

REX DE FUKUSHIMA : IMPACT SANITAIRE DE L'ACCIDENT

Énora CLÉRO
Épidémiologiste (PhD)

66^{ème} réunion plénière du HCTISN, 12 octobre 2023

Etudes épidémiologiques sur les rayonnements ionisants

1950

Médecins **radiologues** (1900-1930)

Peintres de cadrans lumineux, radium (1910-1930)

Irradiations médicales pour affections non malignes, radio-diagnostic (1920-1940)

Survivants des bombes atomiques de **Hiroshima-Nagasaki** (1945)

1960

Mineurs d'uranium (1940-1990)

1970

Populations exposées aux retombées d'**essais atomiques** (1950-1990)

Travailleurs de l'**industrie du nucléaire** (1950-)

1980

Populations exposées aux **rayonnements naturels**

1990

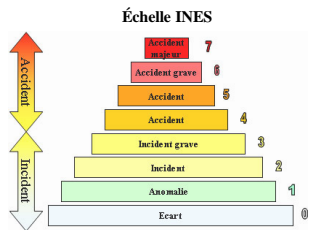
Populations exposées aux retombées de l'accident de **Tchernobyl** (1986)

2010

Enfants exposés aux **scanners**, visée diagnostique (1980-)

Populations exposées aux retombées de l'accident de **Fukushima** (2011)

Deux accidents nucléaires majeurs



Accident de Tchernobyl

- 26 avril 1986 -

■ Iode 131 : 1 760 PBq

■ Chez les **enfants** :

↗ du nombre de cancers de la thyroïde, très forte et précoce, persiste à l'âge adulte
→ 25 % cas attribuables aux radiations
(≈ 5 000 cas en 1991-2015, *UNSCEAR 2018*)

■ Chez des **liquidateurs** :

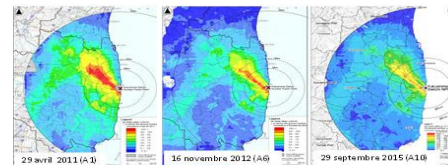
↗ du risque de leucémie liée aux radiations

■ Importance des **effets psychologiques** :

syndrome de stress post-traumatique, dépression, anxiété...

Accident de Fukushima

- 11 mars 2011 -



■ Iode 131 : 120 PBq + 11 à 18 PBq rejetés en mer

■ Programme de suivi sanitaire (FMU) « *Fukushima Health Management Survey* », incluant la mise en place d'un dépistage du cancer de la thyroïde chez les **enfants**

■ Etude *NEWS* sur la santé des **travailleurs** (RERF)

Radionucléides	Tchernobyl (PBq)	Fukushima (PBq) [rejetés en mer]
Xénon 133, gaz rare	6 500	7 300
Iode 131	≈ 1 760	120 [11 à 18]
Césium 137	≈ 85	10 [3,5 à 5,6]
Strontium 90	≈ 10	< 0,01 [0,04 à 1]

(*UNSCEAR 2020/2021*)

Programme de suivi sanitaire
« Fukushima Health Management Survey »

Enquête de base « *Basic Survey* »

Estimation de l'exposition aux radiations
≈ 2 000 000 résidents de la Préfecture de Fukushima

Enquêtes spécifiques

**Bilan de santé
des évacués**

≈ 210 000 personnes
des zones évacuées

Santé mentale et mode de vie

≈ 210 000 personnes
des zones évacuées

Femmes enceintes, naissances

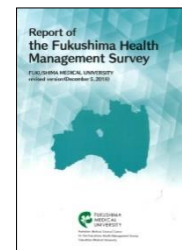
≈ 16 000 femmes enceintes
(août 2010 - juillet 2011)

