENT INTERNATIONAL RÉCENT

- 2,5 M patients (USA et Europe) :  $\Sigma E > 100 \text{ mSv}$  pour 1,3 % (1 à 5 ans de cumul) (1)
- Séminaire IAEA dédié en 2019 :  $\Sigma E > 100 \text{ mSv}$  pour 0,9 M patients par an au niveau mondial (2)
- Estimation pour 35 pays OCDE :  $\Sigma E > 100 \text{ mSv}$  pour 2,5 M patients (5 ans de cumul) (3)
- Preuve forte du détriment radiologique (cancer) au-delà de 100 mSv :  $5,5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  (4)

Summary of the IAEA Technical Meeting on Radiation Exposure of Patients from Recurrent Radiological Imaging Procedures, held 4-6 March 2019 at IAEA Headquarter, VIC, Vienna



- (1) Rehani *et al.* Eur Radiol, 2020
- (2) Brambilla *et al.* Eur Radiol, 2019
- (3) Rehani et Hauptmann, Phys Med , 2020
- (4) ICRP publication 103, 2007



## EN FRANCE ?

- $\Sigma E$  maximum élevée détectée dans les études ExpRI précédentes :
  - 2012: 480 mSv, 95 examens (population générale)
  - 2015: 68 mSv, 92 examens (population pédiatrique)
- Pas de données globales sur le cumul pluriannuel



## ARTICLE DÉDIÉ DANS L'ÉTUDE PORTANT SUR 2017 (CUMUL SCANNER UNIQUEMENT)

# PRINCIPAUX CHIFFRES POUR LES PATIENTS SCANNER 100mSv+



## CUMUL SUR 1 AN (2017)

Per patient	Mean	Percentiles		
		50 <sup>th</sup>	75 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>
N° of exams	<b>10.1</b>	9	12	18
Effective dose (mSv)	<b>133</b>	123	144	200



## CUMUL SUR 3 ANS (2015-17)

N° of exams	<b>12.2</b>	11	15	22
Effective dose (mSv)	<b>153</b>	135	172	271



## CUMUL SUR 6 ANS (2012-17)

N° of exams	<b>14.1</b>	13	17	26
Effective dose (mSv)	<b>160</b>	138	180	296

# PRINCIPAUX CHIFFRES POUR LES PATIENTS

« SCANNER 100mSv+ »

PROPORTION DE  
PATIENTS SCANNER  
DÉPASSANT 100 mSv



Per patient	Mean	Percentiles			% CT patients
		50 <sup>th</sup>	75 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>	
N° of exams	<b>10.1</b>	9	12	18	<b>0.49%</b>
Effective dose (mSv)	<b>133</b>	123	144	200	



**CUMUL SUR 1 AN (2017)**



**CUMUL SUR 3 ANS  
(2015-17)**

N° of exams	<b>12.2</b>	11	15	22	<b>1.44%</b>
Effective dose (mSv)	<b>153</b>	135	172	271	



**CUMUL SUR 6 ANS  
(2012-17)**

N° of exams	<b>14.1</b>	13	17	26	<b>2.25%</b>
Effective dose (mSv)	<b>160</b>	138	180	296	

Proportion de patients 100mSv+ croît  
rapidement avec la durée de cumul !



# PRINCIPAUX CHIFFRES POUR LES PATIENTS

« SCANNER 100mSv+ »



EXTRAPOLATION AU  
NIVEAU NATIONAL



UNE POPULATION PLUS IMPORTANTE QU'ATTENDU



CUMUL SUR 1 AN (2017)

Per patient	Mean	Percentiles			% CT patients	National population
		50 <sup>th</sup>	75 <sup>th</sup>	95 <sup>th</sup>		
N° of exams	<b>10.1</b>	9	12	18	<b>0.49%</b>	<b>33,000</b>
Effective dose (mSv)	<b>133</b>	123	144	200		



CUMUL SUR 3 ANS  
(2015-17)

N° of exams	<b>12.2</b>	11	15	22	<b>1.44%</b>	<b>212,000</b>
Effective dose (mSv)	<b>153</b>	135	172	271		



CUMUL SUR 6 ANS  
(2012-17)

N° of exams	<b>14.1</b>	13	17	26	<b>2.25%</b>	<b>506,000</b>
Effective dose (mSv)	<b>160</b>	138	180	296		

