

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



www.cea.fr

RAYONNEMENTS IONISANTS ET RISQUE DE CANCER DE LA THYROÏDE

Florence MENETRIER
CEA/DSV/Prositon



PROtection Sanitaire contre les rayonnements Ionisants et
TOxiques Nucléaires

SFRP
Fukushima 4 ans après

11 MARS 2015

Le cancer de la thyroïde

Cancer de la thyroïde et rayonnements ionisants

Fukushima: rejets d'iodes radioactifs et surveillance sanitaire

Fukushima et thyroïde: analyse précoce d'organismes internationaux

Conclusions - Perspectives

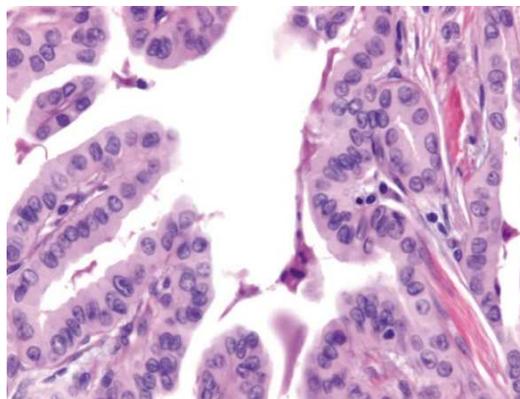
DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

