

Conséquences thyroïdiennes: Tchernobyl et Fukushima

Martin Schlumberger

Département de Médecine Nucléaire et de Cancérologie
Endocrinienne

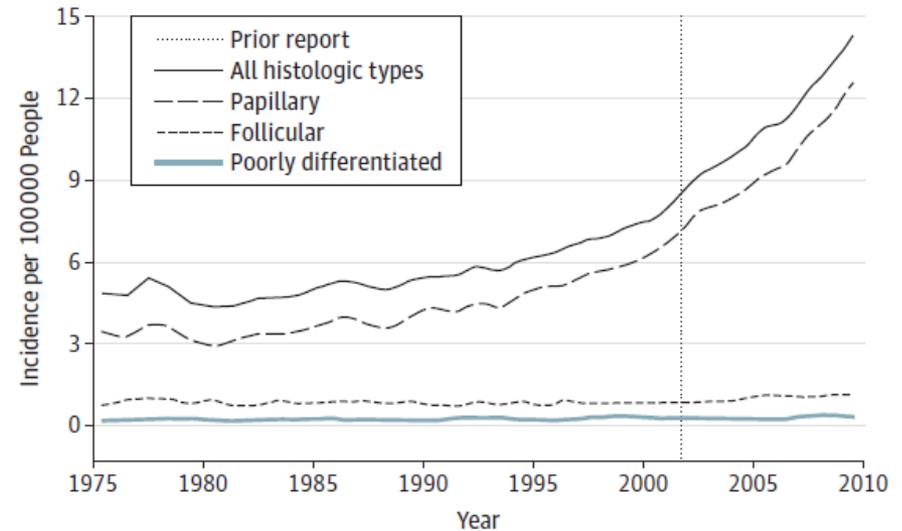
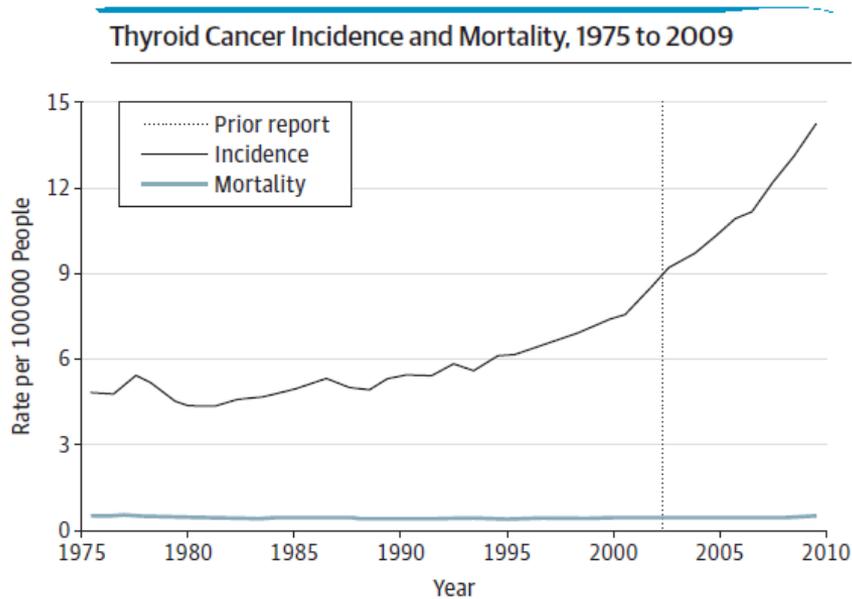
Gustave Roussy-Université Paris-Saclay, Villejuif. France



