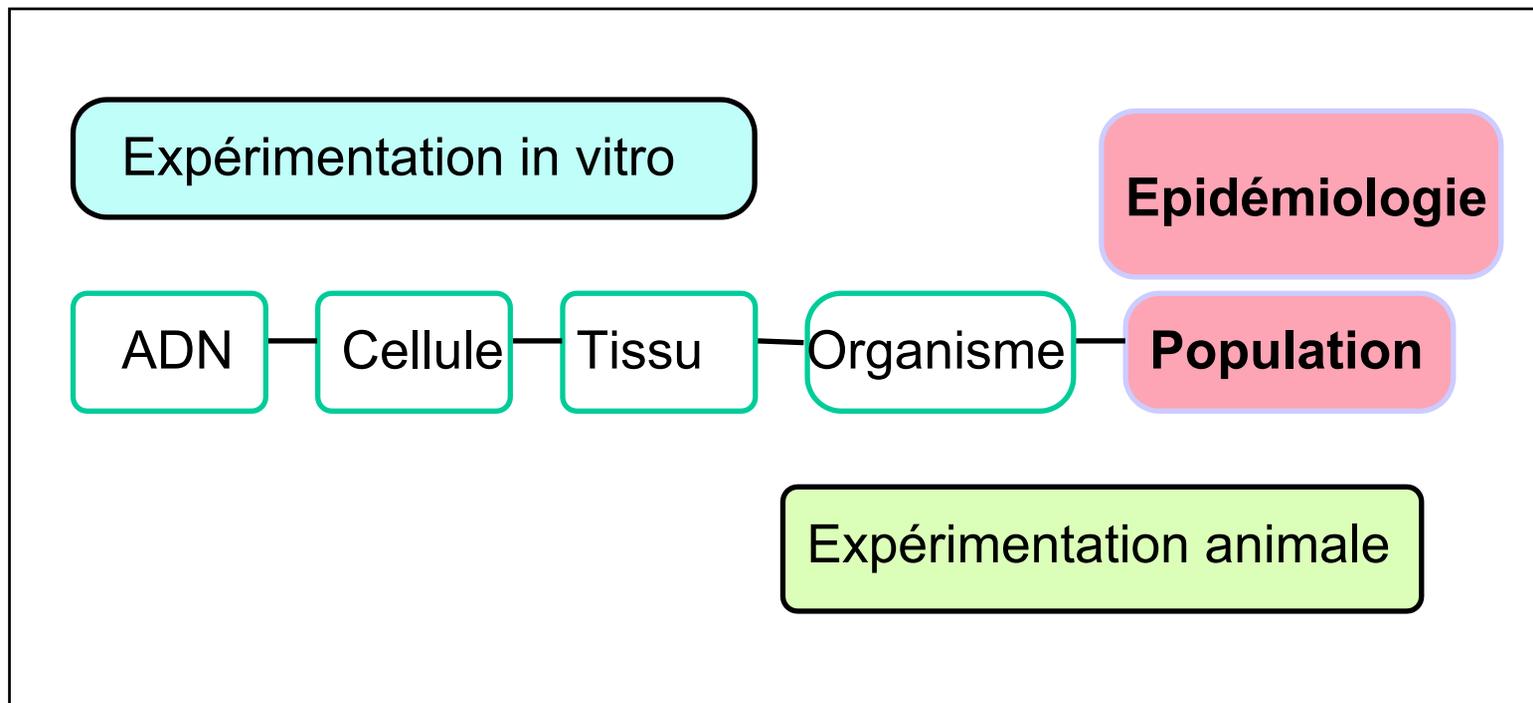
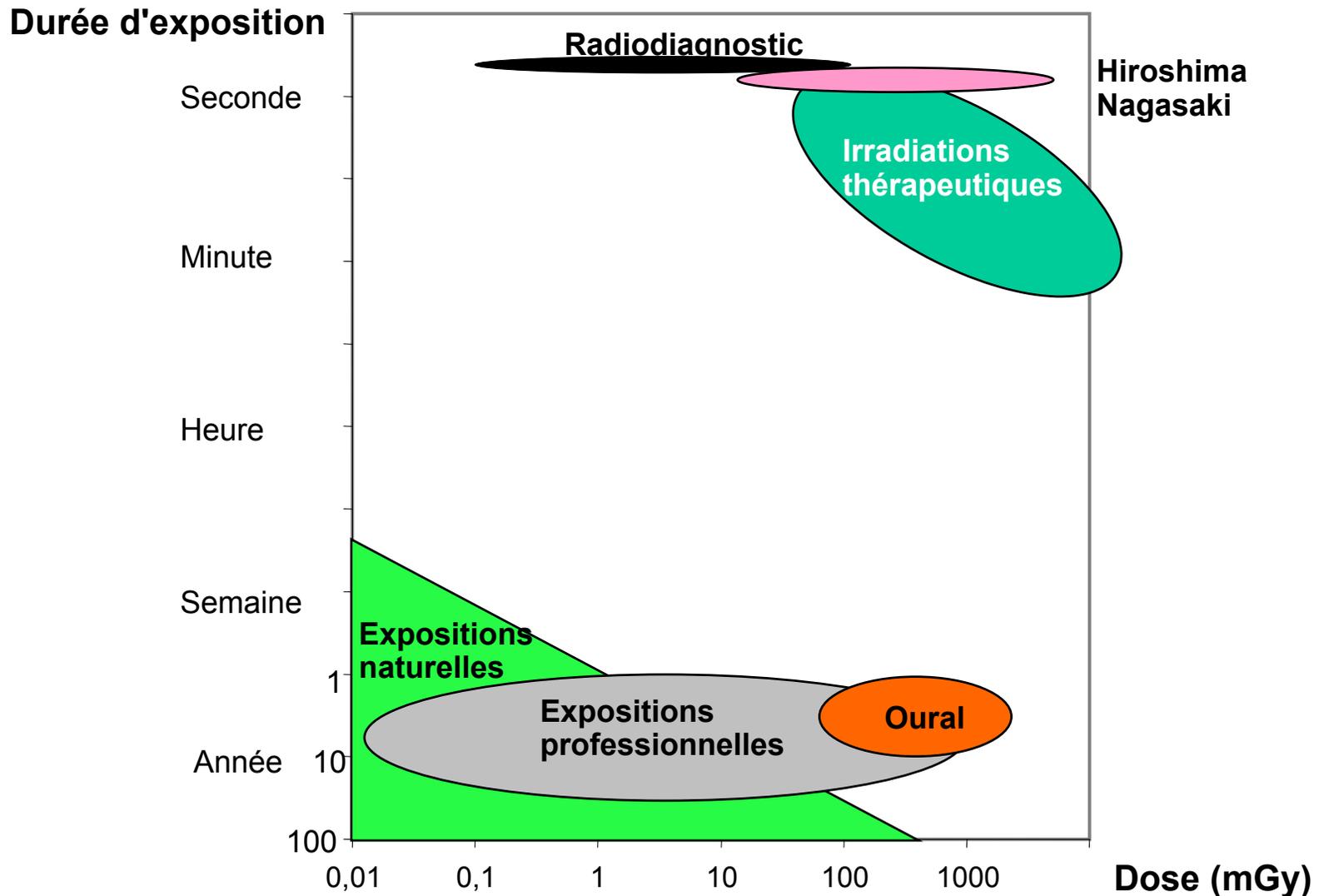