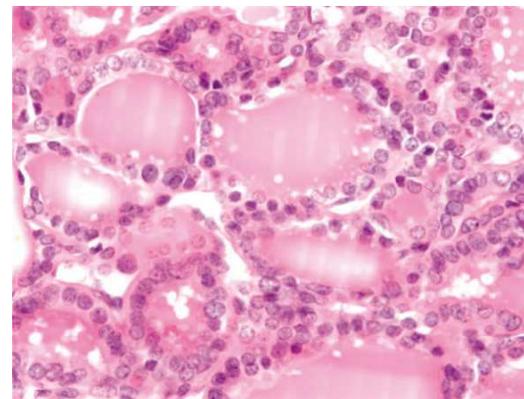


www.cea.fr

LE CANCER DE LA THYROÏDE



Cancer papillaire



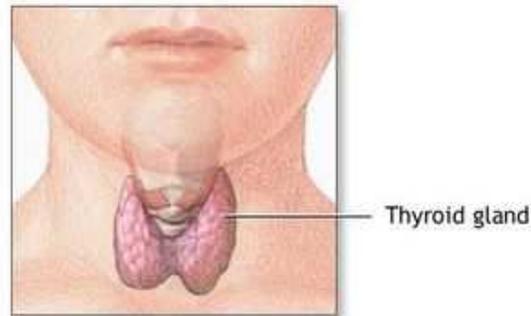
Cancer folliculaire

SFRP | F. Ménétrier

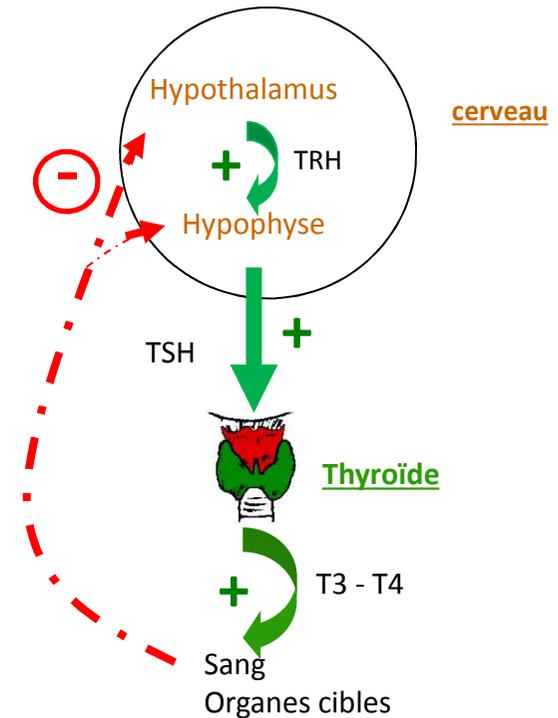
11 MARS 2015

Inserm

La glande thyroïde



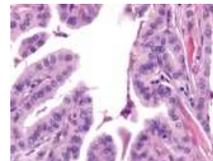
- Glande face antérieure du cou, 2 lobes (glande en papillon),
- Sa hauteur varie de 4 à 6 cm et la largeur de 1,5 à 2,5 cm
- 4 g < Masse < 20 g au cours de la croissance
- Fonctionnelle chez le fœtus à partir du 3^{ème} mois *in utero*
- Iode **stable**: élément *essentiel* – cible principale: thyroïde
- Hormones triiodothyronine (T3) et thyroxine (T4)
- Leur régulation thyreostimulin-hormon (TSH): rétrocontrôle



régulation de l'activité
thyroïdienne

Caractéristiques du cancer de la thyroïde

- un cancer rare: représente 1% des cancers en Europe.
- chez la femme: incidence environ 2 à 3 fois celle de l'homme
- Incidence augmente avec âge
- En **Europe**, le taux d'incidence est:
 - d'environ 40-50 par million et par an
 - environ **1 cas par million et par an chez l'enfant de moins de 10 ans.**

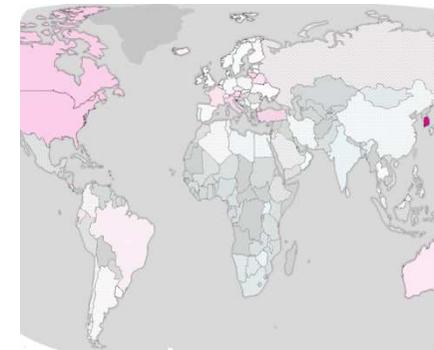


- le cancer **spontané** le plus fréquent est le cancer papillaire

- Fréquence variable chez l'adulte suivant les régions du monde (de plus d'un facteur 10). Ces variations font suspecter des facteurs hormonaux, alimentaires et génétiques.

	Incidence par million en France		
Age (années)	garçons	filles	2 sexes
0-4	0.4	0.7	0.6
5-9	1	1.8	1.4
10-14	2.8	6.7	4.7
0-14	1.3	2.8	2.0

(InVS, 2011)



Evolution de l'incidence du cancer de la thyroïde - France

- Augmentation globale de la fréquence (environ x2 à 3), registre cancers de Champagne-Ardenne depuis 1975,
- Augmentation de tous les types histologiques et pour tous les âges,
- Diminution de la taille des anomalies détectées (nodules thyroïdiens de 2 mm de diamètre),
- Diminution de la fréquence des extensions (*i.e.* : *métastases*),

Les cancers sont découverts plus tôt !

De plus :

- le cancer thyroïdien reste très fréquemment inapparent chez les adultes
Quelle que soit l'origine du décès, des autopsies systématiques retrouvent un cancer de la thyroïde chez 6 à 28 % des adultes.
- Augmentation de la fréquence non accompagnée d'une augmentation de la mortalité,
- Augmentation observable dans les pays non touchés par la contamination (*i.e.* : *USA*), et touchant hommes et femmes dans les mêmes proportions.

L'accroissement de la fréquence est donc attribuable à :

- > une meilleure qualité des échographies,
- > un meilleur dépistage,



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

CANCER DE LA THYROÏDE ET RAYONNEMENTS IONISANTS



www.cea.fr

SFRP | F. Ménétrier

11 MARS 2015

CANCER DE LA THYROÏDE ET RAYONNEMENTS IONISANTS

- La seule cause exogène identifiée : irradiation de la thyroïde survenue pendant l'enfance soit à la suite d'une irradiation externe, soit après une contamination interne par de l'iode (inhalation, ingestion) radioactif.