Dépistage des cancers de la thyroïde

≈ 360 000 résidents âgés de 0 à 18 ans en mars 2011

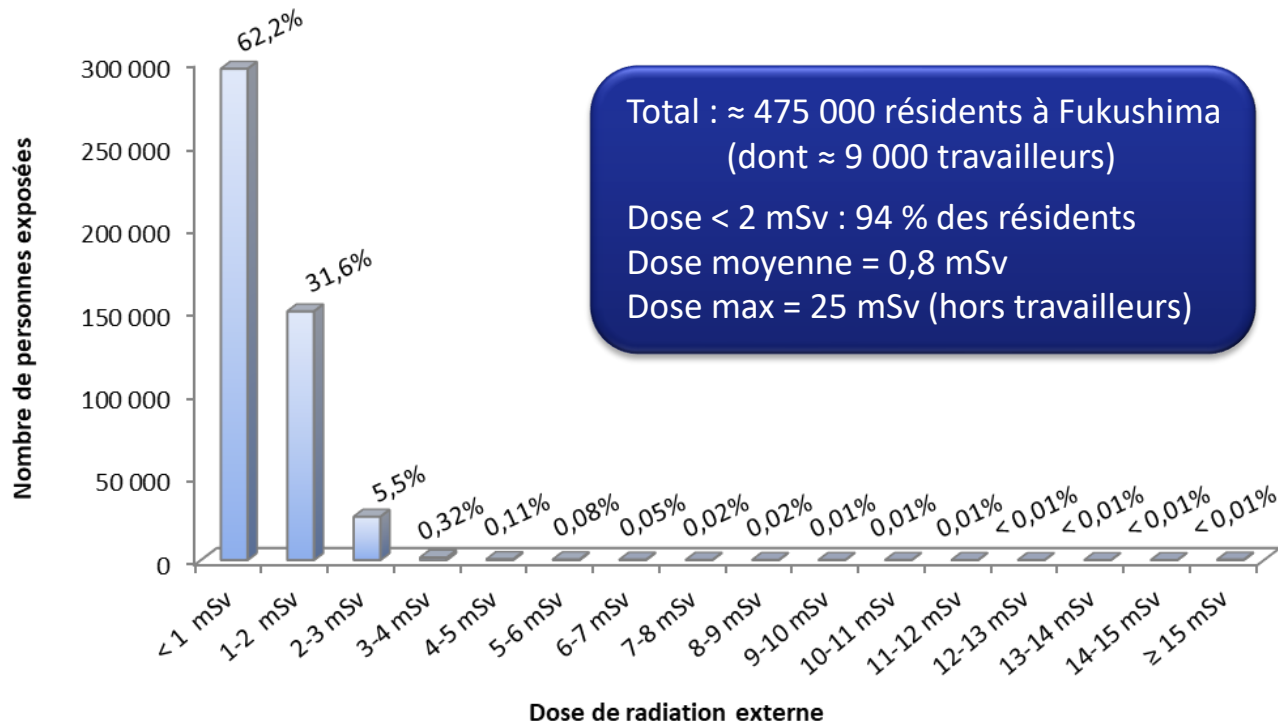
Suivi sanitaire après l'accident de Fukushima

- Suivi de la santé des résidents sur une longue période dans le but de promouvoir la santé à l'avenir
- Programme ambitieux mis en place dès juillet 2011
- Evaluation, mais aussi conseil et intervention



Enquête de base sur les résidents de la Préfecture de Fukushima

Estimation des doses individuelles pendant la période où les débits de dose de rayonnement dans l'environnement étaient les plus élevés, basée sur la déclaration des lieux de déplacement et activités au cours des 4 premiers mois après l'accident et sur la cartographie de l'exposition aux radiations (Institut National des Sciences des Radiations)



Estimation des doses : rapport UNSCEAR 2020/2021

Doses moyennes estimées la 1^{ère} année suivant l'accident, selon les communes/préfectures (min-max)

Dose efficace (mSv)

	Préfecture de Fukushima	Préfectures voisines	Reste du Japon
Adulte	0,08 – 3,8	0,10 – 0,9	0,004 – 0,36
10 ans	0,10 – 4,5	0,13 – 1,1	0,005 – 0,43
1 an	0,12 – 5,3	0,15 – 1,3	0,005 – 0,51

Dose absorbée à la thyroïde (mGy)

Adulte	0,5 – 11	0,3 – 3,3	0,03 – 0,5
10 ans	1,0 – 17	0,5 – 5,2	0,07 – 0,6
1 an	1,2 – 21	0,6 – 6,3	0,09 – 0,7