**Epidémiologie  
des travailleurs du nucléaire  
et effets des faibles doses**

# Epidémiologie des faibles doses



# IRSN Expositions professionnelles et faibles doses



# L'épidémiologie des travailleurs du nucléaire

---

**Populations stables**

**Exposition**

**bien caractérisée**

**Individuelle**

**Connue depuis années 40**

**Chronique**

**Indicateurs de santé fiables**

# **Données disponibles : 36 cohortes**

---

**Populations non disjointes**

**Connaissance de l'exposition inégale**

**Puissance statistique variable**

**individus, durée de suivi, nombre de cas**

**Indicateurs de santé différents :**

**morbidité, mortalité**

# Résultats disponibles en l'absence de données sur l'exposition

---

**Le « Standardised Mortality Ratio » :**

**Observés / Attendus**

**Attendus : Si la mortalité était la même que la population de référence**

**Le « Healthy Worker Effect » :**

**Choix de la population de référence :**

**Pop nationale, régionale, autres...**

# Ordre de grandeur du SMR

---

**SMR toutes causes ~ 0.75**

**SMR tous cancers ~ 0.80**

**SMR leucémies ~ 0.90**

**SMR et causalité ...**

# Prise en compte de l'exposition

---

**Qualification du risque :**

**tendance en fonction du niveau de dose**

**Quantification du risque**

**courbes dose-réponse : Risque Relatif = f(dose)**

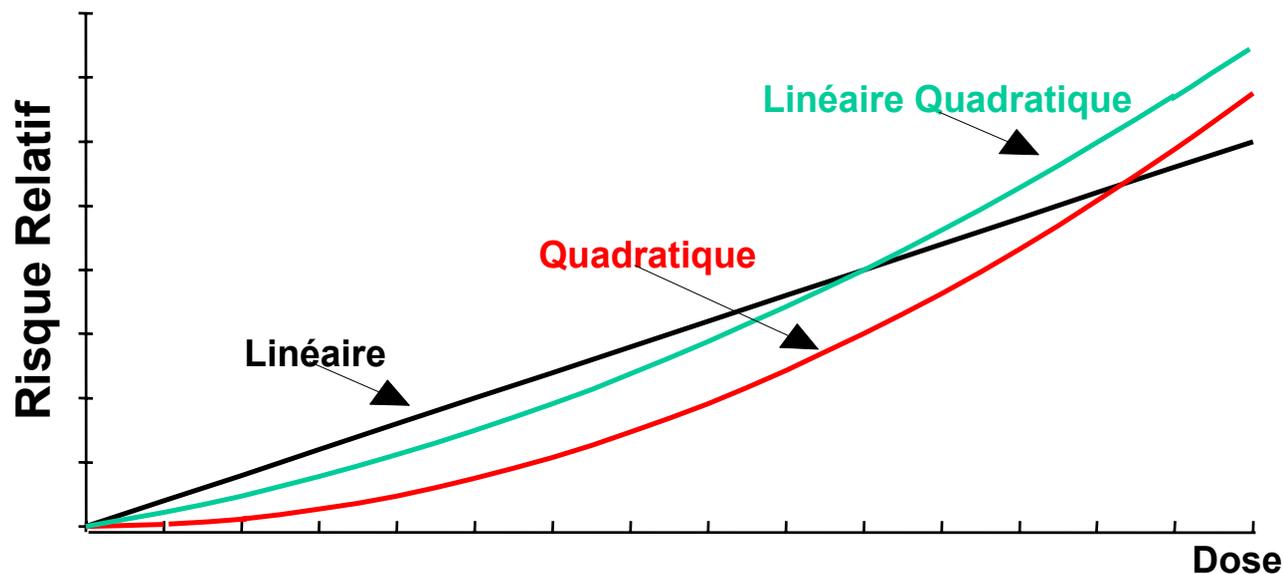
**ex :  $RR = 1 + \beta \text{ dose}$**

**$RR = 1 + \beta_1 \text{ dose} + \beta_2 \text{ dose}^2$**

**$RR = \exp(\beta \text{ dose})$**

# Prise en compte de l'exposition

Courbes doses réponses utilisées en épidémiologie des travailleurs du nucléaire



# Résultats disponibles sur la relation dose-effet

---

**22 études avec données d'exposition  
dont 8 études de plus de 25 000 individus**

**En tenant compte des recouvrement,  
retenir**

**Gilbert, 1993 : étude conjointe US**

**Muirhead, 1999 : NRRW, RU**

**Ashmore, 1998 : NDRC, CND**

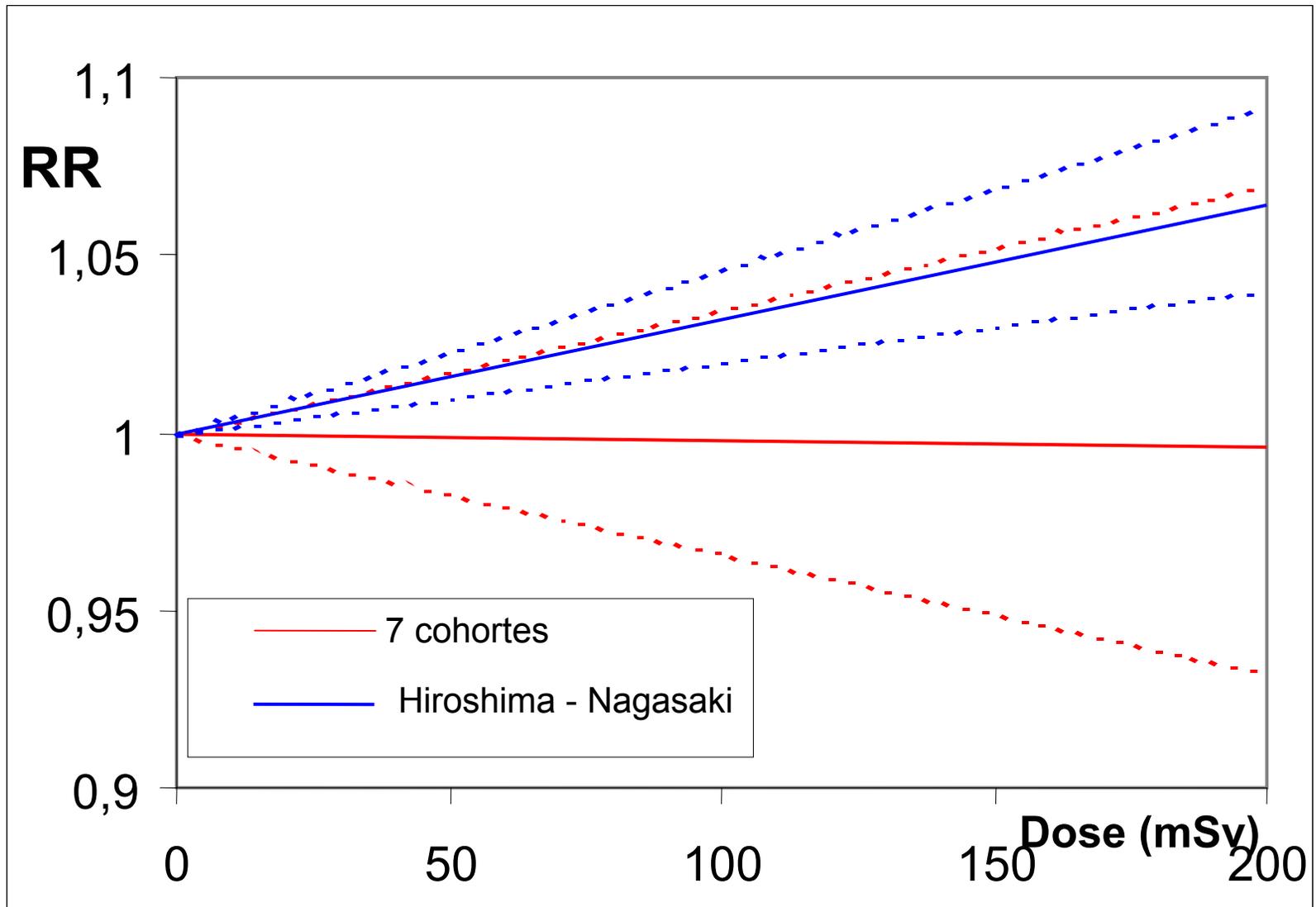
**Cardis, 1995 : étude conjointe US, RU, CND**

# Risque de cancers chez les travailleurs du nucléaire

---

	Références	Effectifs	cancers	ERR/Sv (IC <sub>90%</sub> )
H/ORNL/Rocky	Gilbert, 1993	47 948	1 871	- 0.00 (<0 ; 0.8)
NRRW	Muirhead, 1999	124 743	3 116	+0.09 (-0.27 ; +0.52)
NDRCa	Ashmore, 1998	206 620	496	+3.00 (+1.1 ; +4.8)
7 cohortes	Cardis, 1995	95 673	3 976	- 0.02 (-0.34 ; +0.35)
Hiroshima-Nagasaki	Pierce, 1996			+0.32 (+0,20 ; +0.46)

