

# Epidémiologie des rayonnements ionisants et Radioprotection des professionnels de santé en France

## Plan

- La radioprotection: historique et place de l'épidémiologie
- Notions d'épidémiologie
- Les travailleurs du secteur médical exposés aux RI
- Etude ORICAMs
- Etude EXPERTS

## Historique de la Radioprotection

« Ensemble des mesures prises pour **assurer la protection** de l'homme et de son environnement **contre les effets néfastes des rayonnements ionisants** »



1895

Découverte des rayons X  
Röntgen



**Effets pathologiques**  
peau (brûlures) et des  
yeux (cataractes)

1928

**ICRP**



**Effets indirects**  
Augmentation des cas de  
cancers et leucémie

1955



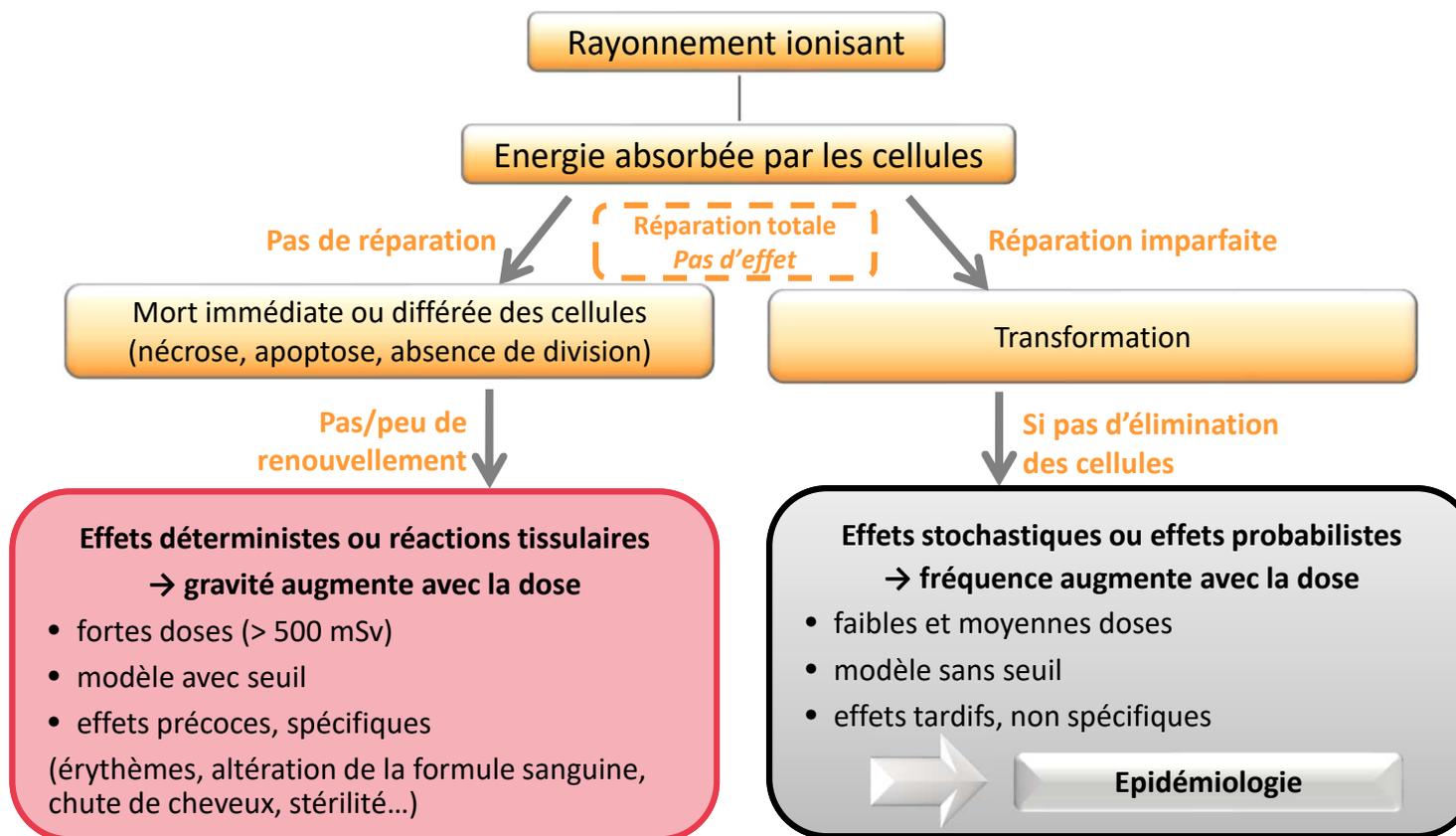
2006



« il faut éviter les effets dits **déterministes**, qui apparaissent à coup sûr au-dessus d'un certain seuil d'exposition à la radioactivité »

« **principe ALARA** (as low as reasonably achievable): il faut maintenir les expositions aussi bas qu'il est raisonnablement possible »

## Epidémiologie des RI : quels effets ?



## Définition des niveaux de dose selon l'UNSCEAR

Cette définition s'applique à des rayonnements à faible Transfert d'Énergie Linéique (TEL), typiquement les photons, pour des doses au corps entier ou pour des organes ou tissus spécifiques. Le terme de faible débit de dose est utilisé pour des doses inférieures à 0,1 mGy par minute, en moyenne, sur une heure.

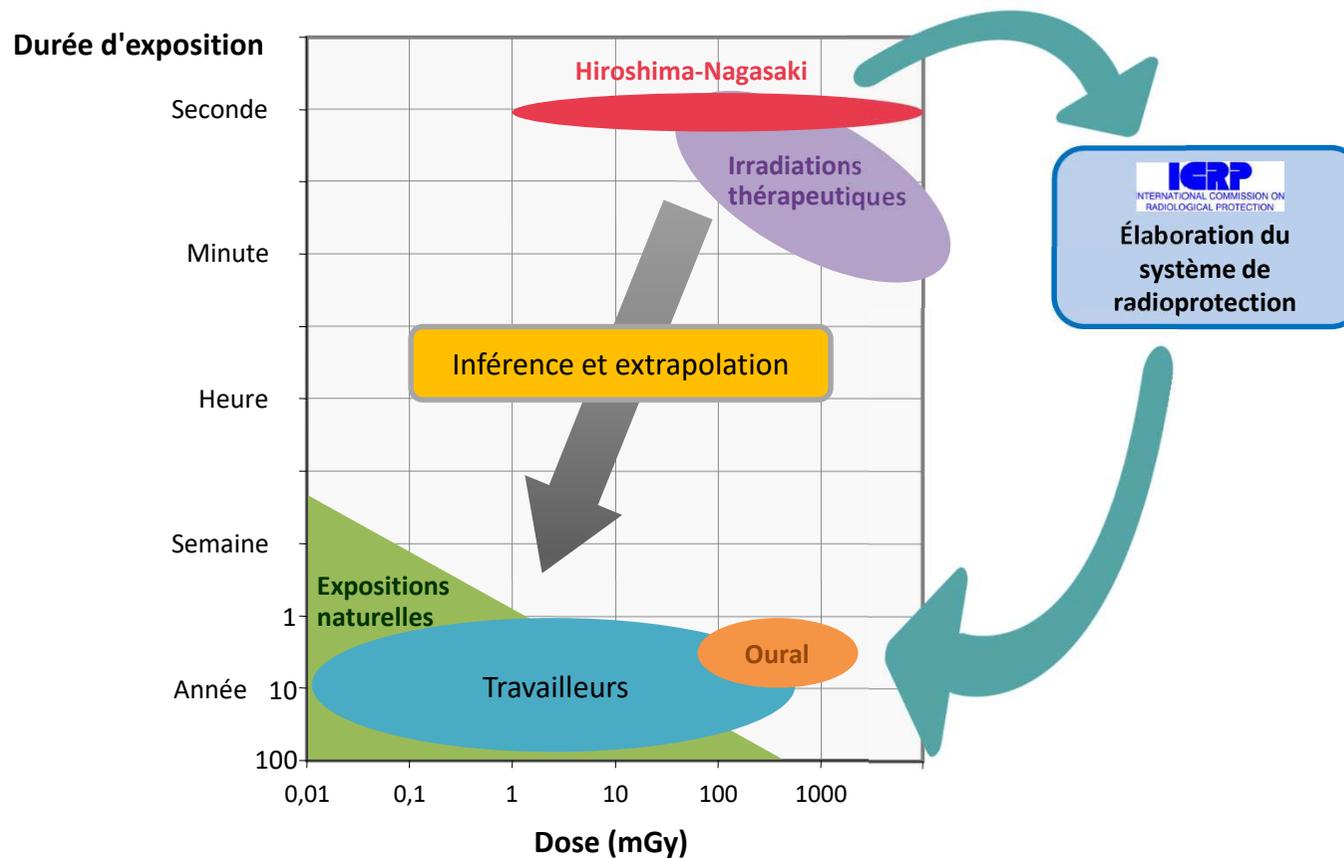
Catégorie de dose*	Etendue de dose *	Circonstances types
Forte	Au-delà de 1 Gy	Accident d'irradiation ou de radiothérapie
Modérée	De l'ordre de 100 mGy à 1 Gy	Exposition d'environ 100 000 liquidateurs de Tchernobyl
Faible	De l'ordre de 10 à 100 mGy	Examens diagnostiques scanners répétés
Très faible	En dessous de 10 mGy	Examens de radiologie conventionnelle (hors scanner ou fluoroscopie) ou exposition à la radioactivité naturelle cumulée sur quelques années