Dépistage du cancer de la thyroïde

CANCER DE LA THYROÏDE

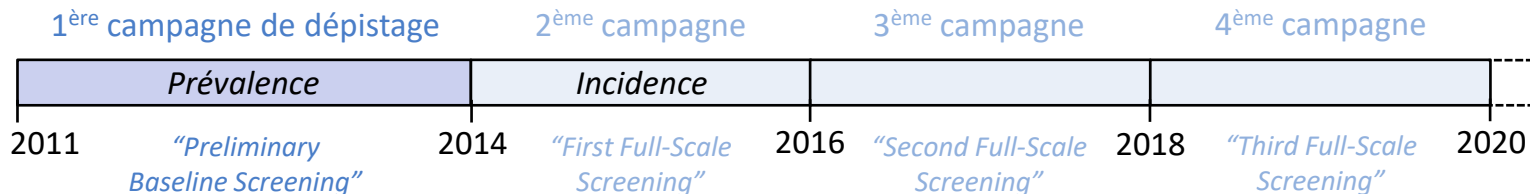
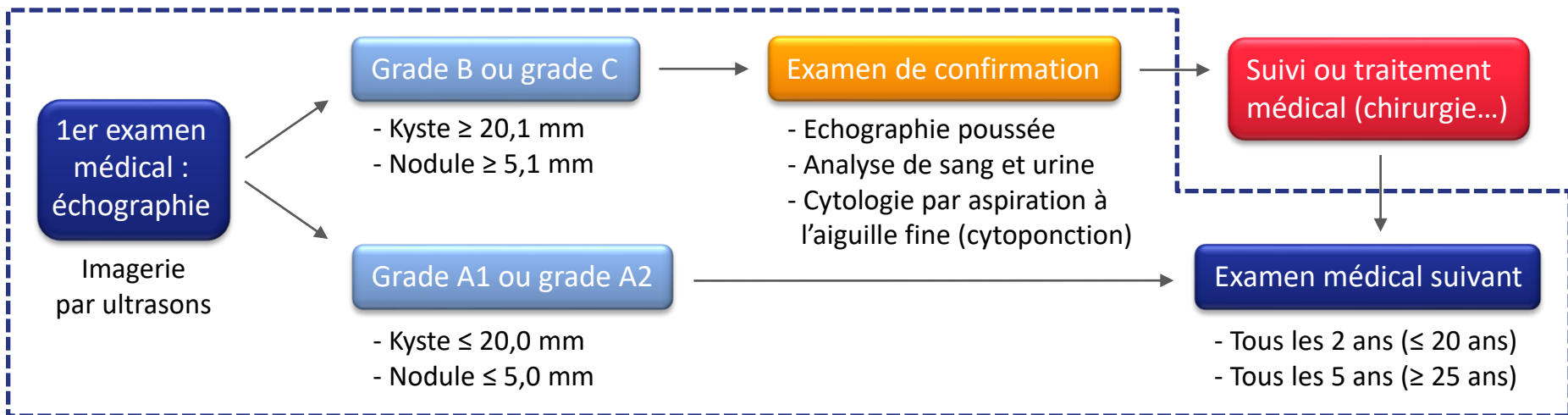
- Cancer rare :
10 000 nouveaux cas par an en France
- Plus fréquent chez la femme (75%)
- Types histologiques :
 - Papillaires, folliculaires (différenciés) > 90%
→ Potentiellement radio-induits
→ Bon pronostic : faible létalité
 - Anaplasiques (indifférenciés) + médullaires
- Nodules cancéreux peuvent rester silencieux pendant de nombreuses années

DÉPISTAGE, DIAGNOSTIC ET TRAITEMENT

- Palpation cervicale :
gros nodules identifiés
- Examen ultrasonographique depuis 1990 : taille jusqu'à 2-3 mm
- Aspiration par aiguille fine (cytoponction)
classement bénin / malin / impossible à classer
- Ablation totale / partielle de la thyroïde
- Traitement hormonal substitutif à vie

Dépistage du cancer de la thyroïde chez les enfants

≈ 360 000 résidents de la Préfecture de Fukushima âgés ≤ 18 ans au moment de l'accident



Bilan du dépistage du cancer de la thyroïde (juillet 2023)