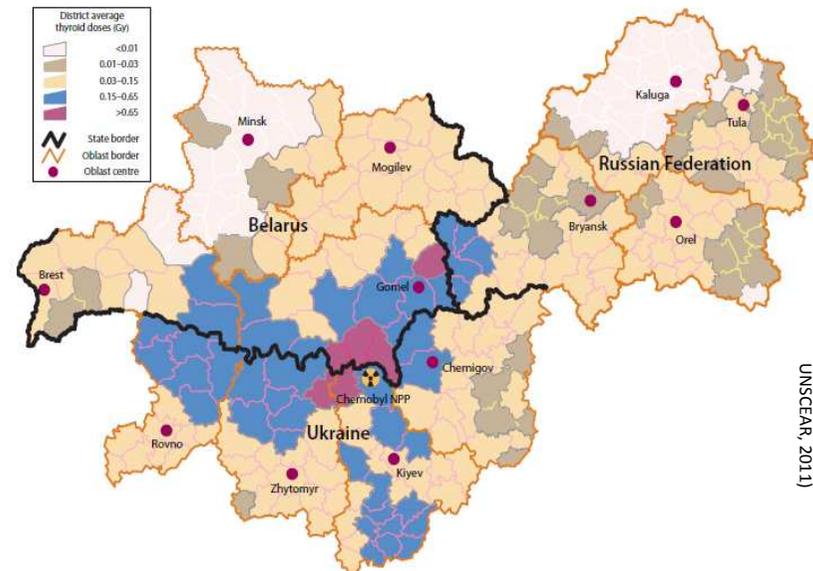
- Informations proviennent de:
 - Suivi cohorte Hiroshima et Nagasaki
 - Les bombes et les essais nucléaires
 - Les accidents industriels (Tchernobyl)
 - Les études après irradiation médicale



- Majorité des cancers radio induits : cancers papillaires
- **Incidence augmente** à partir d'environ **10 ans** après exposition, passe par un maximum **20 ans** après.
- Risque de cancer de la thyroïde significatif pour une dose à la thyroïde **supérieure à 100 mGy** et augmente avec dose jusqu'à environ 10 Gy puis diminution due à mort cellulaire.
- Pour une dose donnée:
 - **risque maximal** si exposition chez enfant très jeune (taille thyroïde, captation iode)
 - **risque diminue avec âge**
 - **risque non significatif** si exposition au-delà de âge de 20 ans

Retour sur l'accident de Tchernobyl

- Relâchement de grandes quantités d'isotopes radioactifs de l'iode: près de 2000 PBq (1 PBq = 10^{15} Bq)
- Incorporation par inhalation mais surtout par ingestion d'aliments contaminés (en particulier le lait)
- La contamination, maximale juste après l'accident diminue rapidement du fait de la courte période radioactive de l'iode 131 (8 jours).
 - Après 3 périodes, diminution de l'activité d'un facteur 8
 - après 10 périodes (juillet 1986), diminution de l'activité d'un facteur 1000.
- Dans les régions les plus contaminées par l'accident: Biélorussie, Fédération de Russie, Ukraine
 - **Les doses à thyroïde furent supérieures à 1 Gy chez plus de 15 000 enfants**
 - dose moyenne à la thyroïde 0,1 Gy chez adulte