\* dose absorbée, rayonnement de faible TEL

## Historique des études épidémiologiques dans le domaine des rayonnements ionisants

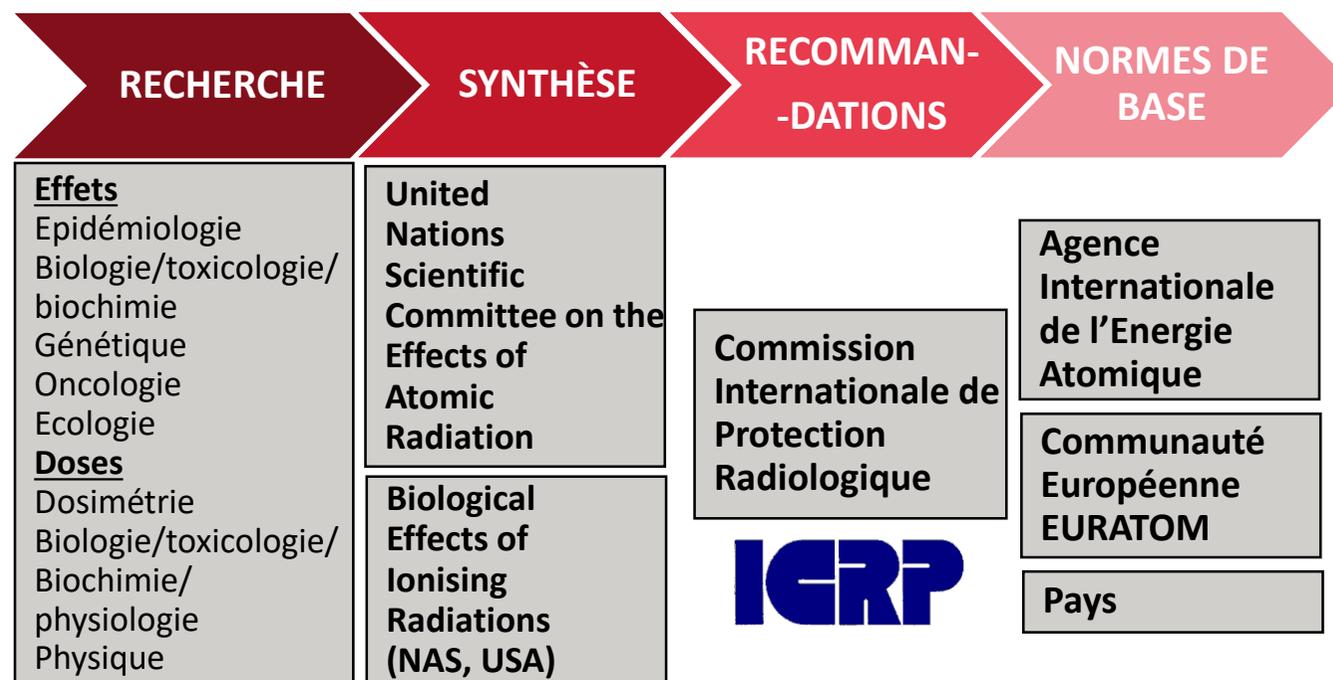
- 
- 1950 Médecins radiologues (1900-30)
  - 1950 Peintres de cadrans lumineux (1910-30)
  - 1950 Irradiations médicales pour affections non malignes, radio-diagnostique (1920-40)
  - 1950 Survivants d'Hiroshima-Nagasaki (1945)
  - 1960 Mineurs (uranium) (1940-90)
  - 1970 Populations exposées aux retombées d'essais atomiques (1950-60)
  - 1970 Travailleurs du nucléaire (1950-)
  - 1980 Populations exposées aux rayonnements naturels
  - 1990 Populations exposées aux conséquences de l'accident de Tchernobyl (1986)
  - 2010 Enfants exposés aux scanners (visée diagnostique) (1980-)
  - 2011 Populations exposées aux conséquences de l'accident de Fukushima (2011)

## Différentes populations, différents schémas d'exposition



## Epidémiologie des RI : support à la radioprotection

### ORGANISATION DE LA RADIOPROTECTION

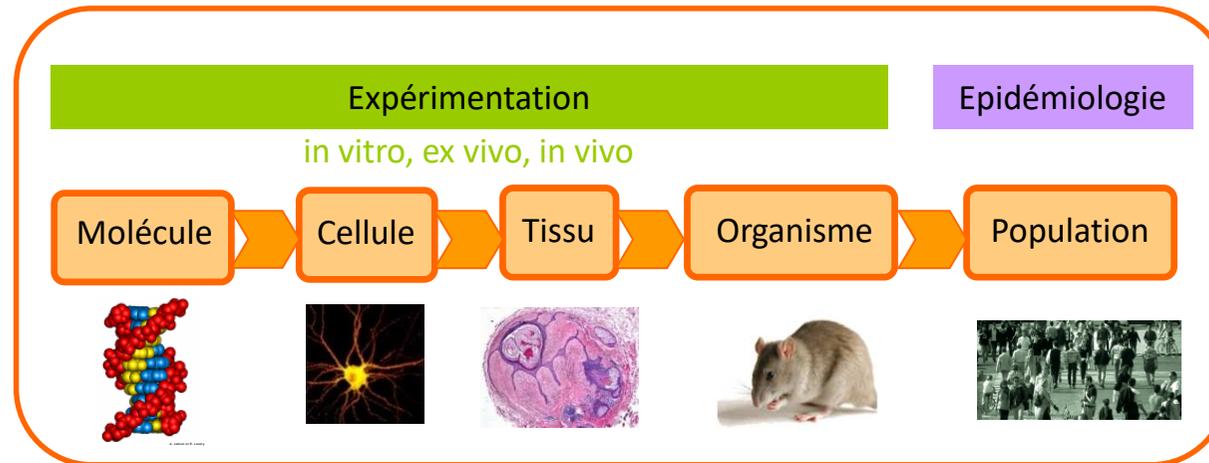


## Plan

- La radioprotection: historique et place de l'épidémiologie
- Notions d'épidémiologie
- Les travailleurs du secteur médical exposés aux RI
- Etude ORICAMs
- Etude EXPERTS

## Epidémiologie : définition

- Etude de la fréquence et de la répartition des maladies dans le temps et dans l'espace au sein des populations humaines, ainsi que des facteurs qui les déterminent
  - Science d'observation : pas de contrôle comme en expérimentation
  - Considère l'homme dans son environnement



## Epidémiologie des RI : objectifs

### Objectifs scientifiques

- ❖ Améliorer les connaissances sur les effets à long terme des expositions aux RI, qu'elles soient d'origine professionnelle, médicale, environnementale ou accidentelle
- ❖ Quels effets sont induits par les RI ?
- ❖ Quelle est la séquence temporelle entre l'exposition et l'effet ?
- ❖ Quelle est la relation entre la dose et l'effet ?
- ❖ Quels sont les facteurs modifiant cette relation ?

### Support à la radioprotection

- ❖ Estimation du détriment sanitaire dû à l'exposition aux RI pour le public et les travailleurs (risque de cancers, effets héréditaires)
- ❖ Etablissement de normes pour le public et les travailleurs



### Information en santé-travail

- ❖ Bilan de la santé des professionnels

### Réponses aux questions sociétales

- ❖ Craintes du public vis-à-vis de la matière nucléaire

## Epidémiologie : Sources d'informations

### ➤ Identification de la population

- Dossiers administratifs, fiches de paie,
- Registre de la population (évacués, liquidateurs...),
- Recensement...

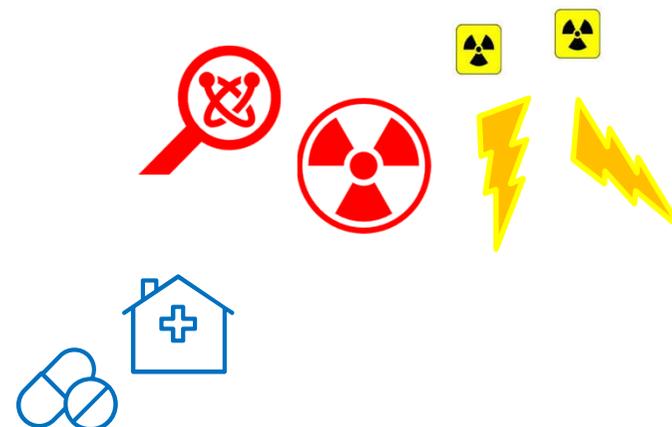
### ➤ Indicateurs d'exposition

- Archives : dossiers dosimétriques, dossiers de médecine du travail,
- Entretiens, questionnaires,
- Temps passé et lieu, matrice emploi-exposition,
- Biomarqueurs d'exposition

### ➤ Indicateurs de santé

- Registre de mortalité, registre du cancer,
- Bases de données hospitalières et médicales,
- Déclaration, score,
- Biomarqueurs d'effet

### ➤ Outils statistiques



## Les données d'exposition

- Mesures d'ambiance → exposition



- Mesures directes individuelles (dosimètres)



© IRSN

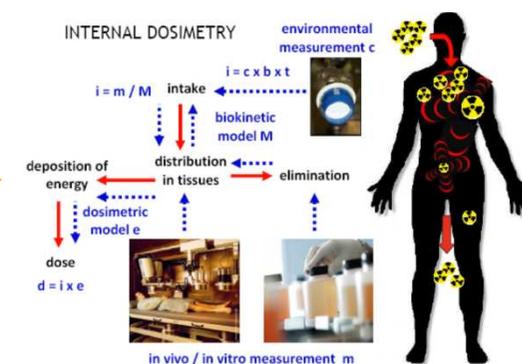
- Modélisation



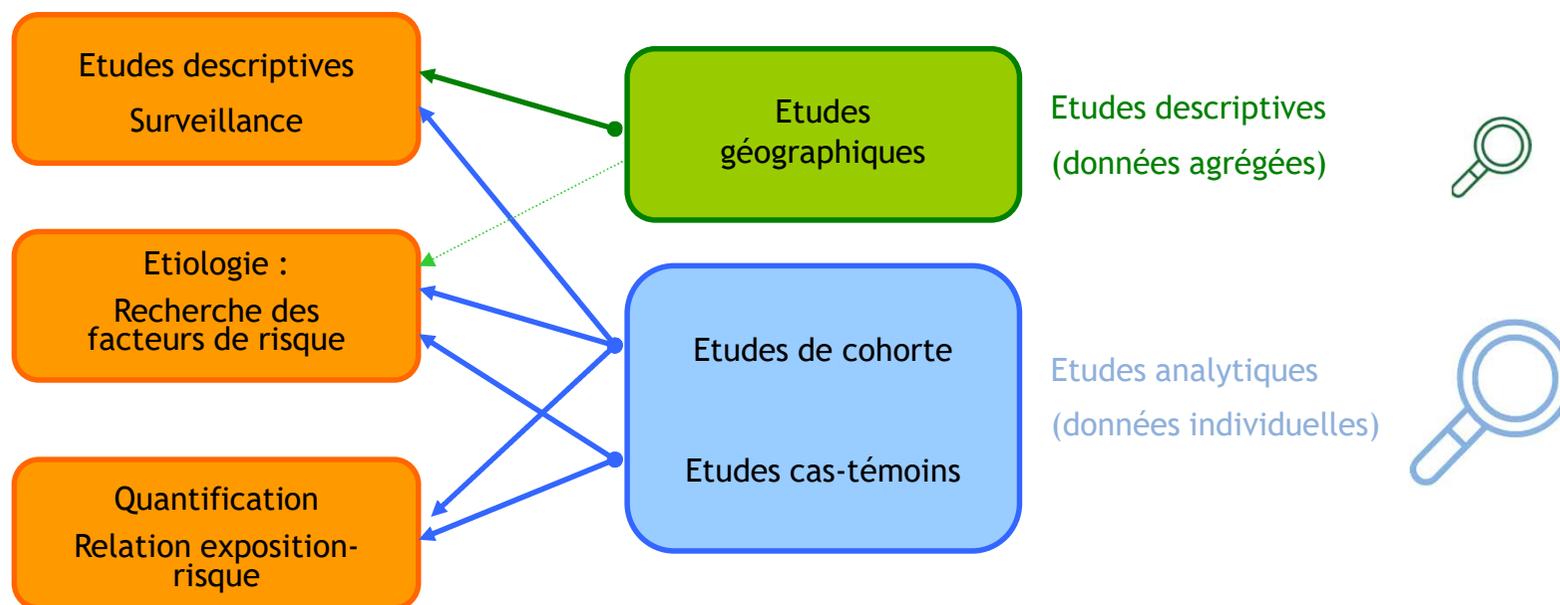
- géographique
  - modèles biocinétiques