Campagne de dépistage		① Préliminaire 2011-2013	② 2014-2015	③ 2016-2017	④ 2018-2019	⑤ 2020-2022 *	≥ 25 ans 2018-2022 *	≥ 30 ans 2022 *
Population cible		367 637	381 237	336 667	294 228	252 938	129 007	22 626
Réalisé (%)		300 472 (82 %)	270 552 (71 %)	217 922 (65 %)	183 410 (62 %)	108 250 * (43 %)	11 674 * (9 %)	1 474 * (7 %)
Cas suspects (après cytoponction)		116 cas (0,03 %)	71 cas (0,02 %)	31 cas (0,01 %)	39 cas (0,01 %)	34 cas * (0,01 %)	22 cas * (0,02 %)	3 cas * (0,01 %)
Chirurgie de la thyroïde		<u>102 cas</u>	<u>56 cas</u>	<u>29 cas</u>	<u>34 cas</u>	<u>26 cas *</u>	<u>14 cas *</u>	<u>1 cas *</u>
Type histologique de cancer	Papillaire	100	55	29	34	26 *	13 *	1 *
	Peu différencié	1						
	Autres	1 (bénin)	1 (non précisé)				1 (folliculaire)*	

* En cours de réalisation (48th Prefectural Oversight Committee Meeting for Fukushima Health Management Survey, juillet 2023)

Cancers thyroïdiens liés à un effet du dépistage plutôt qu'à un effet des radiations (à ce jour)

Effet du dépistage

Exposés *versus*
non exposés

Surdiagnostic
du cancer

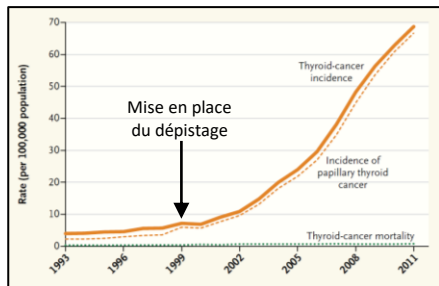
Identification des cas de cancer de la thyroïde

Prévalence de
nodules thyroïdiens

Ex : Corée du Sud
× 15 en 1993-2011



↓
Résultats similaires
des dépistages :
• Fukushima
• 3 autres préfectures
(Japon)



↗ incidence du cancer de la thyroïde
chez enfants comparable aux adultes

Dépistage systématique



Registre de cancers

Nodules tumoraux de petite taille,
sans expression clinique

Enregistrement uniquement
des nouveaux cas (incidents)

- Sans grosseur au cou détectable
par palpation
- Sans perturbation endocrinienne,
bonne survie

- *Cliniquement exprimés*
ou découverts fortuitement

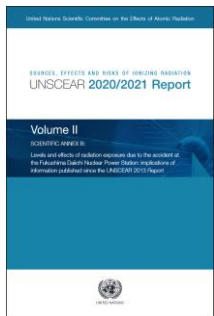
→ *Réservoir important de maladies subcliniques*
(ex : Corée du Sud, autopsies)

Cancers thyroïdiens liés à un effet du dépistage plutôt qu'à un effet des radiations (à ce jour)

Effet des radiations : résultats observés après Tchernobyl *versus* Fukushima

Distribution
de l'âge

Cas exposés
beaucoup plus jeunes
après Tchernobyl
(Tronko *et al. Thyroid* 2014)



Caractéristiques des cancers

Fréquence différente
des altérations génétiques :
prédominance de la mutation
BRAF à Fukushima *versus*
RET/PTC à Tchernobyl
(Mitsutake *et al. Sci Rep* 2015)

Scénario histopathologique
différent
(Bogdanova *et al. Thyroid* 2021)

Dose de radiation

Doses estimées beaucoup plus élevées
après Tchernobyl

Pas d'association montrée à ce jour
entre distribution des doses
et fréquence des cancers thyroïdiens
(Ohira *et al. J Radiat Res* 2020)

Effets sanitaires radio-induits
difficilement discernables dans le futur,
dû au faible niveau de dose
(UNSCEAR 2020/2021)

Femmes enceintes et naissances

Résultats similaires aux enquêtes nationales (%)

- ✓ Pas d'association avec la dose de radiation externe due à l'accident nucléaire
- ✓ Dose médiane = 0,5 mSv (max 5,2 mSv)
(Yasuda et al. J Epidemiol 2022)