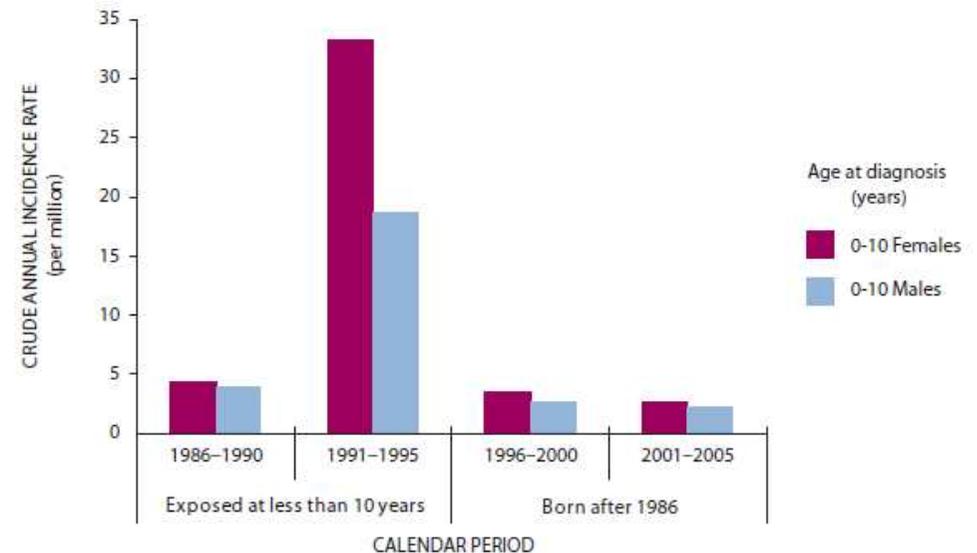
UNSCER, 2011

Estimation doses à la thyroïde chez enfants-adolescents vivant dans régions les plus affectées

CANCER DE LA THYROÏDE ET RAYONNEMENTS IONISANTS

Cancer de la thyroïde après Tchernobyl dans les 3 républiques proches: Biélorussie, Fédération russe, Ukraine

- 1 800 cancers survenus entre 1990 et 1998 chez les enfants âgés de moins de 18 ans au moment de l'accident alors que nombre attendu quelques dizaines (UNSCEAR, 2000)
- près de 7000 cas de cancers de la thyroïde diagnostiqués de 1991 à 2005 chez les enfants âgés de moins de 18 ans au moment de l'accident (UNSCEAR, 2011), plus fortement chez les filles
- latence brève délai apparition 4-5 ans après accident
- Augmentation importante liée à accident de Tchernobyl: incidence faible pour ceux nés après 1986