Estimation Rehani and Hauptmann : 146,000 sur 5 ans

Phys Med 76 (2020)



# CARACTÉRISATION DE LA POPULATION « SCANNER 100mSv+ »



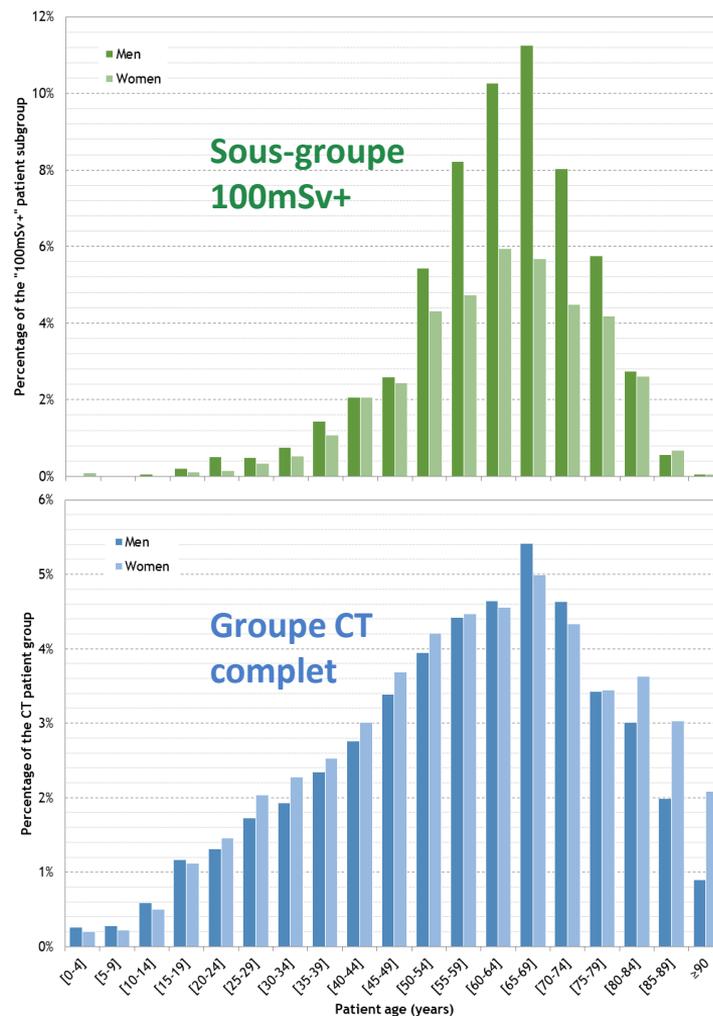
## UNE POPULATION SENSIBLEMENT DIFFÉRENTE

- Patients plus âgés en moyenne
  - Âge moyen\* = 62 vs 57,5 ans
- Distribution en âge plus étroite
  - 50% des patients ont 55-71 ans
  - **mais 25% des patients ont moins de 55 !**
- Majoritairement des hommes
  - M/F = 61/39% vs 48/52% dans le groupe CT complet



Durée de cumul de 6 ans

\*âge à la date du 1<sup>er</sup> scanner



# EVOLUTION 2012-2017 DE LA POPULATION « SCANNER 100mSv+ »



## UNE TENDANCE À LA HAUSSE

■ Proportion des patients « 100 mSv+ » parmi tous les patients scanner



**+40% en 4 ans**

■ ΣE moyen par patient « 100 mSv+ »