Liens d'intérêt

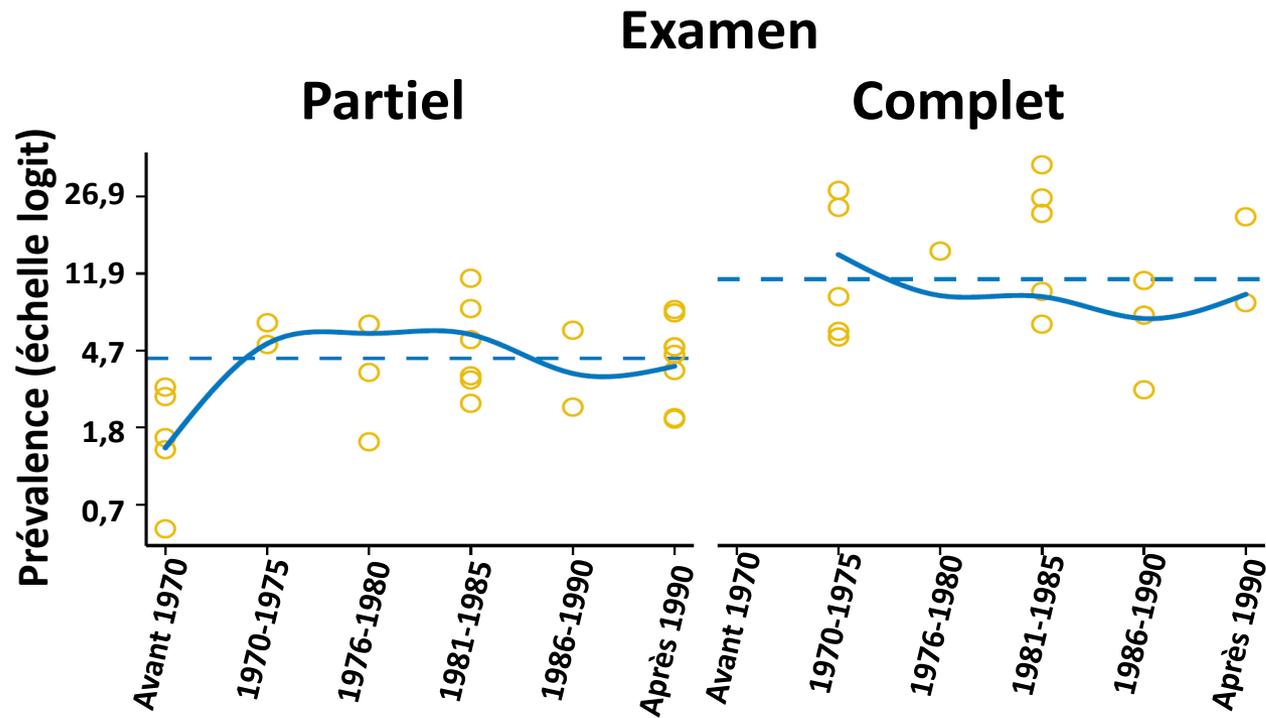
- Electricité de France

Cancer de la thyroïde aux USA: incidence/mortalité



L'augmentation de l'incidence est liée à la découverte de petits cancers papillaires, mais la mortalité n'a pas diminué.