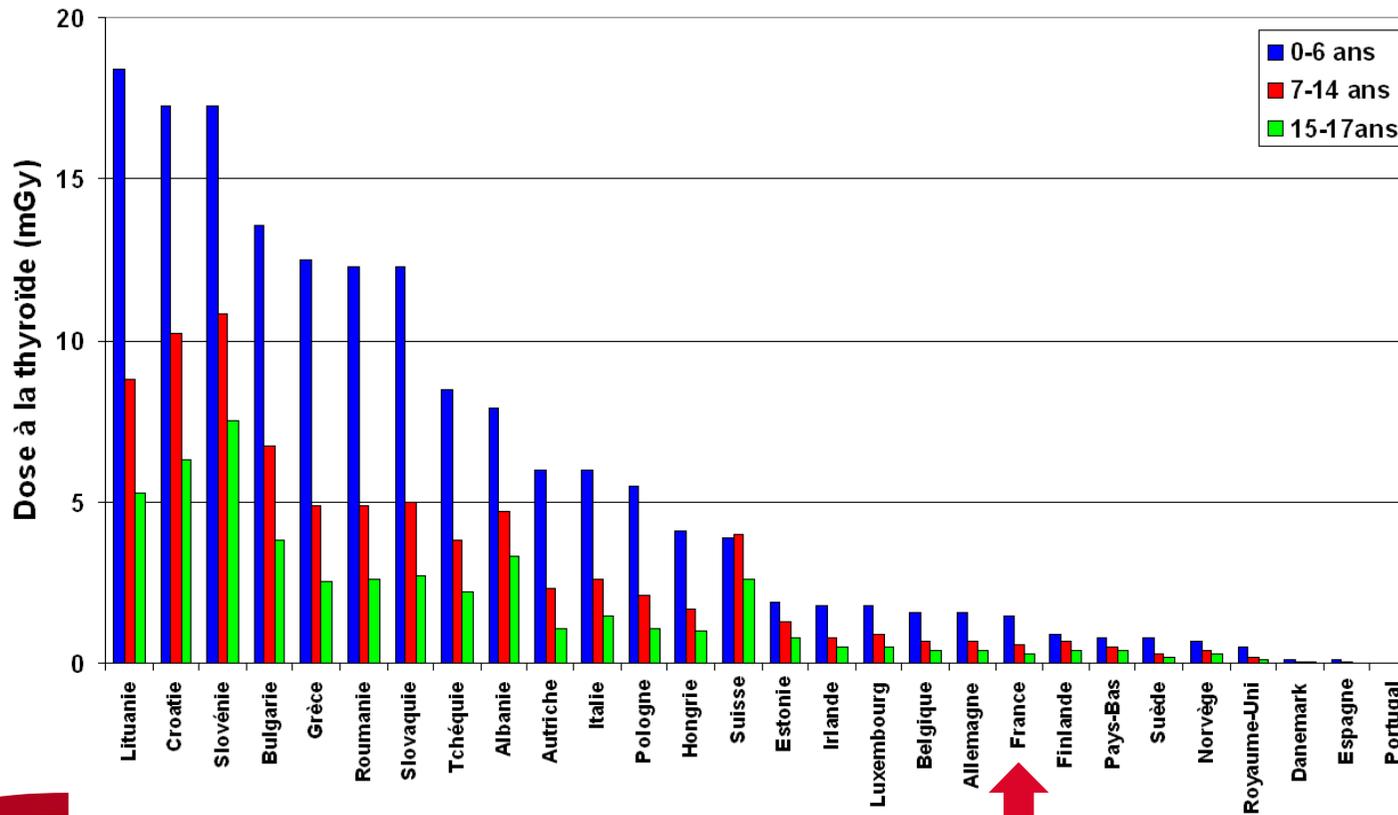


Incidence pour enfants de moins de 10 ans (au moment diagnostique) en Belarus (UNSCEAR, 2011)



CANCER DE LA THYROÏDE ET RAYONNEMENTS IONISANTS

Retour sur l'accident de Tchernobyl dans les autres pays d'Europe



Dose à la thyroïde – UNSCEAR 2008 (2011)



- gradient décroissant est en ouest, zones hétérogénéité
- doses largement inférieures (< 0,1 Gy pour enfants < 1 an) à celles connues pour déclencher cancers radio-induits de la thyroïde

Conclusions post-Tchernobyl

- Comparaison cancers diagnostiqués chez jeunes (même tranche d'âge) entre 1986-1995 Italie-France et Ukraine-Belarus

	Italie-France	Ukraine-Belarus
Nombre cas	369	472
Age patients au diagnostic	Majorité > 14 ans	Majorité cas < 5 ans
Type cancer	82% papillaires 15% folliculaires	94% papillaires 5% folliculaires
Sex ratio filles/garçons	2,5	1,6
commentaires		Plus invasifs Atteinte extra thyroïdienne + fréquente Maladies auto immunes + fréquentes

Pacini, 1997)



Profils différents suggèrent que la dose serait une cause parmi d'autres du cancer de la thyroïde: autres contaminants industriels ? Déficience en iode stable ?

- Si en Europe (1988-1997), chez 0-14 ans, incidence entre 0,5 et 1,2 cancers de la thyroïde / 10⁶ personnes; en Belarus (1989-1997), incidence 23,6 / 10⁶

CANCER DE LA THYROÏDE ET RAYONNEMENTS IONISANTS

Conclusions post-Tchernobyl

- Risque augmente avec la dose radiologique: d'autant plus élevé que l'enfant est jeune (fœtus à adolescence)
- Délai de latence pour apparition de cancer de la thyroïde peut être très court: 4-5 ans!
- Différences dans profils des cancers en Belarus-Ukraine et autres pays occidentaux: âge au diagnostic, type histologique, caractère invasif de la tumeur...
- Dans le cas de l'accident de Tchernobyl, facteurs d'aggravation et d'incertitudes:
 - l'importance des relâchements et rôle des iodes à vie très courte, en plus de l'iode-131,
 - incertitude sur dosimétrie individuelle,
 - apport alimentaire en iode stable (lait) mais aussi en sélénium
 - la mise en place tardive de la distribution de comprimés d'iode
 - l'interdiction tardive de consommation des produits frais.
- risque 3 fois moins important de cancer de la thyroïde chez les enfants ayant reçu une supplémentation en iode stable après l'accident de Tchernobyl