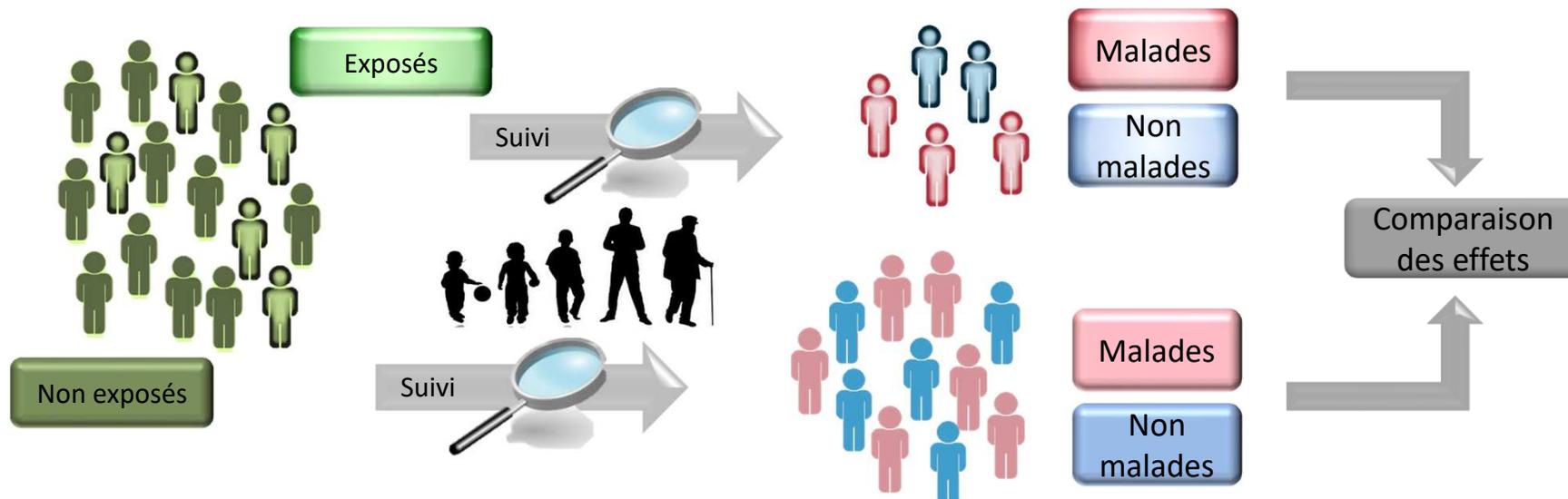
- Estimation par type de procédures médicales



## Notions d'épidémiologie : plusieurs types d'études



## Protocoles d'études : les cohortes



Suivi longitudinal d'une population



La survenue de l'événement est-elle différente chez des individus exposés aux RI par rapport aux individus non exposés ou moins exposés ?

## Etudes de cohorte

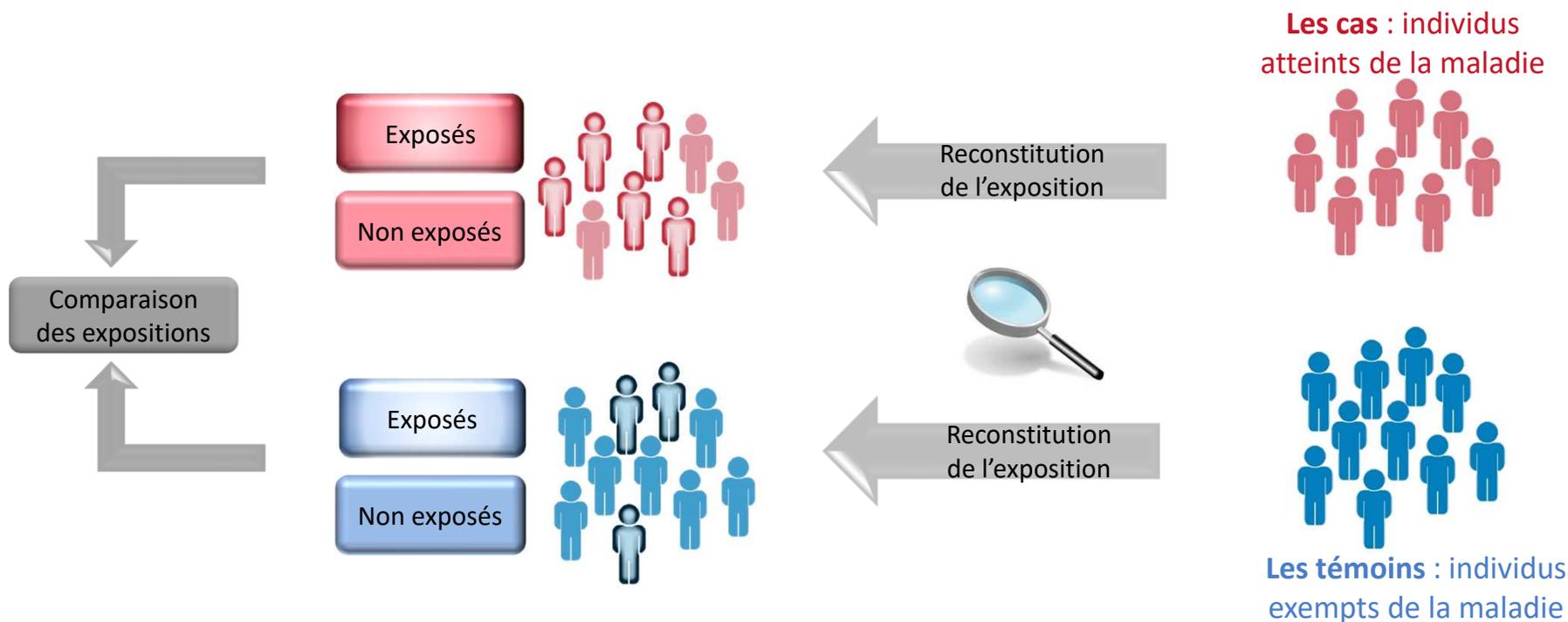
### Avantages des études de cohortes

- Données individuelles
- Relation temporelle, de la cause vers l'effet
- D'un facteur d'exposition vers tous les effets possibles
- Calcul du risque relatif et du risque absolu

### Limites des études de cohortes

- Problème des perdus de vue
- Etudes coûteuses : suivi sur plusieurs décennies
- Pas de résultats à court terme
- Impossibles dans le cas d'une maladie rare

## Protocoles d'études : études cas-témoins



Le niveau/la fréquence d'exposition au facteur de risque est-il(elle) plus élevé(e) chez les cas que chez les témoins ?

## Les études cas-témoins

### Avantages des études cas-témoins

- **Données individuelles**
- **Relation temporelle, de l'effet vers la cause**
- **Peu coûteuses**
- **Courte durée (quelques années)**
- **Adaptées dans le cas d'une maladie rare**

### Limites des études cas-témoins

- **Un seul effet pris en compte**
- **Biais de réponse**
- **Problème du choix des témoins**
- **Difficulté de reconstituer rétrospectivement les expositions passées**

## Epidémiologie : Biais

**Limitation bien définie liée à l'approche épidémiologique**

**Dépend de la conception de l'étude**

**Peut être contrôlée dès le protocole ou évaluée ultérieurement**

- **Biais de sélection** : la population n'est pas représentative de la population source
  - Peut être dû au recrutement, à la randomisation, à la migration
  - Problème si la sélection est liée à la pathologie ou à l'exposition
  
- **Biais de classification** : l'exposition n'est pas bien estimée
  - Peut être dû à la mémoire, aux données manquantes, à la subjectivité
  - Problème s'il s'agit d'une erreur systématique ou si elle entraîne un manque important d'informations
  
- **Facteur de confusion** : un facteur modifie ou masque la véritable relation entre l'exposition et l'effet
  - Le facteur de confusion doit être lié à la fois à l'exposition et à l'effet
  - Collecte d'informations sur les facteurs de risque connus

## Les indicateurs d'effet

### MORTALITÉ

- Information généralement obtenue à partir d'un registre national ou régional des décès et causes de décès
- En France
  - Statut vital : Registre National d'Identification des Personnes Physiques (RNIPP, Insee)
  - Causes de décès : Fichier National des Causes de Décès (CépiDC, Inserm) depuis 1968
- Données dépendantes de la qualité des certificats de décès
- Pas d'information détaillée (histologie...)

$$\Rightarrow SMR = \frac{\text{Nbre de décès observés}}{\text{Nbre de décès attendus}} * 100$$

## Les indicateurs d'effet

### INCIDENCE

- Très complémentaire à la mortalité dans le cas des cancers peu létaux (cancer de la thyroïde)
- Souvent difficile d'obtenir les informations
  - Registres de cancers : possibilité d'avoir des informations détaillées (localisation précise, histologie, date de diagnostic...)
  - Les registres nationaux n'existent pas dans tous les pays : en France, une dizaine de registres « locaux »
  - Pas de registres pour les maladies non-cancers
- Autres sources d'information en France
  - les bases de données de l'Assurance Maladie (SNDS)


$$SIR = \frac{\text{Nbre de cas observés}}{\text{Nbre de cas attendus}} * 100$$

## Les mesures du risque

### Risque relatif (RR)

$$RR = \frac{\text{risque de maladie chez les individus exposés}}{\text{risque de maladie chez les individus non exposés}} = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

Nombre de personnes	Malades	Non Malades
Exposés	a	b
Non-exposés	c	d

RR = 1 : pas d'association entre exposition et maladie

RR > 1 : augmentation du risque de maladie

Exemple : RR = 1,2 correspond à une augmentation du risque de 20 %

RR < 1 : diminution du risque de maladie

✓ Cohortes

**Excès de Risque Relatif (ERR)**  $RR = 1 + ERR \Leftrightarrow ERR = RR - 1$

ERR = 0 : absence de risque

ERR > 0 : augmentation du risque de maladie

Exemple : ERR = 0,2 correspond à une augmentation du risque de 20 %

## Les mesures du risque

Nombre de personnes	Malades	Non Malades
Exposés	a	b
Non-exposés	c	d

### Odds-ratio (OR) : rapport de cotes

$$OR = \frac{\text{Rapport} \left( \frac{\text{malades}}{\text{non_malades}} \right) \text{ chez exposés}}{\text{Rapport} \left( \frac{\text{malades}}{\text{non_malades}} \right) \text{ chez non exposés}} = \frac{\text{Rapport} \left( \frac{\text{exposés}}{\text{non_exposés}} \right) \text{ chez les cas}}{\text{Rapport} \left( \frac{\text{exposés}}{\text{non_exposés}} \right) \text{ chez les témoins}} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a/c}{b/d} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$