Autopsies: un cancer de la thyroïde est mis en évidence dans une thyroïde sur 9



Pas d'augmentation avec le temps
Même prévalence chez l'homme et la femme

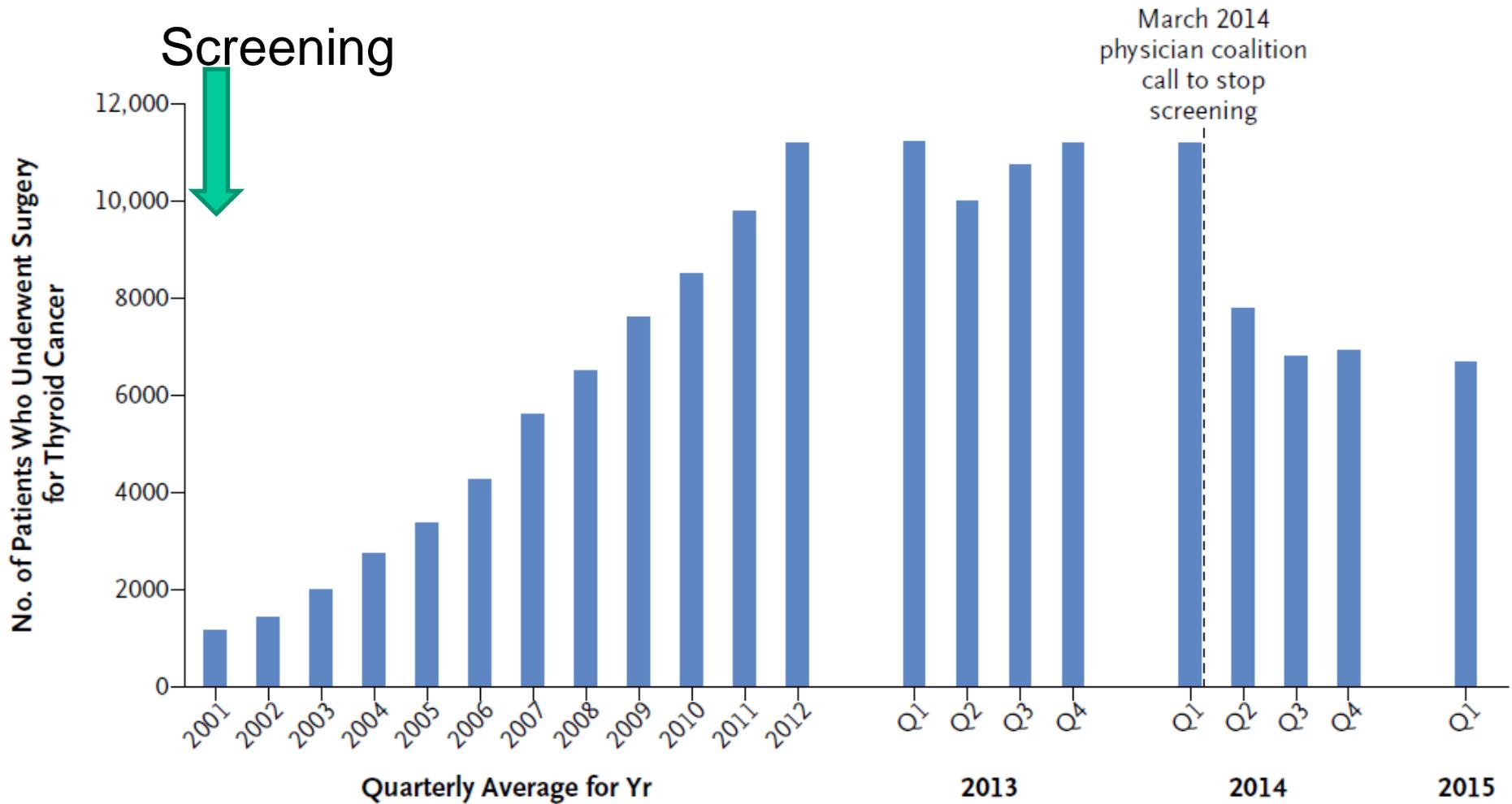
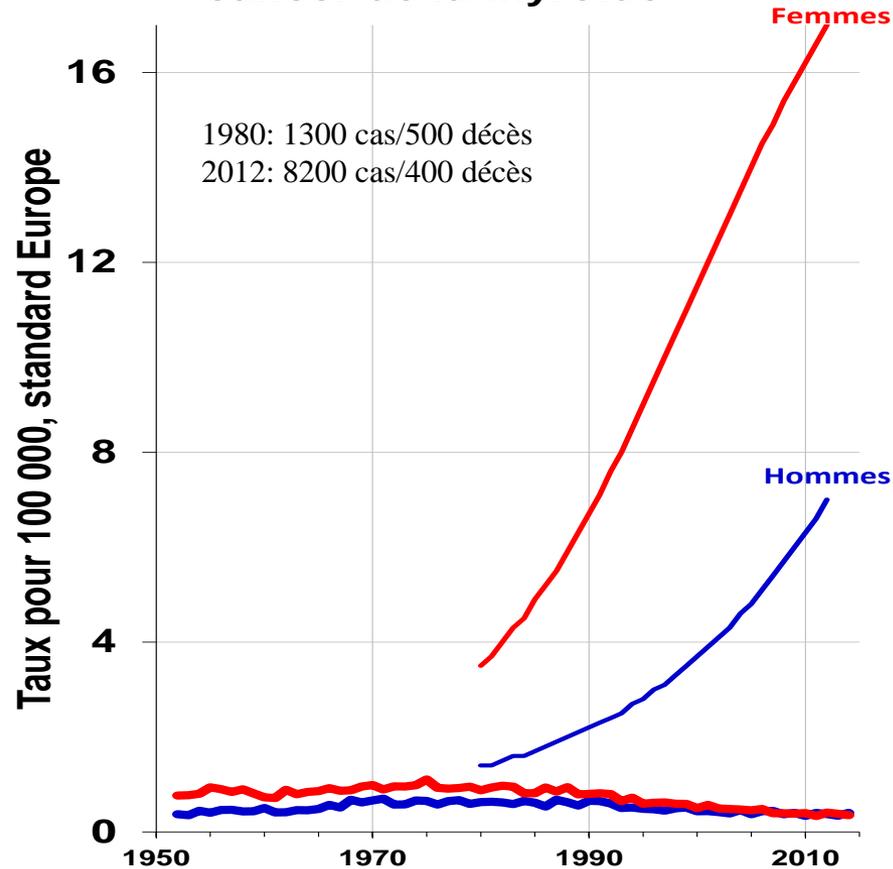


Figure 1. Trend in the Number of Operations for Thyroid Cancer in South Korea, 2001–2015.