# Travailleurs du nucléaire et survivants Hiroshima Nagasaki - cancers

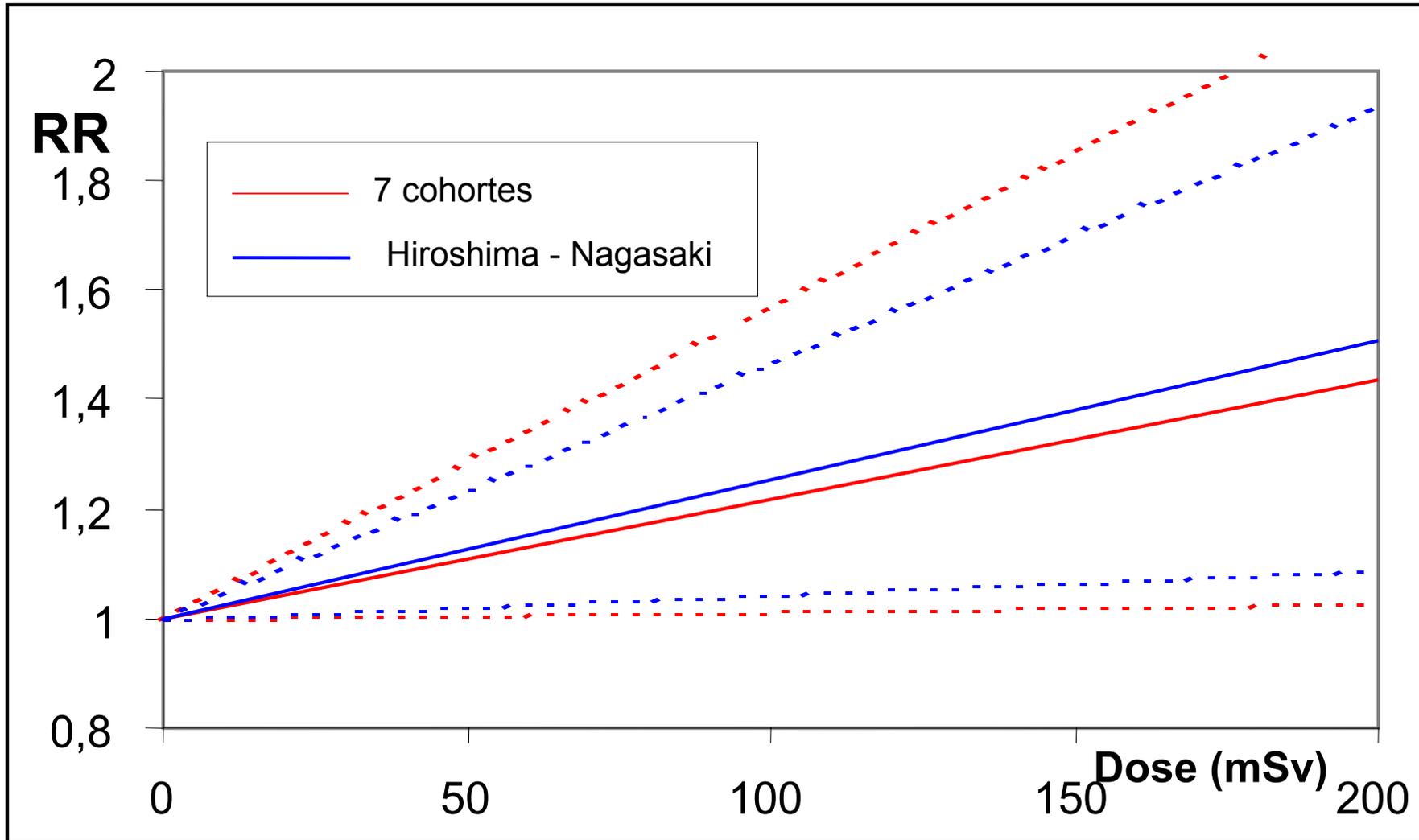


# Risque de leucémies chez les travailleurs du nucléaire

---

Nom	Références	Effectifs	Leucémies hors LLC	ERR/Sv (IC <sub>90%</sub> )
H/ORNL/Rocky	Gilbert, 1993	47 948	67	-1.00 (<0 ; 2.2)
NRRW	Muirhead, 1999	124 743	91	+2.55 (-0.03 ; +7.16)
NDRCa	Ashmore, 1998	206 620	23	+0.4 (-4.9 ; +5.7)
7 cohortes	Cardis, 1995	95 673	119	+2.18 (+0.13 ; +5.7)
Hiroshima-Nagasaki	Pierce, 1996			+2.15 (+0.43 ; +4.68)