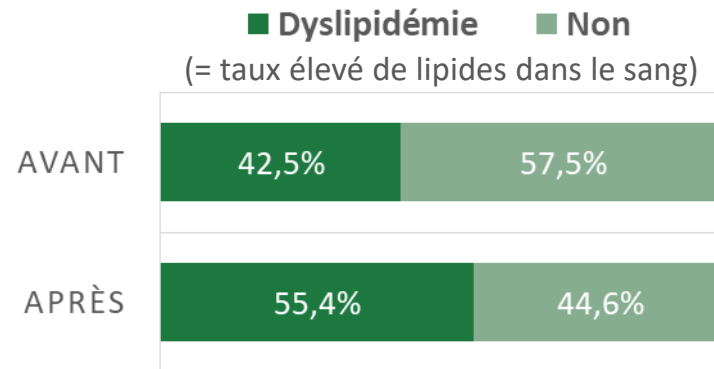
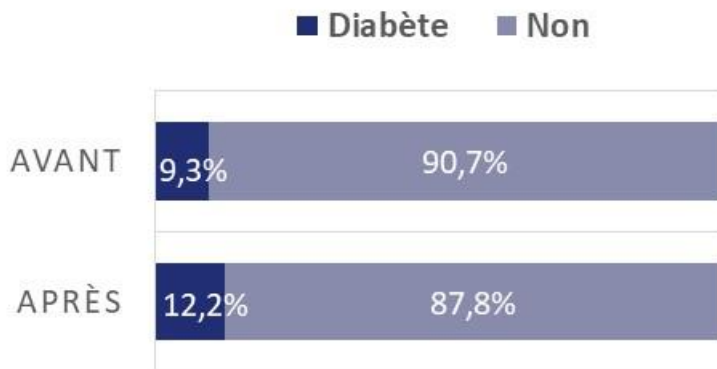
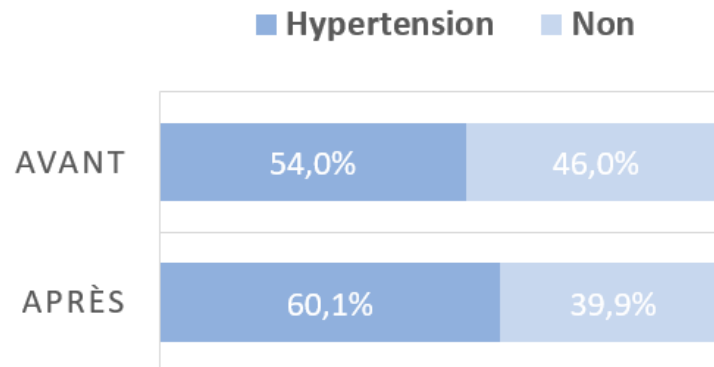
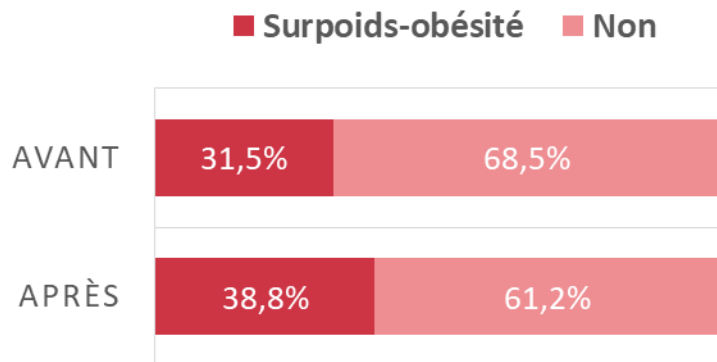
Année
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018

Taux d'accouchements prématurés	
Fukushima	Japon
4,8	5,7
5,7	5,7
5,4	5,8
5,4	5,7
5,8	5,6
5,4	5,6
5,4	5,7
5,3	5,6

Taux d'enfants à faible poids à la naissance	
Fukushima	Japon
8,9	9,6
9,6	9,6
9,9	9,6
10,1	9,5
9,8	9,5
9,5	9,4
9,4	9,4
9,2	9,4

Taux d'anomalies congénitales	
Fukushima	Japon
2,85	≈ 2-5
2,39	
2,35	
2,30	
2,24	
2,55	
2,38	
2,19	