Périodes

¹³¹I: 8 jours

¹³²I: 2,3 heures

¹³³I: 20,8 heures

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



FUKUSHIMA: RELÂCHEMENT D'IODES RADIOACTIFS ET SURVEILLANCE SANITAIRE



SFRP | F. Ménétrier

11 MARS 2015

www.cea.fr

Relâchement atmosphérique important mais plus faible qu'à Tchernobyl:
 131 : 100-500 PBq à Fukushima alors que près de 2000 PBq à Tchernobyl

Dispositifs mis en place par les autorités japonaises

mauve: zone évacuation d'urgence de 20 km: zone interdite

beige: zone 20-30 km: zone mise à l'abri: zone de préparation à l'évacuation d'urgence

rouge: zone d'évacuation élargie



Lancement d'un programme de surveillance médicale (dès juin 2011)

pour 2 millions de personnes de la Préfecture de Fukushima.

- estimer la dose externe reçue par les personnes exposées,
- échographie thyroïdienne pour tous les enfants âgés de moins de 18 ans soit **environ 360 000** enfants pour surveiller une éventuelle augmentation des cancers de la thyroïde,
- recueillir des informations sur la prise de comprimés d'iode stable et sur la consommation de produits alimentaires et d'eau de boisson,
- Fin de la campagne prévue en mars 2014. Puis échographie tous les 2 ans jusqu'à 20 ans puis tous les 5 ans ensuite.

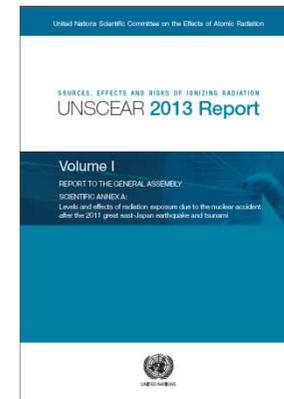
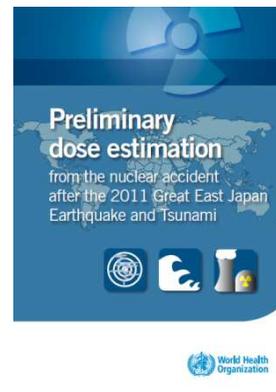