# Travailleurs du nucléaire et survivants Hiroshima Nagasaki – leucémies hors Ilc

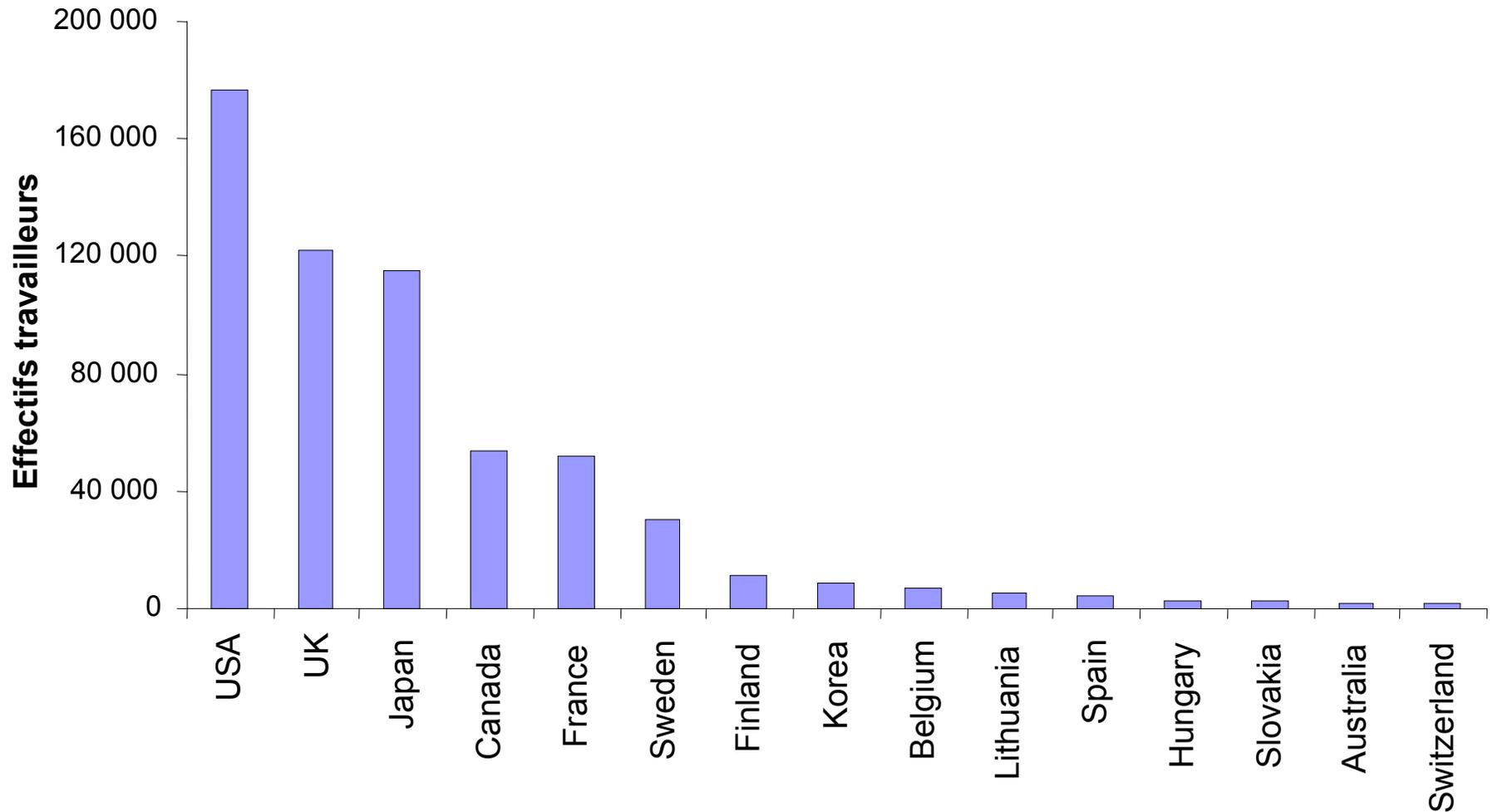


# **LIENS ENTRE EXPOSITION CHRONIQUE AUX RAYONNEMENTS X ET GAMMA ET RISQUE DE CANCER**

## **17 pays participants :**

**Allemagne, Australie, Belgique, Canada, Espagne,  
Finlande, France, Hongrie, Japon, Slovaquie,  
Suède, Suisse, Royaume-Uni, Etats-Unis, Russie,  
Lituanie, Corée du sud**

# Etude internationale CIRC : état actuel



# Etude internationale CIRC : FRANCE

---

EDF :

Service Central d'Appui en Santé au Travail

Groupe CEA-COGEMA :

IRSN/DPHD/LEADS

Entreprises sous-traitantes :

IGR-INSERM



# Etude internationale du CIRC

## France – Cohorte EDF



# Cohorte EDF : population

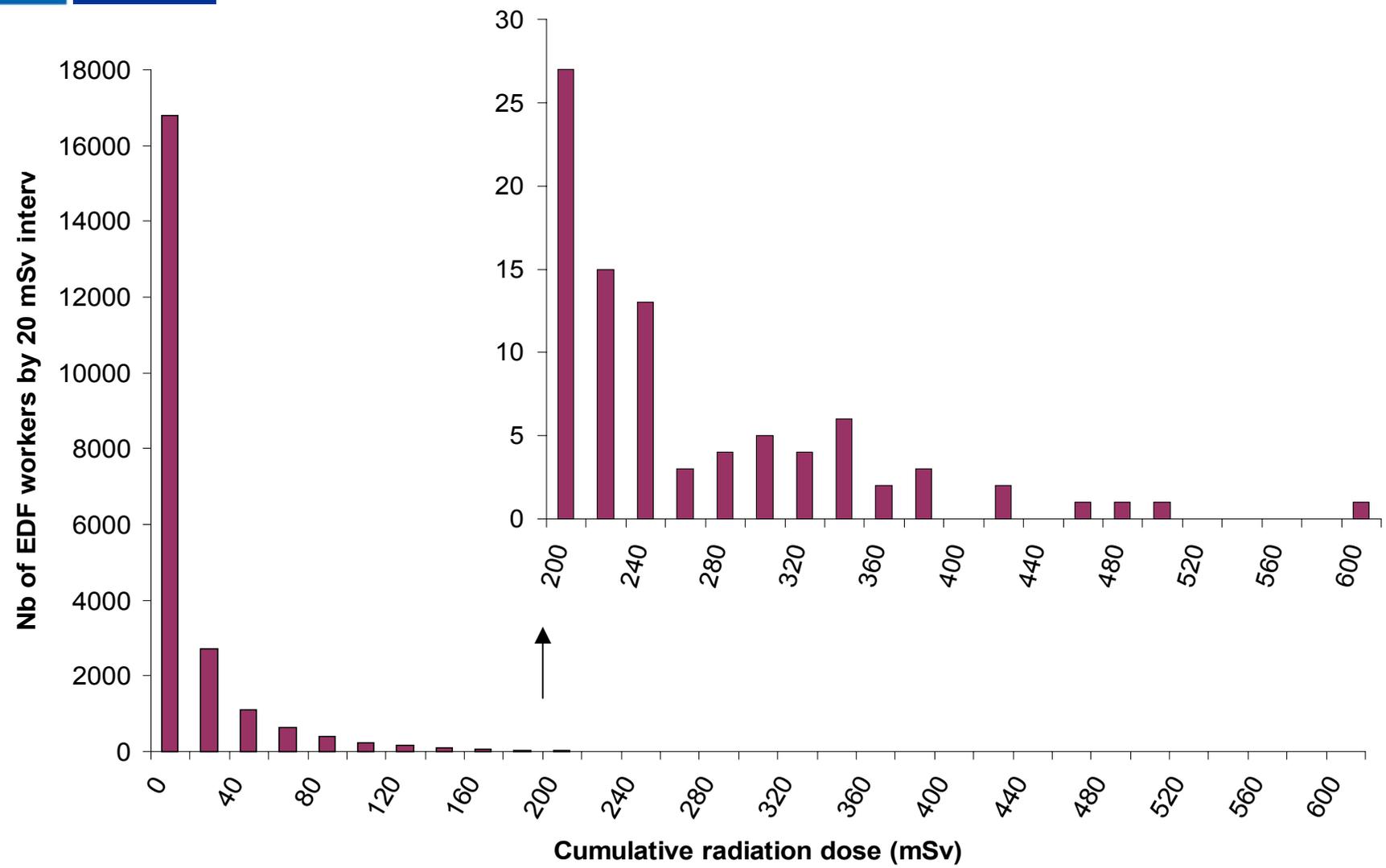
---

	Men	Women	Total
Nb of workers	21 632	763	22 395
alive 31/12/94	21 246	755	22 001
dead before 1995	379	8	<b>387</b>
lost to follow up	7	0	<b>7</b>
Total years of follow up 1961-94	254 276	7 142	26 1418
Mean duration of follow up (years)	11.8	9.4	11.7