Data are from the Health Insurance Review and Assessment Service, South Korea.

>85% de l'augmentation de l'incidence est liée à la découverte de petits cancers papillaires

Incidence et mortalité par cancer de la thyroïde



Le surdiagnostic doit être évité

Cancer de la thyroïde après exposition aux RI

■ Cancer de la thyroïde après irradiation externe

- **Age au moment de l'irradiation**

Irradiation reçue avant âge de 15 ans : ERR 7,7 / Gy

Irradiation à l'âge adulte: risque faible/non démontré

- **Dose à la thyroïde**

- **Délai entre irradiation et apparition du cancer (minimum 5 ans et incidence maximale 15-25 ans après irradiation)**

Risque de cancer de la thyroïde significatif pour des doses >100mSv (mais peut-être dès 30-50mSv)

Qualifier un cancer de la thyroïde après une dose faible ou inconnue: intérêt de la signature biologique

Tchernobyl (26 avril 1986): les principaux isotopes radioactifs libérés

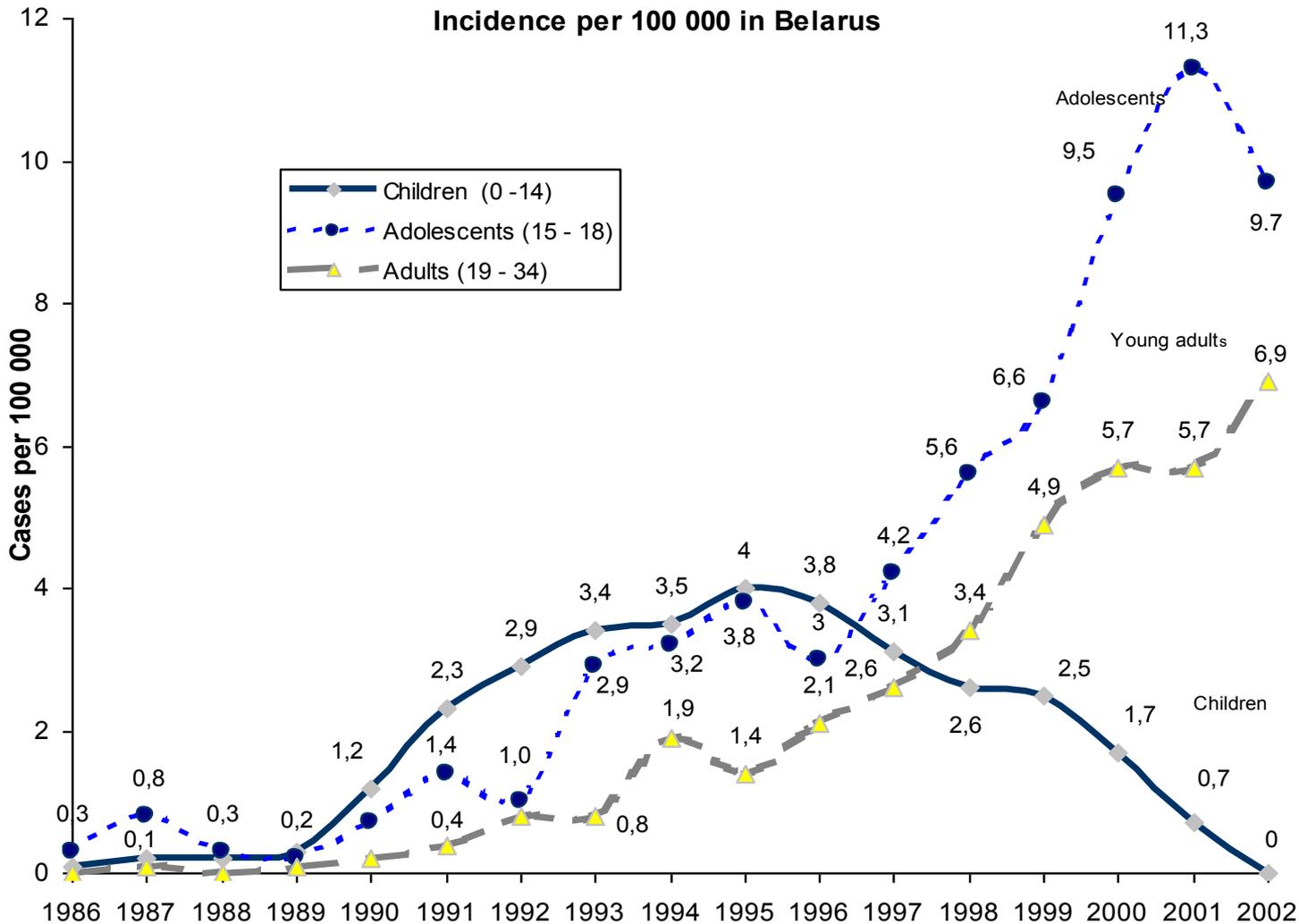
- **Césium 137:**
 - Demi-vie longue: 30 ans
 - Aliments contaminés lors du dépôt ou par métabolisme
 - Pas de concentration significative dans l'organisme: dose faible à chaque organe: pas d'effet sanitaire démontré.
- **Isotopes radioactifs de l'iode:**
 - Demi-vie courte:
 - iode 132, 133, quelques heures
 - iode 131, 8 jours
 - Inhalation et ingestion de légumes frais et lait frais produits dans les régions contaminées; pas de confinement
 - Concentration par la thyroïde dépend de l'apport iodé alimentaire:
 - dose à la thyroïde >1000 fois supérieure à celles aux autres organes