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



FUKUSHIMA ET THYROÏDE: ANALYSE PRÉCOCE D'ORGANISMES INTERNATIONAUX



SFRP | F. Ménétrier

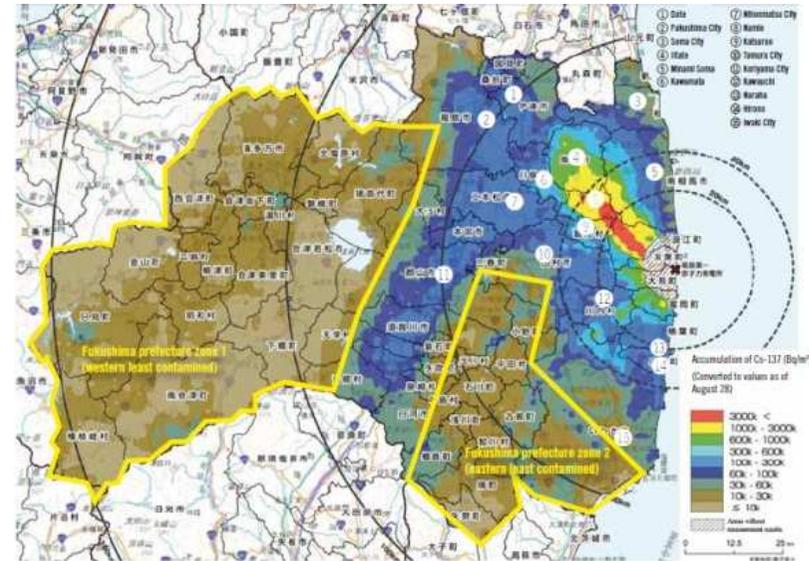
11 MARS 2015

www.cea.fr

OMS - Evaluation préliminaire des doses de radiation

1er rapport (2012)

- données de septembre 2011 transmises par gouvernement japonais (radioactivité dans l'air, le sol, l'eau et les denrées alimentaires) et aussi modélisation
- Estimation des doses au public pour différents groupes d'âges (1 et 10 ans, adultes), dans différents lieux à travers le monde, **pour l'année qui suit l'accident**
- **Uniquement ordres de grandeur (en mGy)**



Source: http://radioactivity.mext.go.jp/en/contents/4000/3168/24/1270_0912_2.pdf (reproduced with permission).
Readings of the Airborne monitoring survey by MEXT in the Western part of Fukushima prefecture.

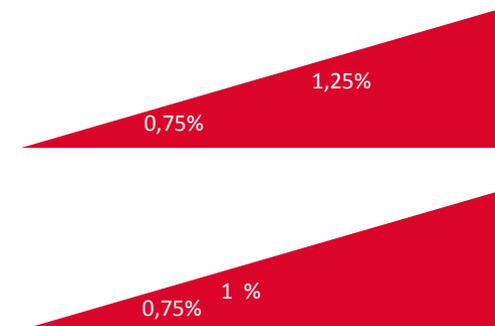
- dans la zone la plus affectée: Enfants (1 an et 10 ans): 10-100 (sauf à Namie 100-200) / Adultes: 1- 100
- dans reste de la préfecture Fukushima: enfants 10-100 / adultes 1-10
- Reste du Japon: 1-10

OMS: Evaluation du risque 2nd rapport (2013)

Objectif de santé publique: déterminer impact potentiel pour anticiper le besoin en ressources médicales et actions à prévoir en santé publique

- chez la femme, le risque de cancer de la thyroïde au cours de la vie entière est normalement de 0,75%.
- le risque **additionnel** estimé au cours de la vie entière est de 0,50% pour un nourrisson de sexe féminin exposé dans la zone la plus contaminée soit un risque de 1,25%: soit une augmentation de **70%** au maximum pour le cancer de la thyroïde (au-dessus du 'bruit de fond'), Comme faible 'bruit de fond': même une augmentation relative importante, correspond à une augmentation absolue faible du risque.

- Dans la 2nde zone la plus contaminée:
risque évalué à 1% au lieu de 075%



OMS: Evaluation du risque 2nd rapport (suite)

- **En dehors zone** la plus exposée: aucune augmentation risque de cancer de la thyroïde au dessus du niveau spontané n'est attendue
- **Méthodologie:** estimation '**conservative**' du risque vie entière considérant:
 - Consommation d'eau : uniquement eau du robinet,
 - Préparation pour enfant: uniquement eau du robinet
 - Consommation uniquement d'aliments produits dans la préfecture de Fukushima
 - Aucune décroissance de la radioactivité en fonction du temps, du mode de préparation
 - Aucune restriction sur les aliments ou l'eau
- De plus analyse sur données préliminaires de septembre 2011
- Quelques travailleurs ayant inhalé des quantités significatives d'iode radioactif pourraient développer des troubles non cancéreux de la thyroïde.