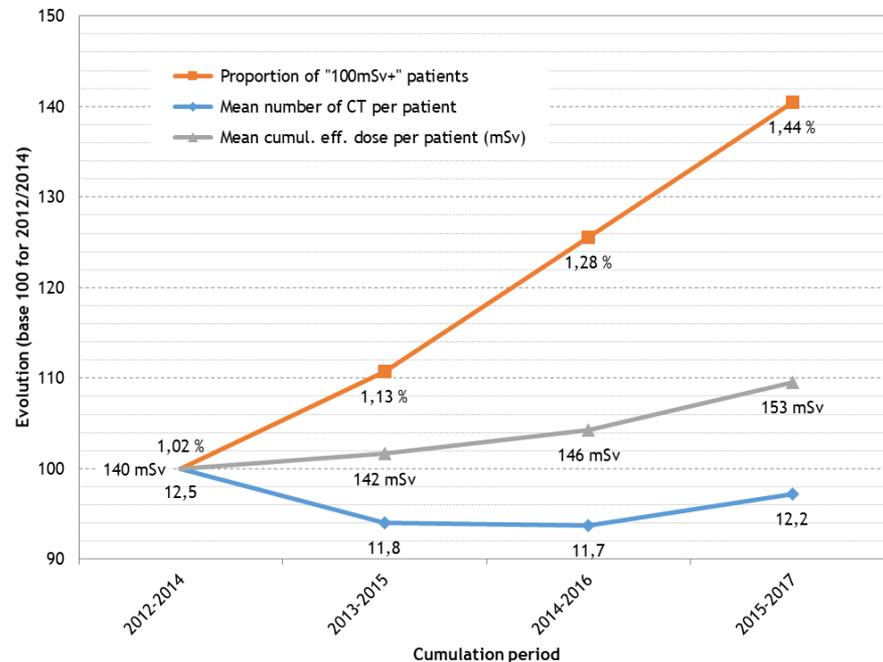


**+10% en 4 ans**

■ Nombre moyen de scanners par patient « 100 mSv+ »



**approx. stable (autour de 12 en 3 ans)**



Données pour une durée de cumul glissante de 3 ans

## EN CONCLUSION : POINTS CLÉS DE L'EXPOSITION MÉDICALE EN 2017

**EXPOSITION ANNUELLE  
MOYENNE  
1,53 mSv**

L'exposition d'origine médicale a globalement peu évolué depuis 2012

**Fin de la forte hausse des années 2002-2012**

Scanner : 74 % de l'exposition (faible hausse)

Radio conventionnelle : 12 % de l'exposition (en baisse)

Médecine nucléaire : 11 % de l'exposition (forte hausse)

**PROPORTION EXPOSÉE DE  
LA POPULATION  
45,4 %**

Faible hausse depuis 2012 (+1,6 pts)

En moyenne par patient : 2,6 actes | 3,4 mSv

Exposition très hétérogène selon l'âge et le sexe : hommes de 65-90 ans sont les plus exposés

**50 % patients cumulent moins de 0,1 mSv**

**1 % patients cumulent plus de 50 mSv**

**EXAMENS RÉCURRENTS :  
500 000  
PATIENTS EN 6 ANS**

Population de patients cumulant plus de 100 mSv est largement plus importante qu'attendu (scanner seul)

Patient type : homme de 62 ans. **Mais 25 % sont < 55 ans.**

Tendance à la hausse sur 4 ans : proportion de patients +40 %, dose cumulée +10 %

## EN CONCLUSION : BILAN

### EXPOSITION GLOBALEMENT MAITRISÉE

Amélioration des  
compétences en  
radioprotection des  
professionnels

Amélioration des  
dispositifs d'imagerie

Actions de sensibilisation  
par les autorités (ASN...)  
basées sur l'expertise de  
l'IRSN

### UN POINT DE VIGILANCE

#### **Problématique des examens récurrents**

Bien que ces patients  
soient très certainement  
suivis pour des pathologies  
lourdes, **la question des  
éventuels effets radio-  
induits à long terme doit  
être considérée**

## PERSPECTIVES : ADDENDA PRÉVUS AU RAPPORT EXPRI

### EXPOSITION PÉDIATRIQUE AU SCANNER

Caractérisation de l'exposition au scanner des enfants sur la période 2012-2018, dans la perspective de la publication prochaine des résultats définitifs de l'étude épidémiologique internationale EPI-CT

→ 2021

Bernier et al., Int J Epidemiol, 2018.  
<https://doi.org/10.1093/ije/dyy231>

### COMPARAISON INTERNATIONALE

Mise en perspective des principaux résultats de l'étude ExPRI avec l'exposition d'origine médicale des pays européens et extra-européens ayant un système de santé comparable à celui de la France

→ 2021

### CONE-BEAM CT DENTAIRE

Évolution sur les années récentes des actes de cone-beam CT en radiologie dentaire

→ 2021/22

### ÉVOLUTIONS DU SYSTÈME EXPRI

Réflexion à mener sur la prise en compte :  
des actes de radiologie interventionnelle thérapeutique  
du contexte médical des actes, en particulier pour les patients fortement exposés

→ 2022/23

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Rapport complet disponible : [www.irsn.fr/expri](http://www.irsn.fr/expri)

English version available: [www.irsn.fr/expri-en](http://www.irsn.fr/expri-en)