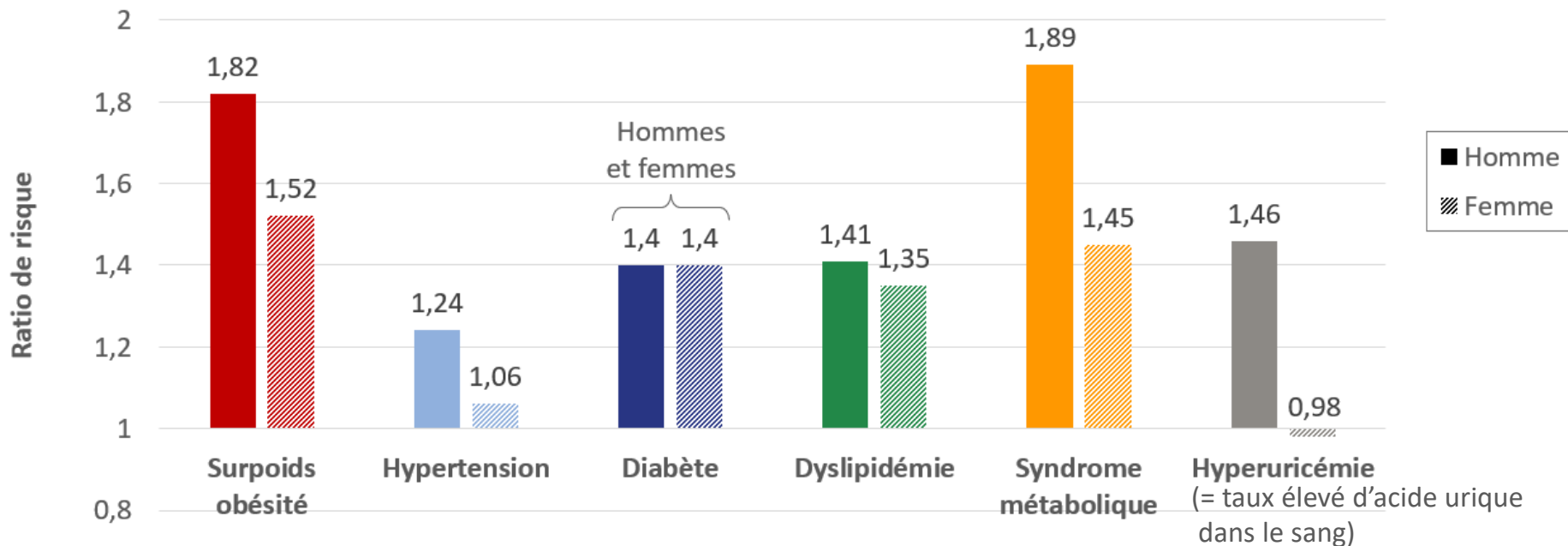
Bilan de santé des évacués avant/après l'accident



(Ohira et al. J Natl Inst Public Health 2018)