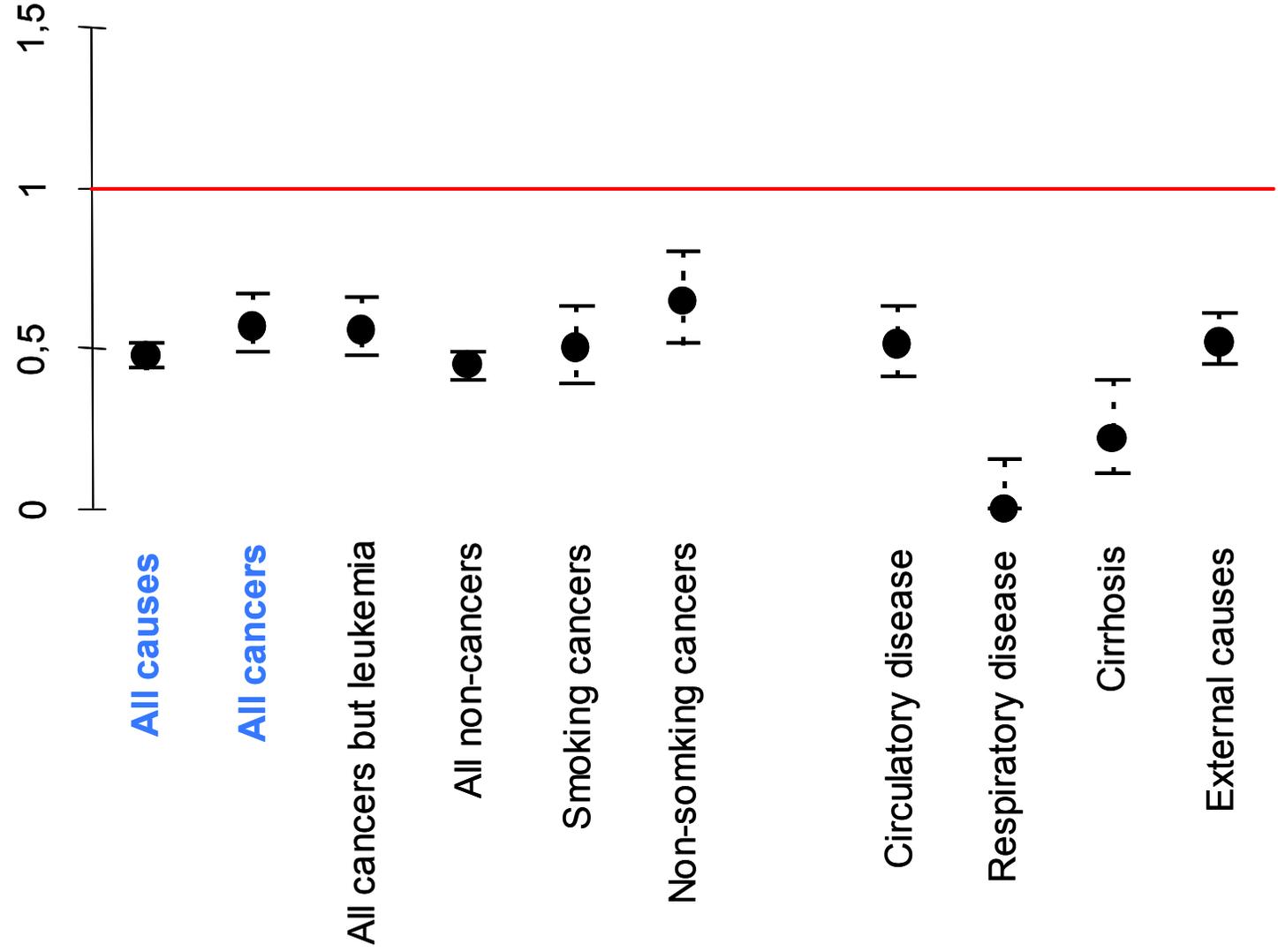
---



# Travailleurs suivant exposition cumulée

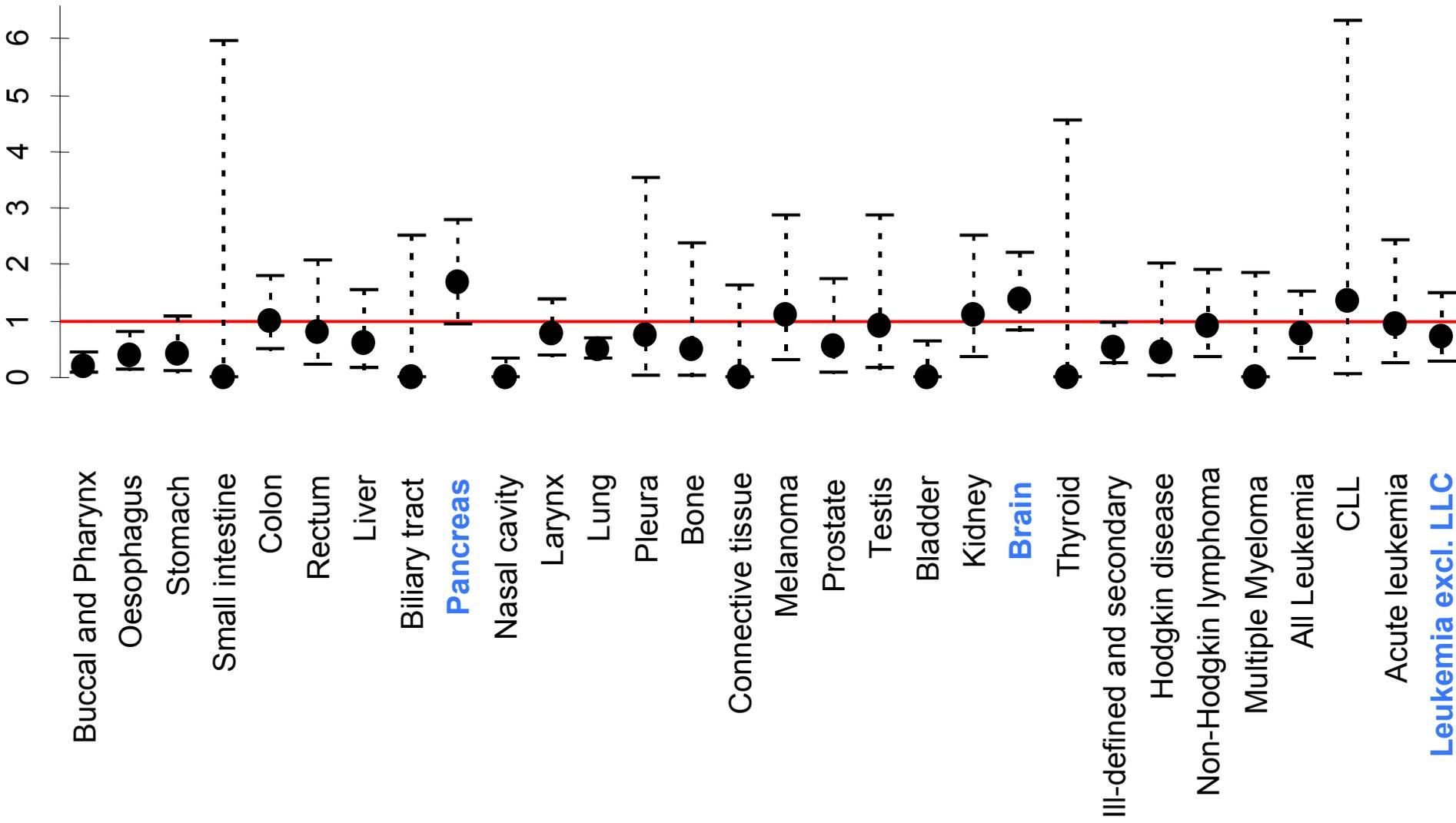


# SMR, hommes





# SMR localisation de cancer, hommes





Tendance  
de la  
mortalité  
en  
fonction  
du niveau  
de dose

<i>Causes of death</i>	Cumulative dose (mSv)				Trend	pvalue 1 side
	<10 O / E	[10-50[ O / E	[50-100[ O / E	≥100 O / E		
All causes	331 / 323.0	40 / 44.8	11 / 13.5	5 / 5.8	-.95	.83
<b>All Cancers</b>	<b>96 / 91.5</b>	<b>14 / 17.7</b>	<b>5 / 6.1</b>	<b>3 / 2.7</b>	<b>-.34</b>	<b>.63</b>
All cancers-leukemia	91 / 86.9	13 / 16.9	5 / 5.7	3 / 2.6	-.17	.57
<u>Cancers</u>						
Digestive	34 / 31.3	4 / 6.4	1 / 2.2	2 / 1.1	-.10	.54
Respiratory	23 / 23.9	5 / 5.4	3 / 1.9	1 / .8	.90	.18
Genital-urinary	6 / 6.4	2 / 1.0	0 / .4	0 / .2	-.49	.69
Brain	15 / 13.2	0 / 1.9	1 / .5	0 / .3	-.61	.73
Ill-defined, secondary	8 / 6.5	0 / 1.1	0 / .3	0 / .1	-1.03	.85
Lymphatic tissue	4 / 4.9	2 / .7	0 / .3	0 / .1	-.01	.50
Leukemia	3 / 3.7	2 / 1.5	1 / .5	0 / .3	.06	.48
<b>Leukemia but LCL</b>	<b>2 / 3.1</b>	<b>2 / 1.3</b>	<b>1 / .4</b>	<b>0 / .2</b>	<b>.25</b>	<b>.40</b>

---

La cohorte TARIS :

Travail, Activité sous Rayonnements  
Ionisants et Santé

50 000 individus restés au CEA ou la  
COGEMA plus d'un an et inclus dans les  
fichiers de dosimétrie entre 1957 et 1994