La contamination n'est plus décelable après 10 demi-vies

TCHERNOBYL: dose moyenne à la thyroïde

Population	Dose (mSv)
Bélarus (moyenne)	50
Gomel	200-1000
Ukraine (contaminés)	380
Russie (contaminés)	30-60
Pologne	
Est	10-90
Ouest	3-30
Autres pays	<10

Tchernobyl: Incidence du cancer de la Thyroïde en Bélarus (age au diagnostic)



*Courtesy
Yu. E. Demidchik*

TCHERNOBYL: cancer de la thyroïde en Bélarus

Age en 1986 (ans)	1971- 1985	1986- 2000	Facteur de RR	Sexe ratio (F/M)
0-14	8	703	87,8	1,6
15-18	21	267	12,7	1,8
>19	1465	6719	4,5	5,2
Total	1494	7689	5,1	

- Facteurs de risque:
 - âge jeune lors de l'accident,
 - dose à la thyroïde:
 - Dosimétrie individuelle
 - Contamination
 - carence iodée:
 - Région carencée: risque X 3

TCHERNOBYL: cancer de la thyroïde

- Tchernobyl – territoires contaminés
 - **2 millions d'enfants contaminés par les iodes radioactifs en Bélarus, Ukraine et Russie**
 - **7000 cancers de la thyroïde sont survenus chez les sujets <18 ans en 1986.** < 20 décès par cancer de la thyroïde
 - **Incidence reste plus élevée 20 ans plus tard chez les personnes contaminées pendant l'enfance**
 - **Inhalation et contamination alimentaire, carence en iode: pas de confinement, pas de contrôle alimentaire, pas de prophylaxie par KI**
- **ERR/Gy :**
 - Japon: 5,35 (Preston, 2007); Irradiation externe: 7,7 (Ron, 1995).
 - Tchernobyl: 4,9 (Cardis, 2005); Ukraine: 7,35 (Tronko, 2006); Belarus: 3,16 (Zablotska, 2011)

Screening par échographie en Belarus

- 5 camions japonais équipés d'échographes
- Screening des populations jeunes (1990-1996):
 - Gomel (région fortement contaminée): 37 cancers/19660 enfants (1880 cancers/million)
 - Mogilev (région non contaminée): 2 cancers/24000 enfants (80 cancers/million)

TCHERNOBYL: cancer de la thyroïde en France

■ En France

- Dose maximale délivrée à la thyroïde des enfants en 1986 : quelques mSv
- Depuis, pas d'augmentation de l'incidence du cancer thyroïdien chez l'enfant liée à l'accident (cour de Cassation, Nov 2012)
- Augmentation de l'incidence des cancers thyroïdiens depuis 1970 (observée dans tous les pays industrialisés):
 - Meilleur dépistage,
 - Autres causes possibles: obésité, thyroïdite auto-immune, environnement