En cas de maladie rare, OR  $\approx$  RR

OR = 1 : pas d'association entre exposition et maladie

OR > 1 : augmentation de l'odds chez les exposés

Ex. : OR = 1,2 correspond à une  $\nearrow$  de 20 % du rapport malades/non malades chez les exposés

OR < 1 : diminution

✓ Cohortes et cas-témoins

**Hazard ratio : rapport des risques instantanés** = rapport du risque instantané dans le groupe traité (h1) divisé par le risque dans le groupe contrôle (h0).  
Analyse de survie  
*Généralement fonction du temps*

## Intervalle de confiance

■ ...incertitude associée à l'estimation d'une grandeur statistique

→ reflétée par l'**intervalle de confiance** : intervalle de valeurs contenant la valeur théorique avec une probabilité  $1-\alpha$  ( $\alpha$ , risque d'erreur, est en général égal à 5 %)

■ En pratique, RR « significatif » = « significativement différent de 1 »

⇔ intervalle de confiance à 95 % ne comprend pas la valeur 1

## Puissance statistique

**Capacité d'une étude à démontrer un excès de risque s'il existe** (probabilité  $1-\beta$ )

→ Varie avec :

- la taille de l'effet
- le nombre de cas attendus, et donc avec la taille de la population étudiée (nombre et durée)

## Limites de l'épidémiologie à faibles doses

- **Faible dose** : Risques faibles, RR proche de 1
- **Puissance** : de grands nombres sont nécessaires pour montrer des effets rares
- **Design épidémiologique** : nécessité d'un protocole bien défini et d'une bonne qualité des données.
- **Latence** : nécessité d'une longue durée de suivi (décennies)
- **Expositions multiples** : exposition de fond, sources médicales...
- **Étiologie multifactorielle** : nombreux facteurs de risque non liés aux RI.
- **Erreurs dans l'évaluation de l'exposition** : erreurs de mesure

## Paramètres influant sur les effets sanitaires des RI

### Nature du rayonnement

- Faible transfert d'énergie linéique (TEL) : X,  $\gamma$ ,  $\beta$
- Fort TEL :  $\alpha$ , neutron

### Partie du corps irradiée et mode d'irradiation

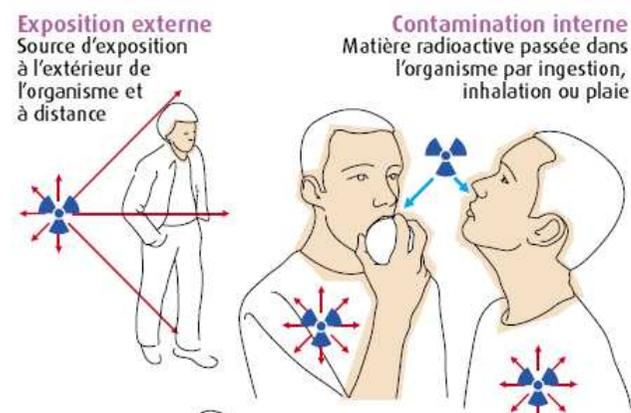
- Inhalation, ingestion, irradiation externe
- Corps entier ou organe

### Débit de dose

- Irradiation aiguë
- Irradiation chronique

### Dose

- Réaction tissulaires
- Effets stochastiques



INRS rapport 2005

## LEPID : Laboratoire d'épidémiologie des rayonnements ionisants

AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DES EFFETS SANITAIRES DES EXPOSITIONS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS  
D'ORIGINE PROFESSIONNELLE, MÉDICALE OU ENVIRONNEMENTALE

### Une équipe avec des compétences complémentaires

- 7 chercheurs en épidémiologie
- 1 biostatisticienne
- 2 data-managers seniors
- 4 data-managers en prestation
- Etudiants : thèse, M1, M2...
- Visiting scientists

## Etudes épidémiologiques menées par l'IRSN

### Expositions professionnelles

- Travailleurs de l'industrie nucléaire
- Personnel médical
- Personnel navigant

### Expositions médicales

- Scanographie et cardiologie interventionnelle chez les enfants
- Conséquences de la radiothérapie (cardiotoxicité, neurotoxicité)

### Expositions environnementales

- Préparation à l'épidémiologie post-accidentelle

### Collaborations (recherche menée par l'Inserm)

- Radioactivité naturelle et cancers pédiatriques
- Proximité des installations nucléaires et cancers pédiatriques



## Plan

- La radioprotection: historique et place de l'épidémiologie
- Notions d'épidémiologie
- Les travailleurs du secteur médical exposés aux RI
- Etude ORICAMs
- Etude EXPERTS

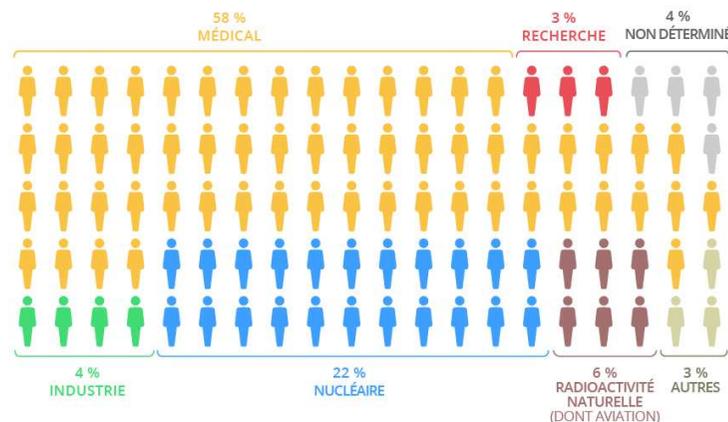
## CONTEXTE – études épidémiologiques – Professionnels de santé

### Professionnels de santé exposés aux Rayonnements Ionisants (RI)

- >50% de l'ensemble des travailleurs exposés aux RI artificiels en France
- effectif : augmentation de 3% en 2019 par rapport à 2018
- Augmentation de l'usage des RI en médecine *via* l'introduction de nouvelles pratiques diagnostiques et thérapeutiques
- Le plus de dépassements de limites réglementaires observées (>20mSv/an)



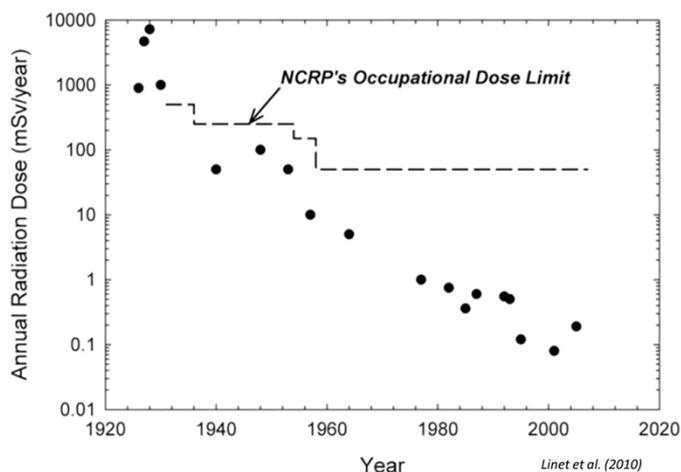
#### RÉPARTITION DES EFFECTIFS PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ



## CONTEXTE – études épidémiologiques – Professionnels de santé

### Effets des RI sur la santé chez les professionnels de santé : que dit l'épidémiologie ?

- Excès de risque de mortalité par leucémie/cancers solides (radiologues, années <1920)
- Incidence des leucémies plus élevée (manipulateurs en radiologie, années <1950)
- Résultats discutés pour les cancers de la peau, du sein, etc.



Peu d'études sur expositions récentes



Peu de relations dose-réponse



Rapports de cas de décès par cancer du cerveau  
+ cataractes radio-induites chez des cardiologues  
interventionnels



Pas d'étude en France



Population de femmes (≠ travailleurs du nucléaire)

Exposition chronique à faible dose

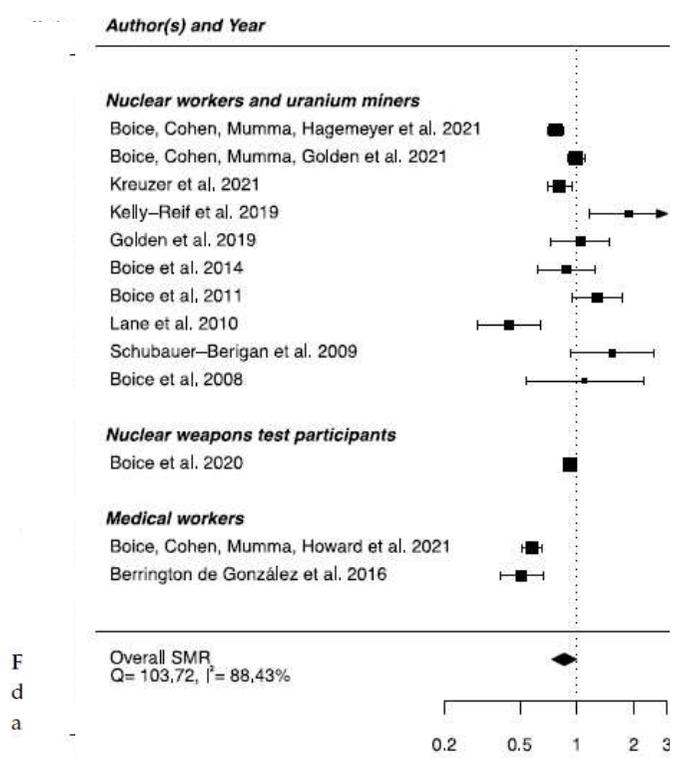


Figure 11. Standardized mortality ratio (SMR) an mental and behavioral disorders in IR exposed Fi as reference.