Facteurs de risque cardiovasculaire

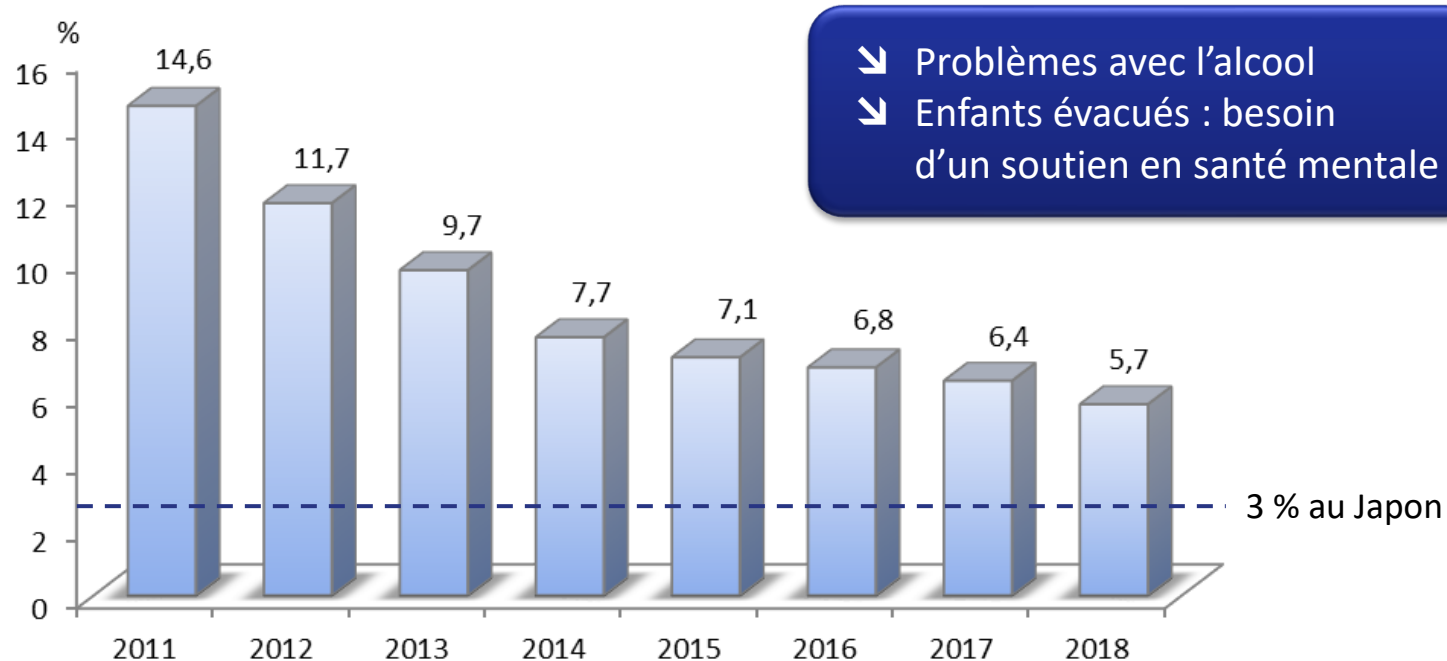
Augmentation significative de ces risques liés à l'évacuation (parmi 27 486 évacués et non-évacués)
→ Changements du mode vie, alimentation, activités physiques...



(Ohira et al. J Epidemiol 2022)

Santé mentale des personnes évacuées

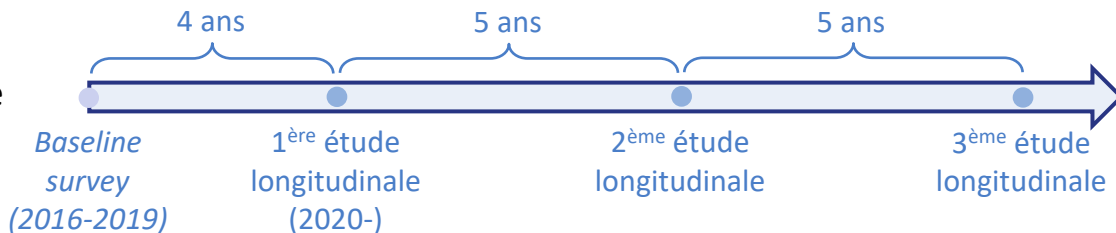
Personnes évacuées ayant besoin d'un soutien dû à la dépression ou l'anxiété



Etude NEWS sur la santé des travailleurs

(Nuclear Emergency Workers Study)

≈ 20 000 travailleurs en situation d'urgence
99,9 % hommes TEPCO (≈ 20 femmes)



Programme de l'étude :

- Etude clinique
 - ✓ Examen de santé générale
 - ✓ Effets psychologiques
 - ✓ Cancer de la thyroïde
 - ✓ Cataracte
- Etude de la mortalité
- Etude de l'incidence du cancer
- Radiobiologie : paramètres physiologiques et de biologie moléculaire
- Reconstitution individuelle de la dose

(Kitamura et al. Radiat Prot Dosimetry 2018)

- Stress post-traumatique fortement affecté par la détresse péri-traumatique et l'expérience de discrimination/insultes
 - Besoin de soutien en santé mentale (travailleurs âgés ++)
- (Tanisho et al. Psychol Med 2016)

Effets attribuables aux rayonnements ionisants

Accident de Tchernobyl

Impact à court terme :

- 134 cas de syndrome aigu d'irradiation

Effets stochastiques avérés à ce jour :

- ↗ du risque de cancer de la thyroïde après exposition durant l'enfance (25 % attribuables aux retombées radioactives)
- ↗ du risque de leucémie chez les liquidateurs