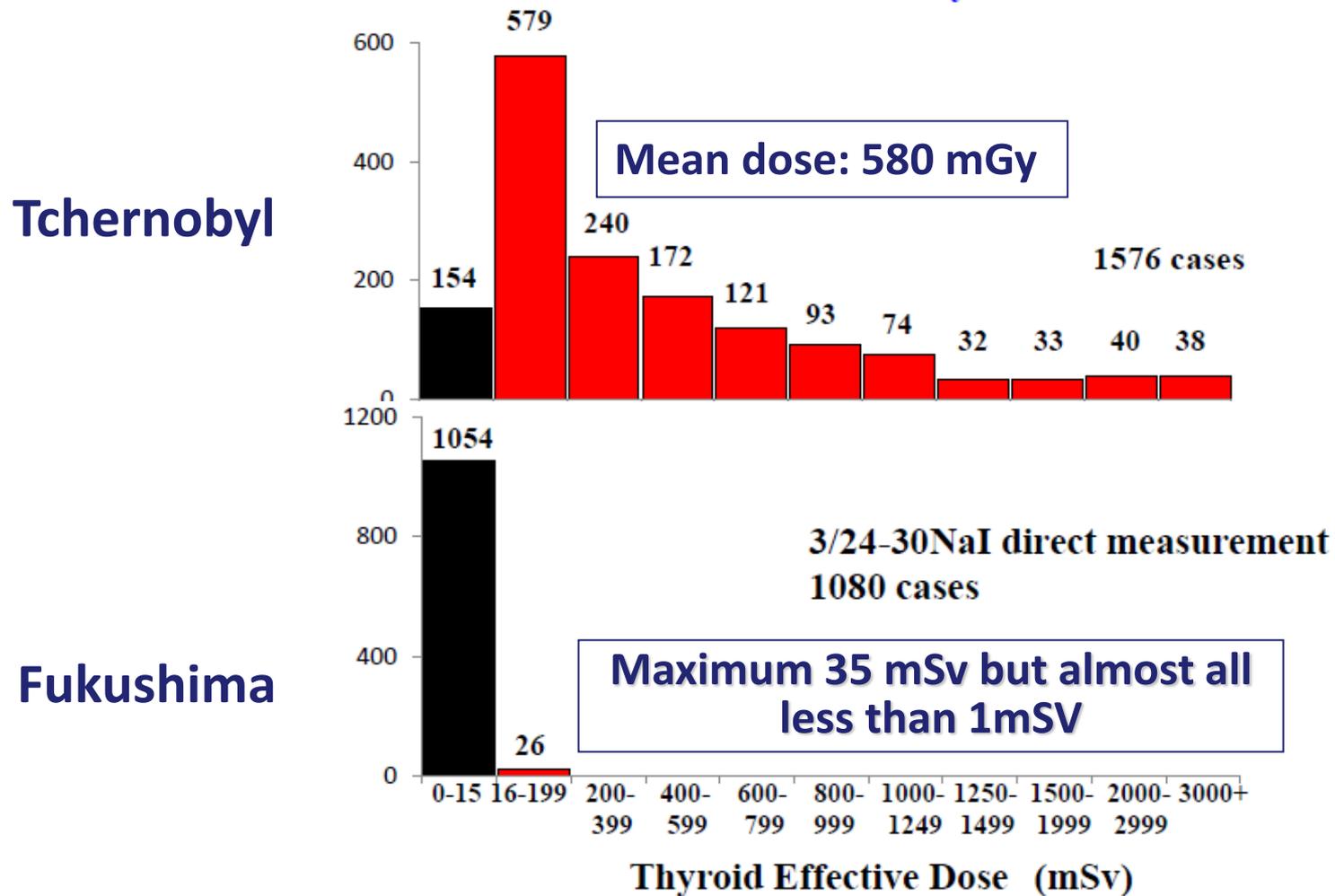
FUKUSHIMA. 11 Mars 2011

Dose à la thyroïde des enfants vivant à proximité de la centrale **<10mSv**
(confinement, restrictions alimentaires, régime riche en iode, distribution de KI)
Evacuation si dose >20mSv/an: 200,000 personnes

<u>Radionucléide</u>	<u>Tchernobyl</u>	<u>Fukushima</u>
Iode 131	1 800 000	130 000
Césium 137	85 000	11 000