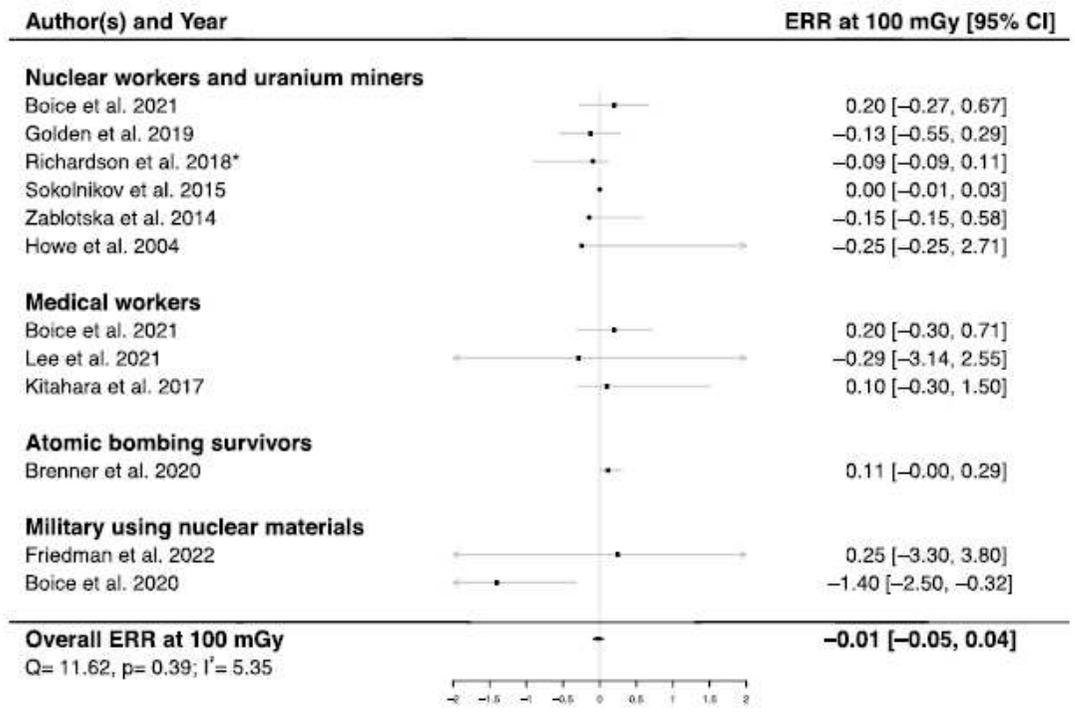
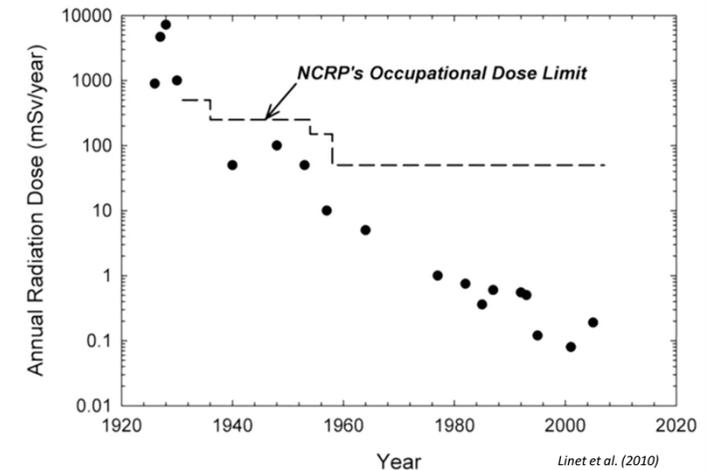


Figure 2. Excess relative risk (ERR) and 95% confidence interval (CI) for brain/CNS tumor death in relation to IR-exposure. \*90% CI. We calculated an ERR per Gy with a 95% CI for the Richardson study and this does not change the outcome of this meta-analysis.

## OBJECTIFS – IRSN/Laboratoire d'Epidémiologie

- 1) **Evaluer le risque de décès par cancer ou maladie non cancéreuse, et des relations doses-réponses, chez les professionnels de santé exposés aux RI en France**  
→ Etude ORICAMs
- 2) **Analyser l'évolution récente de l'exposition aux RI des professionnels de santé, et les habitudes de ces professionnels en termes de radioprotection**  
→ Etude EXPERTS



## Plan

- La radioprotection: historique et place de l'épidémiologie
- Notions d'épidémiologie
- Les travailleurs du secteur médical exposés aux RI
- Etude ORICAMs
- Etude EXPERTS

## OBJECTIFS – étude ORICAMs

- 1) **Evaluer le risque de décès par cancer ou maladie non cancéreuse chez les professionnels de santé exposés aux RI en France par rapport à la population générale → Analyse de mortalité**
- 2) **Analyser la relation dose-réponse entre le risque de décès par cancer du cerveau et l'exposition aux RI chez ces professionnels de santé → Analyse cas-témoins**

## MATÉRIELS

### ■ Critères d'inclusion

- Etre un professionnel de santé dans l'un des établissements de santé français (clinique, hôpital, cabinet de radiologie)
- Avoir au moins un enregistrement dosimétrique dans la base SISERI\* entre **2002 et 2012**

### ■ Critères d'exclusion

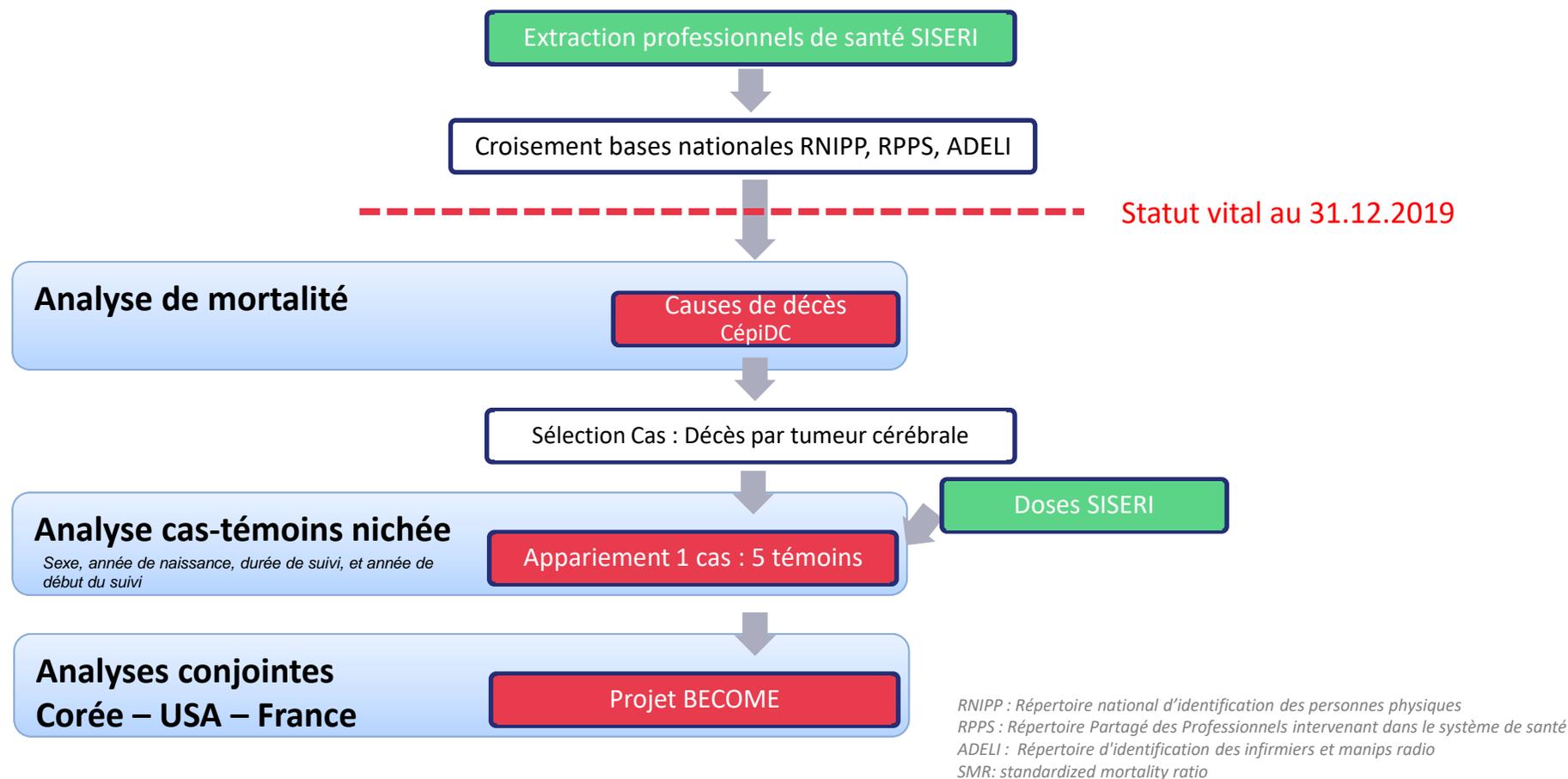
- professionnels de santé dont les données administratives seraient insuffisantes pour obtenir le statut vital
- Age <18 ans ou >70 à l'inclusion

### ■ Date de point : 31 décembre 2019

\* SISERI : Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

## MÉTHODES – étude ORICAMs

N = 126 960 agents



## RESULTATS – étude ORICAMS

### Analyse de mortalité

Causes of death (ICD-10)	O	E	SMR (95% CI)
<b>All known causes (A00-Y89)</b>	1,358	3,660.2	<b>0.37 (0.35, 0.39)</b>
<b>Cancer sites</b>			
All cancer combined (C00-C97)	532	1,521.6	<b>0.35 (0.32, 0.38)</b>
Stomach (C16)	15	42.4	<b>0.35 (0.21, 0.59)</b>
Trachea, bronchi, and lung (C33-C34)	150	429.5	<b>0.35 (0.30, 0.41)</b>
Melanoma (C43)	12	23.4	<b>0.51 (0.29, 0.89)</b>
Breast (C50)	54	142.2	<b>0.38 (0.29, 0.50)</b>
Brain and CNS (C70-C72)	29	49.2	<b>0.59 (0.41, 0.85)</b>
Leukemia (C91-C95)	12	20.9	0.57 (0.33, 1.01)
<b>Non-cancer diseases</b>			
Certain infectious and parasitic diseases (A00-B99)	20	76.7	<b>0.26 (0.17, 0.40)</b>
Endocrine, nutritional, and metabolic diseases (E00-E89)	14	82.6	<b>0.17 (0.10, 0.29)</b>
Mental and behavioral disorders (F01-F99)	20	117.7	<b>0.17 (0.11, 0.26)</b>
Diseases of the nervous system and sense organs (G00-H95)	26	107.1	<b>0.24 (0.17, 0.36)</b>
Circulatory system diseases (I00-I99)	127	526.7	<b>0.24 (0.20, 0.29)</b>

*Lopes et al. (under revision)*

## RESULTATS – étude ORICAMs

**Analyse cas-témoins**

*En cours...*

## Plan

- La radioprotection: historique et place de l'épidémiologie
- Notions d'épidémiologie
- Les travailleurs du secteur médical exposés aux RI
- Etude ORICAMs
- Etude EXPERTS

## OBJECTIFS – Etude EXPERTS



Evaluer et caractériser de manière détaillée **l'évolution de l'exposition aux RI des professionnels** de santé en France entre 2009 et 2019 (entre les services, spécialités et activités)



**Décrire la population de professionnels de santé exposés** en terme d'âge, et de sexe, par services, spécialités et activités pour identifier les personnels les plus exposés



**Evaluer les habitudes et recueillir les avis** des professionnels de santé en terme de radioprotection



**Caractériser les connaissances et la perception du risque** des professionnels exposés vis-à-vis des RI

## MATÉRIELS ET MÉTHODES – Etude EXPERTS

■ **Période d'étude :** 2009 – 2019

■ **Centres d'étude :**

- AP-HP : Hôpital Pitié-Salpêtrière, Hôpital Cochin, Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP)
- CHU de Bordeaux : Pellegrin, St André, Haut Levêque
- CHU de Clermont-Ferrand : Estaing, Gabriel-Montpied, Louise Michel