Analyse UNSCEAR

Population

- Doses moyennes à la thyroïde chez enfants 1 an, estimées par le Comité Unsear:
 - évacués de la préfecture de Fukushima: au maximum 80 mGy
 - Non évacués de la Préfecture de Fukushima: 50 m Gy
 - autres préfectures: 15 mGy
 - Reste du Japon: 3 mGy
- Doses estimées par le Comité jusqu'à 5 fois plus élevées que les mesures directes à la thyroïde effectuées par les autorités locales sur plus 1000 enfants

Travailleurs

- Par ailleurs, 13 travailleurs chez qui dose à la thyroïde à partir incorporation iode-131: 2 à 12 Gy d'où risque pathologies thyroïde à surveiller
- 2000 travailleurs: > 100 mGy à la thyroïde (surtout irradiation externe) aussi à surveiller pour cancer entre autres de la thyroïde.

Analyse UNSCEAR

- Parmi les jeunes de la préfecture de Fukushima ayant eu une échographie: des nodules thyroïdiens chez 1% et des kystes chez 40% d'entre eux ont été détectés,
- La même campagne effectuée sur 4000 jeunes de préfectures non affectées: incidence des nodules et des kystes de la thyroïde **supérieure** à celle trouvée chez jeunes de la préfecture de Fukushima,
- Taux de détection élevé dans ces campagnes: conséquence du screening approfondi et non pas de l'exposition aux rayonnements

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

CONCLUSIONS - PERSPECTIVES



SFRP | F. Ménétrier

11 MARS 2015

www.cea.fr

- Etant donné:
 - les doses à la thyroïde des enfants de Fukushima significativement plus faibles que celles reçues autour de Tchernobyl
 - le délai de latence **minimum** connu après l'exposition aux iodes radioactifs de 4-5 ans,
 - Apport important d'iode stable dans alimentation au Japon

- cancer thyroïde **rare et populations de jeunes** dans les zones les plus contaminées assez réduite:
Si excès de cancers de la thyroïde, **difficile** à discerner par les études épidémiologiques au-dessus du '**bruit de fond**'

- **pour travailleurs**: petits échantillons, si augmentation du nombre de cancers, sera indiscernable, d'autant plus que radiosensibilité thyroïde de l'adulte plus faible que chez le jeune



- Une augmentation importante du nombre de cancers de la thyroïde comme après Tchernobyl, peut être écartée car les doses à la thyroïde des enfants/adolescents de Fukushima significativement plus faibles,
- Il ne peut pas être exclu que la fourchette haute d'exposition soit dans des doses pouvant provoquer cancers de la thyroïde, qui pourraient être détectés si des échantillons de populations suffisamment grands pouvaient être suivis,
- La détection d'anomalies de la thyroïde est attendue suite à la campagne d'échographies de la thyroïde initiée dans la préfecture de Fukushima, notamment des cancers qui seraient 'silencieux'



Réduire l'incertitude sur le risque – surveillance sanitaire

- Progresser dans l'identification de l'origine des cancers de la thyroïde qui vont être diagnostiqués:
 - Disposer d'éléments sur l'incidence des cancers de la thyroïde dans les populations des zones non affectées pour évaluer l'impact de ce screening intensif,
 - Identifier type histologique, caractère invasif de la tumeur,
 - Connaître l'âge des enfants-adolescents au moment du diagnostic

- Pour la population (même si doses à la thyroïde évaluées comme faibles), et pour les travailleurs (avec doses estimées les plus élevées): suivi médical nécessaire:
 - À cause de l'incertitude sur l'exposition,
 - Pour rassurer les personnes exposées,
 - Attention particulière aux cas de cancers de la thyroïde apparaissant à partir du délai de 4-5 ans (exposition chez jeune)
 - Autres pathologies possibles chez travailleurs





<http://www-prositon.cea.fr>

Merci de votre attention

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre CEA de Fontenay-aux-Roses | 18 route du Panorama – BP 6
92 265 Fontenay-aux-Roses cedex
T. +33 (0)1 46 54 98 29 | F. +33 (0)1 46 54 98 72

Direction des sciences du vivant
PROtection Sanitaire contre les rayonnements
Ionisants et **TO**xiques Nucléaires

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019