[Activités en **Téra Bq** (10^{12} Bq); 1 Ci = 0,037 TBq]

COMPARAISON TCHERNOBYL - FUKUSHIMA : DOSE À LA THYROÏDE CHEZ LES ENFANTS

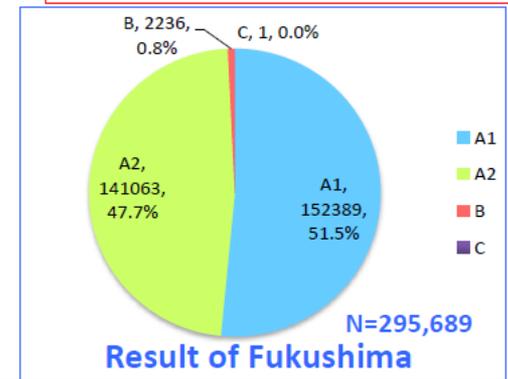
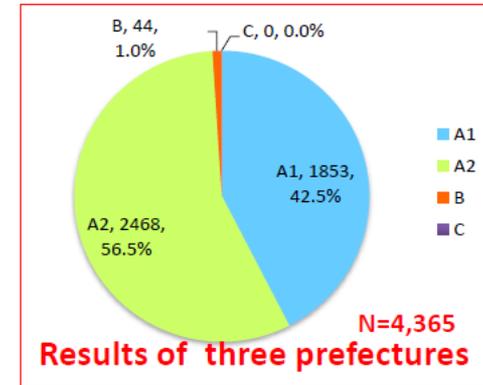


Programme de « dépistage du cancer de la thyroïde »

- Dans le cadre du « Fukushima Health Management Survey » mis en oeuvre par la Préfecture de Fukushima :
 - Examen échographique de la thyroïde des 360,000 sujets de 0-18 ans lors de l'accident (11 Mars 2011) résidant encore dans la préfecture, ou évacués
 - En 3 phases :
 - Octobre 2011 - 2013 : prévalence « de base »
[hypothèse de l'absence d'excès de cancers thyroïdiens dans les trois premières années]
 - 2014 - 2015 : évolution de la prévalence par screening tous les 2 ans jusqu'à l'âge de 20 ans puis tous les 5 ans
 - 2016 - en cours

Exploration de la thyroïde

Prefecture.