■ **Critères d'inclusion :**

- Etre un professionnel de santé
- Avoir un suivi dosimétrique enregistré dans la base SISERI\* en 2009, 2014 et 2019
- Avoir travaillé dans un des centres de l'étude

■ **Critères d'exclusion :**

- Avoir changé d'emploi entre 2009 et 2019

\* SISERI : Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

## MATÉRIELS ET MÉTHODES – Etude EXPERTS

Extraction

SISERI\*

- **Données socio-professionnelles**

- *Emploi, service, âge, sexe*

- **Données d'exposition par dosimétrie externe passive**

- *Equivalents de dose annuels corps entier HP(10), Dose annuelle aux extrémités*
- *Date de début de port du dosimètre*

Validation

CHIMED©

- **Données socio-professionnelles complétées et confirmées par les services de Médecine du travail de chaque établissement via CHIMED©**

Questionnaire

- **Diffusion du questionnaire « radioprotection » par mail**

- *Renseignements sur leur exposition individuelle*
- *Utilisation des moyens de radioprotectons*
- *Perception du risque suite à une exposition aux RI*

Analyses  
statistiques

- **Description** de l'exposition aux RI selon l'emploi, le service, la spécialité, l'âge, le sexe
- **Analyses** de l'évolution de l'exposition entre 2009 et 2019
- **Croisement** des réponses au questionnaire avec les doses d'exposition aux RI

\* SISERI : Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

Etude EXPERTS  
Questionnaire « Radioprotection »

## Partie I : renseignements individuels

- 1) N° identifiant : \_\_\_\_\_
- 2) Année de naissance : \_\_\_\_\_
- 3) Profession actuelle: .....
- 4) Avez-vous changé de profession entre 2009 et 2019 ?
- 5) Si oui, quelle était votre profession avant changement ? .....
- 6) Spécialité actuelle: .....
- 7) Service actuel : .....
- 8) Combien d'heure par semaine avez-vous travaillé en 2009 ? en 2010 ?
- 9) Combien d'années d'expérience professionnelle en lien avec les rayonnements ionisants ?
  - Moins de 3 ans
  - Entre 4 et 10 ans
  - Entre 11 et 20 ans
  - Plus de 20 ans
- 10) Quelles sont les trois procédures que vous utilisez le plus au cours de votre activité ?
  - Radiographie conventionnelle
  - Radiographie interventionnelle
  - Radiographie mobile
  - Radiographie dentaire
  - Scanner
  - TEP Scanner
  - Radio-isotopes
  - Radiothérapie
  - Scintigraphie
  - Fluoroscopie
  - Autre(s) appareil(s) utilisant une source radioactive, Préciser \_\_\_\_\_

 Etude EXPERTS  
Questionnaire « Radioprotection »

## Partie II : Radioprotection

- 11) Portez-vous un dosimètre :
  - Toujours
  - Souvent
  - Rarement
  - Jamais
  - Ne sais pas
- 12) Si vous portez un dosimètre (film badge, TLD, ...), où habituellement ?
  - Sous le tablier
  - Sur le tablier
  - Des fois dessus, des fois dessous
  - Autre endroit (ex. Blouse), préciser : .....
  - non porté, mais placé dans la salle => préciser où : .....
  - non porté
  - Non concerné car .....
  - autre ? .....
- 13) Portez-vous un dosimètre au doigt ou au poignet ?
  - oui
  - non
- 14) Si vous ne portez pas régulièrement de dosimètre(s), pourriez-vous le porter ?
  - Manque de temps
  - Dosimètres en nombre insuffisant
  - Dosimètres trop contraignants à utiliser ou mal adaptés à votre activité
  - Protections difficiles d'accès
  - Personne ne porte de dosimètre dans votre salle
  - On n'en voit pas l'intérêt
  - Autre (précisez) \_\_\_\_\_
- 15) Disposez-vous d'un dosimètre opérationnel ?
  - oui
  - non
- 16) Si vous portez régulièrement des protections contre les rayonnements ionisants, précisez lesquelles :
  - lunettes
  - tablier
  - paravent de protection
  - Je n'utilise pas de protection - veuillez répondre à la question 11
  - Autre \_\_\_\_\_

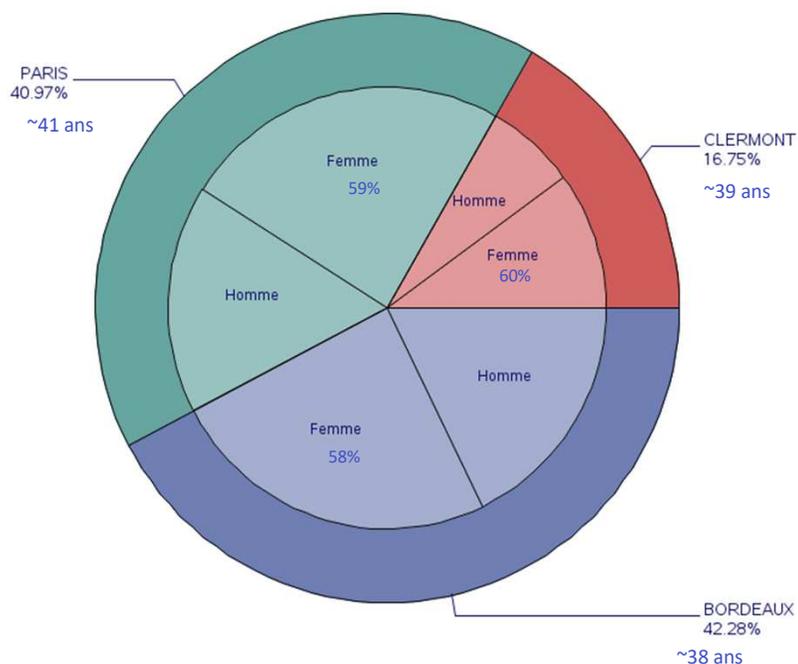
 Etude EXPERTS  
Questionnaire « Radioprotection »

## Partie III : Perception des risques

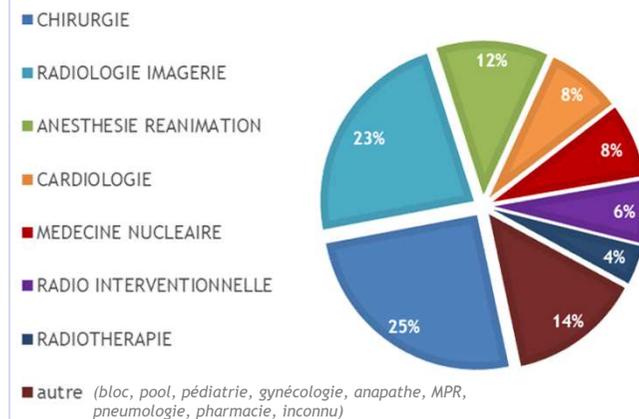
- 21) Vous considérez-vous exposé(e) aux rayonnements ionisants ?
  - Oui
  - Non
- 22) Estimez-vous que les expositions aux rayonnements ionisants que vous recevez au cours de votre activité professionnelle sont :
  - sans aucun risque
  - à risque négligeable
  - à risque certain mais acceptable
  - très à risque
  - ne sait pas
- 23) Vous estimez-vous suffisamment informé(e) des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants ?
  - Oui
  - Non
- 24) Parmi les patients suivants, lequel est le plus sensible aux rayonnements ionisants ?
  - Homme d'un an
  - Femme d'un an
  - Femme de 20 ans
  - Homme de 40 ans
  - Le risque de dommages causés par les rayonnements ionisants n'est pas lié à l'âge ou au sexe du patient
  - Ne sais pas
- 25) Parmi les tissus suivants, lequel est le plus susceptible de présenter des lésions liées aux rayonnements ionisants ?
  - Rein
  - Sein
  - Os
  - Foie
  - Muscle
  - Ne sais pas
- 26) Parmi les maladies suivantes, lesquelles peuvent être le résultat d'une lésion stochastique due aux rayonnements ionisants ?
  - Dermatite
  - Leucémie
  - Alopecie
  - Cataracte
  - Toutes les réponses sont correctes
  - Ne sais pas

## RESULTATS (1) – Etude EXPERTS

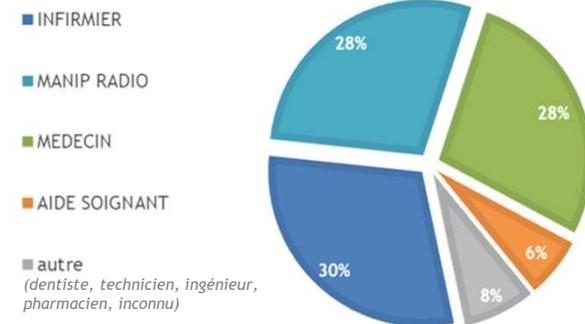
### • Description population EXPERTS (N= 1 457)