## **Identification**

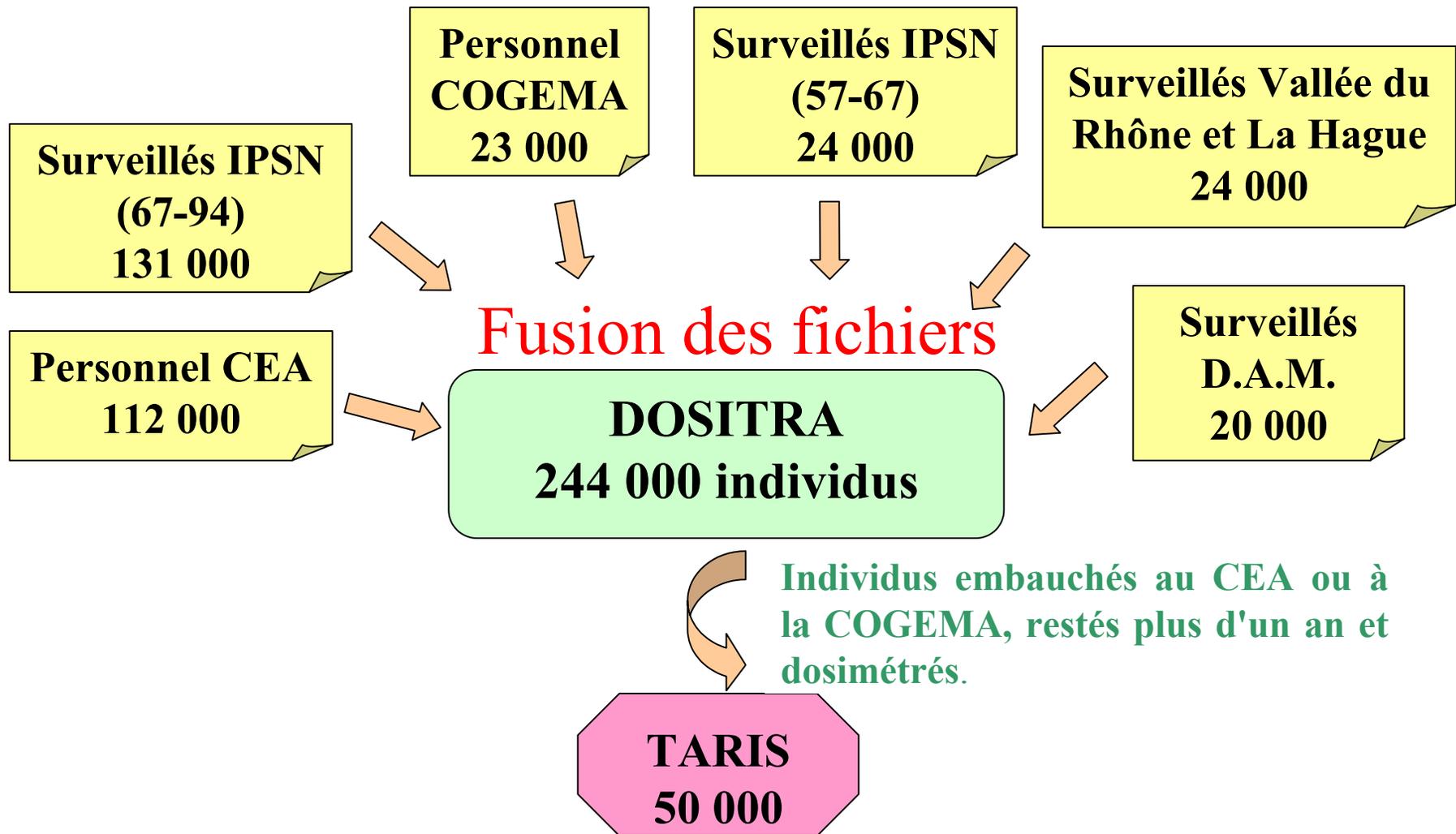
**sexe, date et lieu de naissance**

## **Statut vital et causes de décès**

## **Historique professionnel**

## **Doses annuelles depuis 1950**

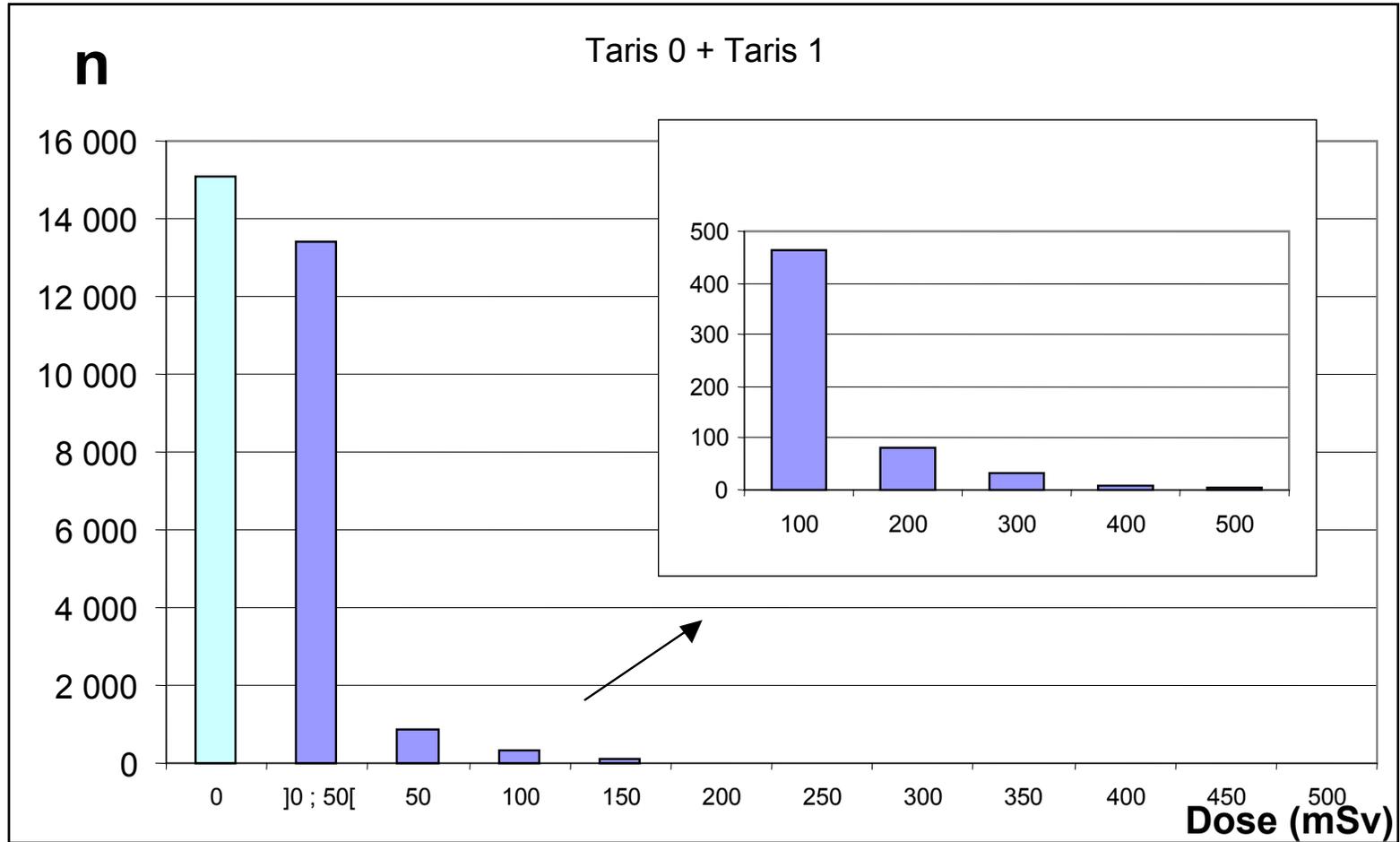
# Des données brutes à TARIS



---

	CEA civil	COGEMA	DAM et mixtes	TOTAL
nb individus	23 511	6 443	20 491	50 445
nb décès 68-94	1751	258	1916	3925
% de décès 68-94	7,4%	4,0%	9,4%	7,8%
causes de décès identifiées	95,3%	98,1%	95,4%	95,5%

# TARIS – Doses



# Conclusion :

## Epidémiologie des travailleurs du nucléaire et faibles doses

---

Apport sur la relation dose-effet si et seulement si :

- cohortes larges (effectifs, durée de suivi)
- estimation précise de l'exposition

Apports supplémentaires nécessaire:

- effets de l'exposition externe chronique
- effets de facteurs modifiants (âge à l'expo, concentration ...)
- exposition interne