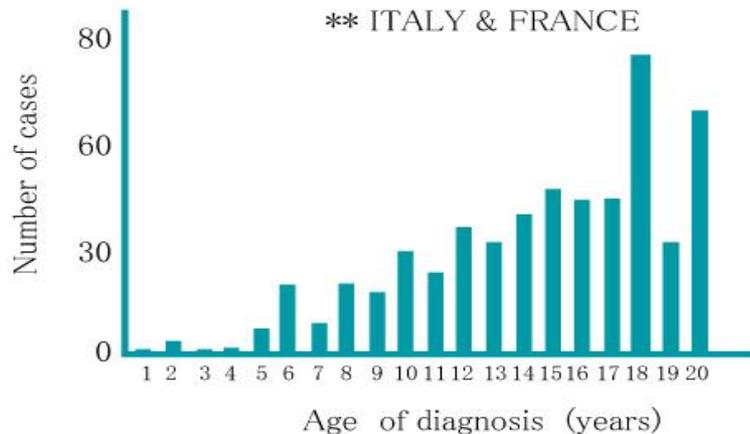
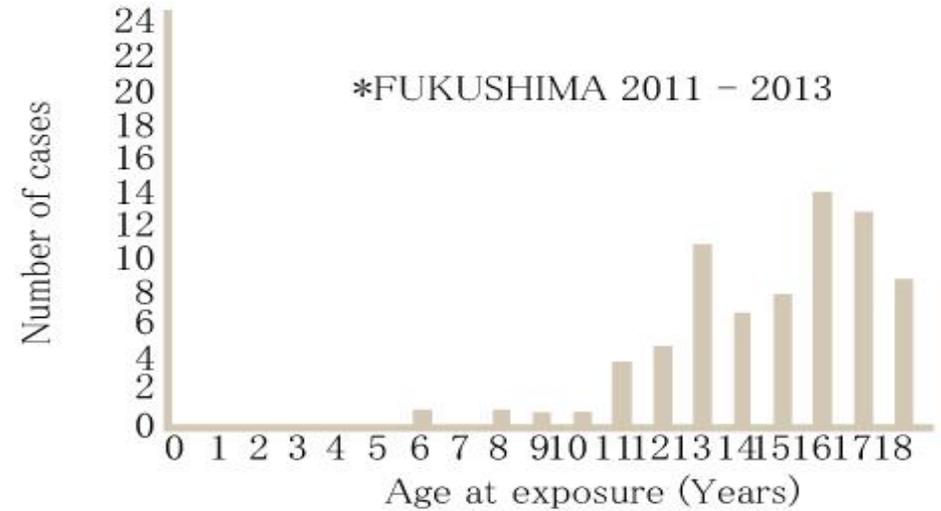
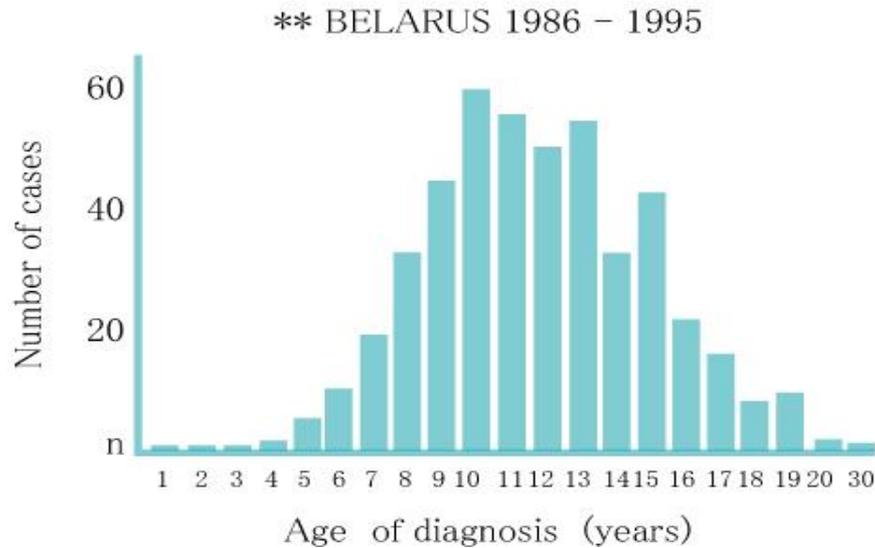
A1: thyroïde normale; A2: nodule<5mm ou kyste<20mm; B et C: anomalies indiquant d'autres explorations.

Fukushima: absence de conséquences thyroïdiennes. Screening

Période	2011-2013	2014-2015	2016-
Sujets examinés	300,473	270,511	120,596
Cytologie suspecte/maligne	116 (386/10 ⁶)	71 (260/10 ⁶)	4
Age au diagnostic	17,3	16,9	15,5
Age à l'accident	14,9	12,6	10,3
M/F	1/2	1/1,2	1/1

125 cancers opérés à Fukushima: 44 microcancers, taille moyenne: 14mm; M1: 2%
Cancers de l'enfant opérés au Japon: 40mm; M1: 19%
Pas de cancer chez les enfants âgés de 0-5 ans en 2011.

Conséquences de l'iode radioactif sur la thyroïde



L'âge de survenue du cancer de la thyroïde plaide contre une cause radio-induite à Fukushima

FUKUSHIMA: absence de conséquences thyroïdiennes

- Doses faibles à la thyroïde
- Pas d'augmentation de l'incidence des cancers de la thyroïde
- Cancers de la thyroïde chez les 10-15 ans en 2011 mais pas chez les 0-5 ans
- Même histologie que pour cancers spontanés
- Mutation BRAF mais réarrangement RET/PTC pas plus fréquent

Comment démontrer qu'un cancer est lié à l'irradiation?

- Dosimétrie: dose à la thyroïde > 100mGy
- Epidémiologie: âge à l'exposition, susceptibilité (?), délai d'apparition
- Type histologique (papillaire)
- Anomalie génétique: réarrangement (RET/PTC) > mutation ponctuelle (RAS, BRAF)
- Autres anomalies moléculaires (S Chevillard)
- Predisposition?

Distribution de comprimés de KI à proximité des centrales nucléaires en France

- Optimiser la sûreté des installations nucléaires
- Réduire les risques sanitaires de toute contamination radioactive: prévenir l'irradiation de la thyroïde chez les sujets jeunes: KI