### SERVICES



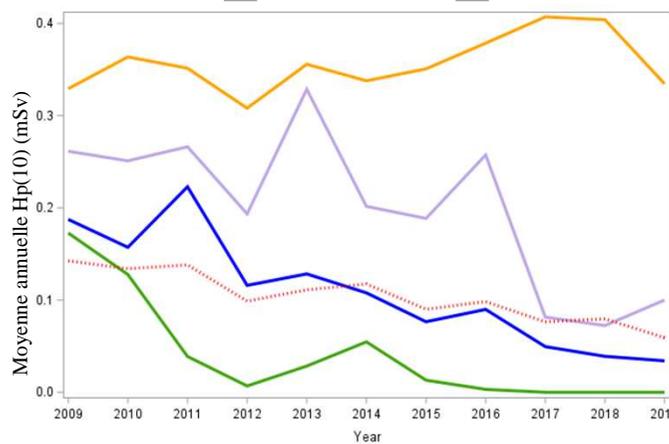
### MÉTIERS



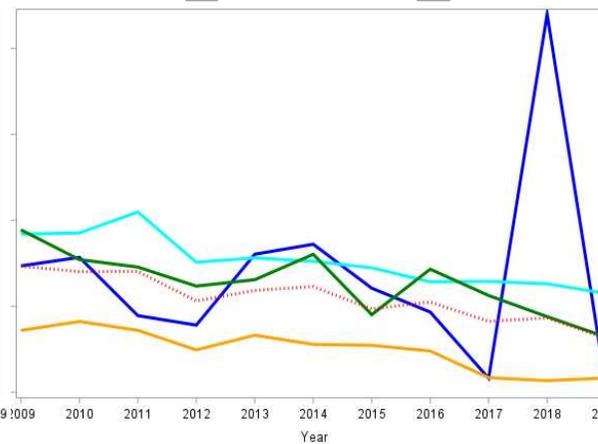
## RESULTATS (2) – Etude EXPERTS

### EVOLUTION DE L'EXPOSITION AUX RI

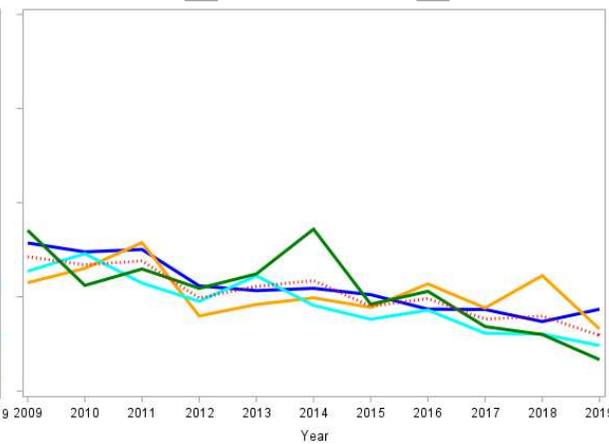
#### PAR SERVICE



#### PAR MÉTIER



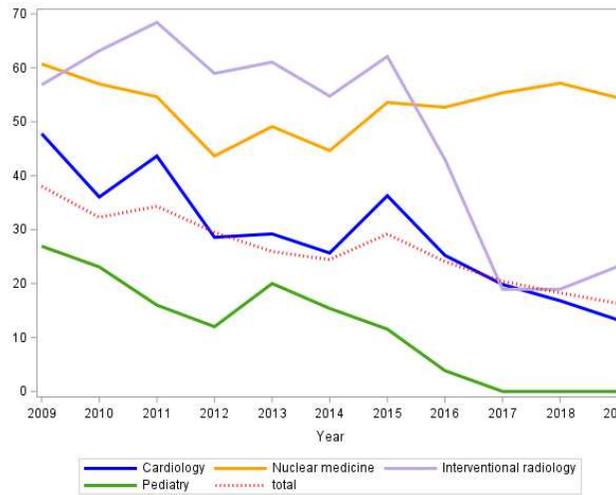
#### PAR AGE



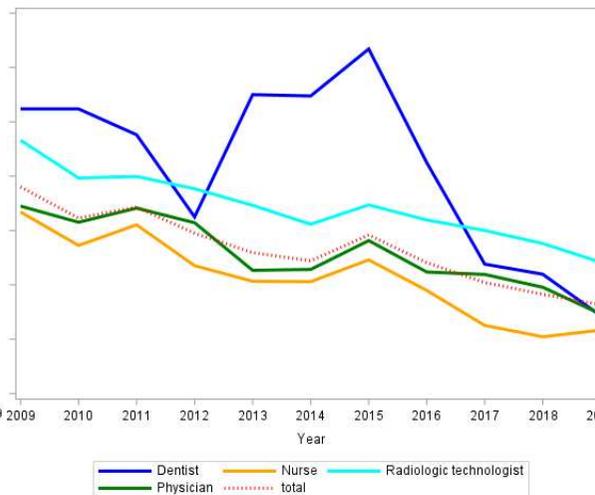
## RESULTATS (3) – Etude EXPERTS

## EVOLUTION DU NOMBRE DE DOSES NON-NULLES

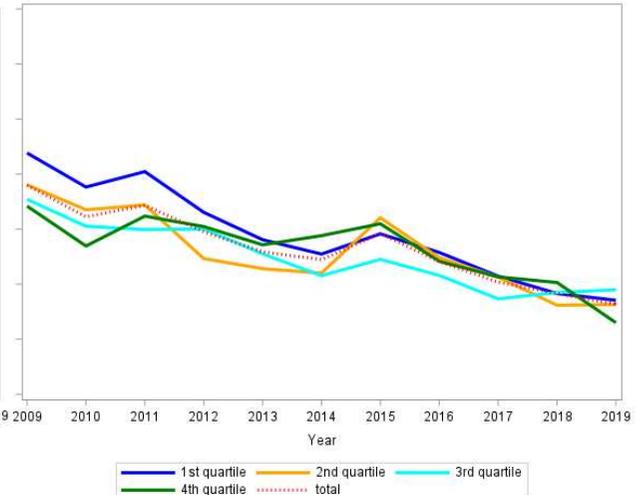
PAR SERVICE



PAR MÉTIER



PAR AGE



Diminution du port du dosimètre ? Ou réelle diminution de l'exposition (en deçà du seuil de détection) ?

## RESULTATS (4) – Etude EXPERTS

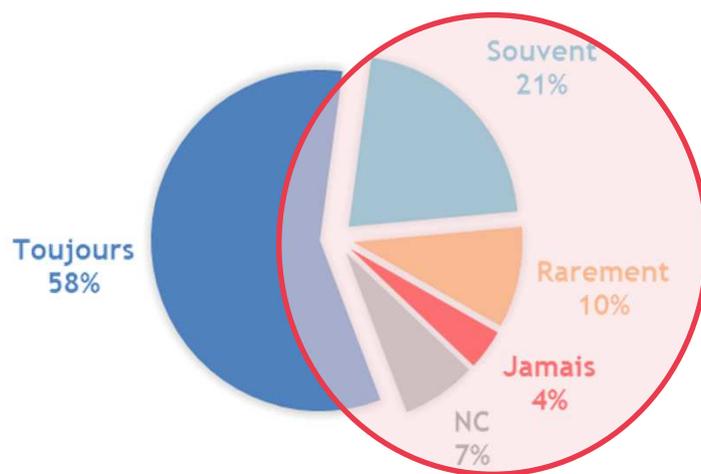
RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE (N= 364/1457)

25% de taux de réponse

Variables	Categories	NON-REPONDANTS	REPONDANTS	P-value
<b>Age - moyenne (<math>\pm</math>SD)</b>		40.12 (9.57)	38.98 (8.27)	<b>0,04</b>
<b>Site - N (%)</b>				
	BORDEAUX	458 (74)	158 (26)	. <b>0,13</b>
	PARIS	462 (77)	135 (23)	.
	CLERMONT	173 (71)	71 (29)	.
<b>Sexe - N (%)</b>				
	Femme	650 (76)	206 (24)	. <b>0,33</b>
	Homme	443 (74)	158 (26)	.
<b>Métiers - N (%)</b>				
	INFIRMIER	330 (76)	107 (24)	. <b>&lt;.01</b>
	MANIP RADIO	299 (72)	115 (28)	.
	MEDECIN	308 (76)	95 (24)	.
	AIDE SOIGNANT	78 (85)	14 (15)	.
	autre	78 (70)	33 (30)	.
<i>(dentiste, technicien, ingénieur, pharmacien, inconnu)</i>				
<b>Services - N (%)</b>				
	CHIRURGIE	290 (78)	80 (22)	. <b>0,14</b>
	RADIOLOGIE IMAGERIE	239 (71)	96 (29)	.
	ANESTHESIE REANIMATION	132 (77)	40 (23)	.
	CARDIOLOGIE	92 (81)	21 (19)	.
	MEDECINE NUCLEAIRE	82 (73)	30 (27)	.
	RADIO INTERVENTIONNELLE	67 (71)	28 (29)	.
	RADIOTHERAPIE	42 (71)	17 (29)	.
	autre	149 (74)	52 (26)	.
<i>(bloc, pool, pédiatrie, gynécologie, anamato, MPR, pneumologie, pharmacie, inconnu)</i>				
<b>Moyennes annuelles d'exposition Hp(10) (mSv) - moyenne (<math>\pm</math>SD)</b>				
2009		0.14 (0.66)	0.15 (0.37)	0,66
2010		0.14 (0.39)	0.13 (0.31)	0,69
2011		0.13 (0.46)	0.16 (0.55)	0,26
2012		0.1 (0.36)	0.1 (0.27)	0,84
2013		0.1 (0.32)	0.15 (0.61)	0,06
2014		0.11 (0.8)	0.13 (0.45)	0,77
2015		0.09 (0.29)	0.1 (0.28)	0,27
2016		0.08 (0.38)	0.14 (0.6)	0,03
2017		0.08 (0.48)	0.07 (0.27)	0,65
2018		0.07 (0.37)	0.12 (0.96)	0,11
2019		0.06 (0.38)	0.06 (0.24)	0,75

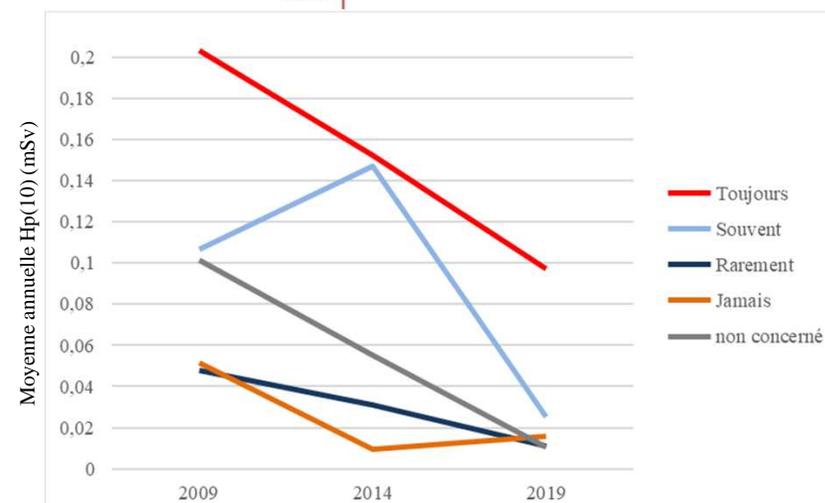
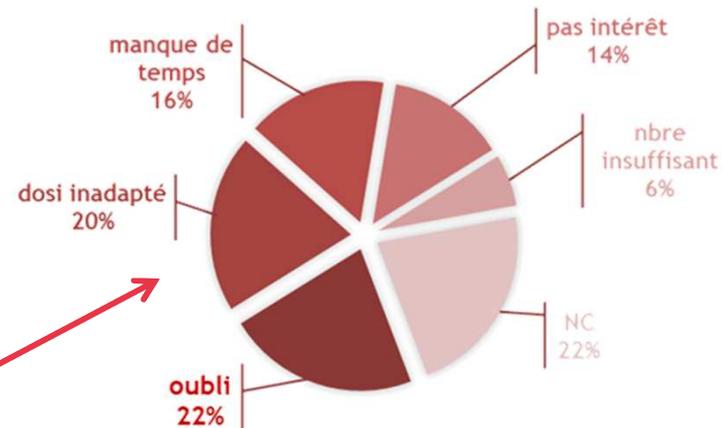
## RESULTATS (5) – Etude EXPERTS