Effets suspectés :

- ↗ du risque de cancer de la thyroïde chez les liquidateurs
- ↗ du risque de leucémie chez les enfants
- ↗ du risque de cancer du sein dans la population générale
- Malformations congénitales
- Troubles psychiatriques et cognitifs

Effets non avérés : effets héritables

Syndrome de stress post-traumatique, anxiété

Conséquences dues à l'accident et à l'évacuation

Accident de Fukushima

- Aucun syndrome aigu d'irradiation
- Futurs effets sanitaires attribuables aux rayonnements difficilement discernables, étant donné le faible niveau d'exposition aux radiations
→ Plus les doses sont faibles, plus le risque est faible, et plus il est difficile de le mettre en évidence statistiquement
- Surdiagnostic du cancer de la thyroïde dû au dépistage systématique chez les enfants (d'après les résultats disponibles à ce jour)

Hypertension, diabète, surpoids et obésité, dyslipidémie, anxiété, dépression, stress post-traumatique, problème avec l'alcool...

PRINCIPES GÉNÉRAUX



Prendre en compte le bien-être général de la population (incluant l'impact psychologique, social et économique).



Promouvoir la participation du public et des autres acteurs concernés



Respecter l'autonomie et la dignité des populations touchées



AVANT



Former le personnel sanitaire et les autres professionnels



Etablir/renforcer les registres de maladies



Préparer des protocoles de communication et de réponse rapide



Etablir des protocoles d'évacuation et mise à l'abri



PENDANT



Fournir une information appropriée et fiable sur l'accident et les risques



Fournir un conseil et un soutien pour la mise à l'abri



Considérer les risques radioinduits et les autres risques pour la santé avant de décider d'évacuer



Collecter et sauvegarder l'information minimale nécessaire sur les personnes touchées afin de faciliter leur suivi



APRÈS



Mettre des moyens de contrôle de santé à disposition de la population, en les accompagnant d'une information et d'un conseil adéquats



Lancer des études de santé publique seulement si leur pertinence et leur maintien dans la durée sont assurés

Soutenir les populations touchées et encourager leur participation:



Ecouter leurs préoccupations et besoins



Les aider à faire leurs propres mesures de radioactivité

Les aider à prendre des décisions éclairées, en particulier lorsqu'ils souhaitent rentrer chez eux



Pour plus d'information, visitez: WWW.RADIATION.ISGLOBAL.ORG

Se préparer à un éventuel accident nucléaire futur

Projet SHAMISEN (2015-2017)

Consortium de 19 organismes européens et japonais + experts

28 recommandations :

- Evacuation
- Communication et formation
- Estimation des doses
- Surveillance sanitaire
- Epidémiologie

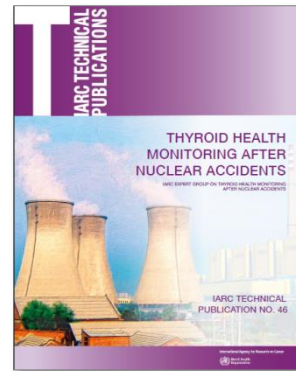
Doctrine française

en accord avec les recommandations du projet SHAMISEN

→ Mise à jour du plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur (2023-)

Conclusion

- Les retombées radioactives d'un accident nucléaire ont un **large impact sur la santé, la société et l'environnement**
- Il est recommandé de **ne pas mettre en place de dépistage systématique du cancer de la thyroïde après un accident nucléaire**, mais de rendre la détection disponible aux personnes qui le demandent (SHAMISEN, TM-NUC)
- L'**impact sur la santé** n'est pas seulement **directement lié aux doses** de rayonnement, mais aussi aux **changements soudains du mode de vie** (en particulier en cas d'évacuation)
- Il est important de prendre en compte non seulement les **doses d'exposition**, mais aussi tous les **facteurs affectant la santé humaine**
- Malgré les faibles risques prédits, les **études sur la population et les travailleurs de Fukushima** sont très importantes pour surveiller leur santé et étudier la relation avec l'exposition aux RI
- Il est nécessaire de **se préparer avant un accident** pour être capable de faire une bonne surveillance sanitaire



Merci pour votre attention !