### PORT DU DOSIMÈTRE

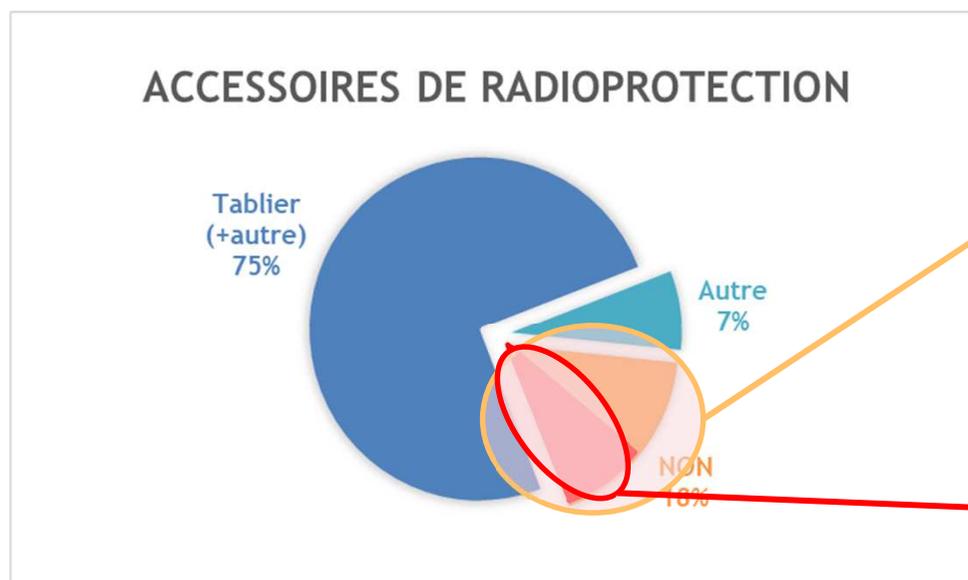


NC: non concerné

### RAISONS DU NON PORT

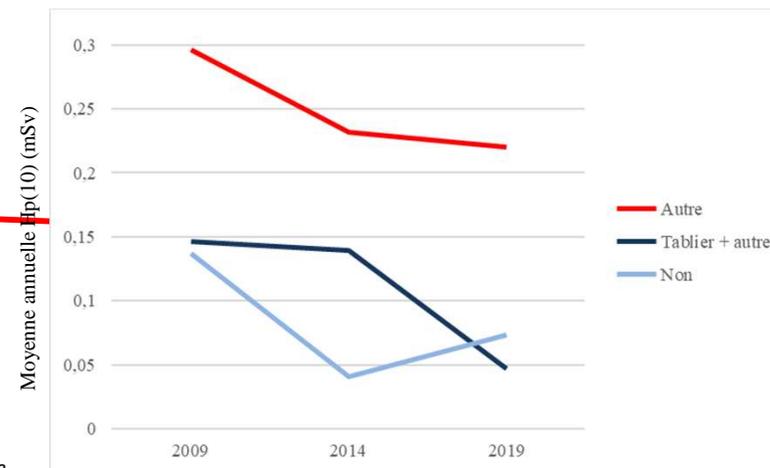
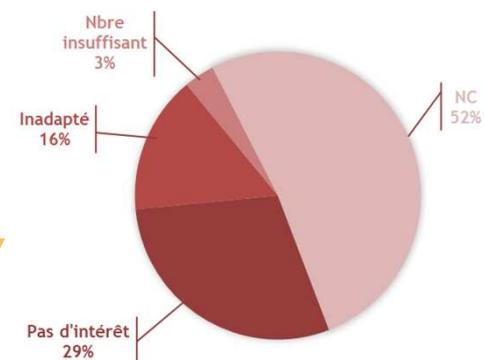


## RESULTATS (6) – Etude EXPERTS



◀ Sentiment d'être exposé aux RI

### RAISONS DU NON PORT



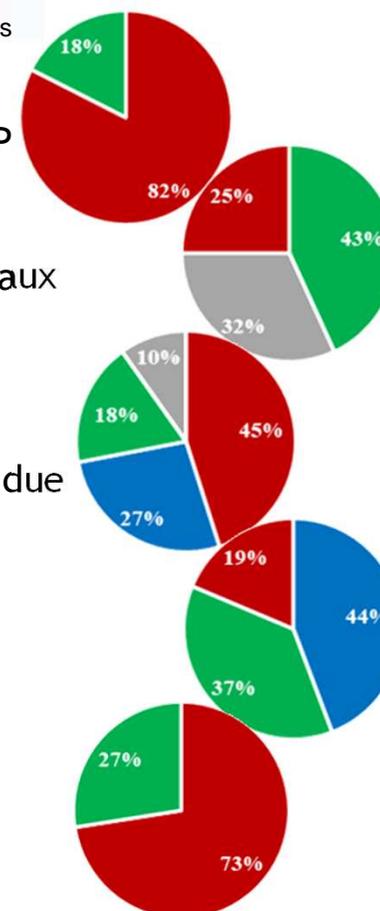
NC: non concerné; Autre: gants, lunettes, paravent, cache thyroïde, protège seringue, distance de la source

## RESULTATS (7)

## QUESTIONS DE CULTURE

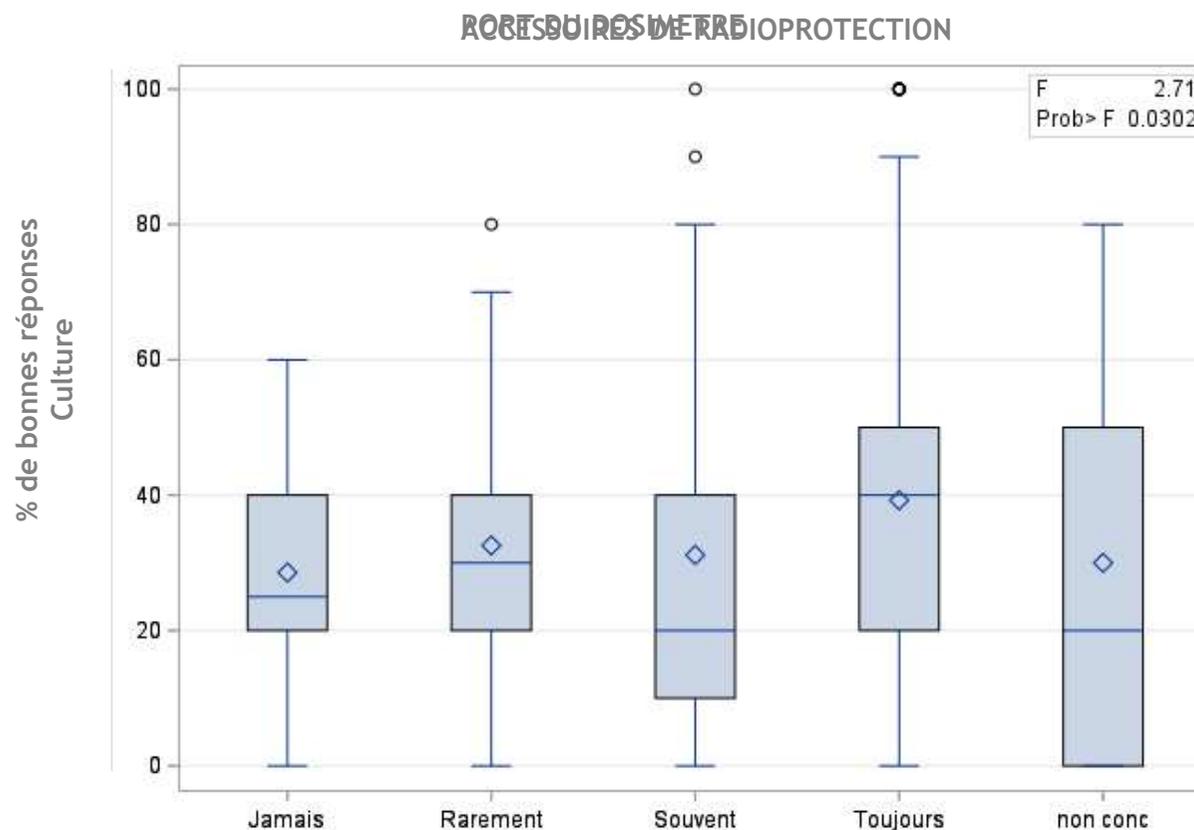


- Parmi les patients suivants, lequel est le plus sensible aux rayonnements ionisants ?  
Garçon 1 an, Fille 1 an, Femme 20 ans, Homme 40 ans, pas lié à l'âge ni au sexe, NSP
- Parmi les tissus suivants, lequel est le plus susceptible de présenter des lésions liées aux rayonnements ionisants ? Rein, Sein, Os, Foie, Muscle, NSP
- Parmi les maladies suivantes, laquelle peut être le résultat d'une lésion stochastique due aux radiations ? Dermatite, Leucémie, Alopécie, Cataracte, toutes, NSP
- Qu'est-ce que le concept "d'optimisation de la dose" ?
- Quelle est la dose efficace moyenne d'une radiographie pulmonaire ?



## RESULTATS (8) – Etude EXPERTS

## QUESTIONS DE CULTURE



## RESULTATS (9) – Etude EXPERTS

### COMMENTAIRES AGENTS

- Formation
  - Plus ciblée (cf. ampli de brillance, endoscopie interventionnelle, TEP, TAVI...)
  - Plus « pratique » (trop de théorie)
  - En présentiel, plus encadrée
  - Avec des rappels, ou plaquettes de résumés, sensibilisations, moyens mémotechniques
  - Pour tout le corps médical
  
- Bilan expo personnelle année écoulée
  
- Équipements de protection
  - Trop lourdes, inadaptées
  - Individuels (en nombre insuffisant), voire personnels
  - Meilleur entretien/stockage

## DISCUSSION et CONCLUSIONS – Etude EXPERTS

-  **Diminution significative de l'exposition** aux RI des professionnels de santé entre 2009 et 2019  
Sauf dans le **service de médecine nucléaire** : exposition la plus élevée, et stable dans le temps
-  Vers une **meilleure application des règles de radioprotection ? Ergonomie du matériel ?**
-  **Port du dosimètre par 79%** des agents répondants  
Utilisation des **outils de radioprotection par 82%** des agents répondants
-  **Oubli, manque de temps, pas d'intérêt, caractère inadapté** sont les principales raisons des non-ports des dosimètres et des protections
-  Questions de culture : **manque de connaissances** dans le domaine des RI et des risques liés à ce type d'exposition
-  Souhait : **formations en radioprotection plus « pratiques » et spécifiques**



**Part importante de non-répondants**

## PERSPECTIVES – Etude EXPERTS

- Continuer à solliciter les non-répondants pour apporter leur pierre à l'édifice
- Approfondir les analyses statistiques des réponses au questionnaire vs. doses Hp(10)
- Réaliser des analyses conjointes avec des données internationales



*Dr Blandine VACQUIER  
Dr Isabelle PARTARRIEU  
Dr Stéphanie MORA  
Dr Catherine VERDUN-ESQUER*



*Pr Louis BOYER  
Joël GUERSEN*



*Dr Guillemette THIN  
Dr Martine LOUET  
Dr Hubert DUCOU LE POINTE  
Dr Lynda BENSEFA-COLAS  
Lamine CHENENE*



*Dr Marie-Odile BERNIER  
Dr Klervi LEURAUD  
Dr Juliette FEUARDENT  
Hervé ROY*

**Merci de votre attention**