

The logo for IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) features the letters 'IRSN' in a bold, sans-serif font. The 'I', 'R', and 'S' are red, while the 'N' is blue.

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Première analyse de la mortalité de la cohorte Française des travailleurs du traitement du minerai d'uranium (F-MILLERS), période 1968-2013.

2^{ème} congrès ADELFF - SFSP

Amiens - 4 octobre 2017

Ségolène Bouet¹, Eric Samson¹, Iris Jovanovic²,
Dominique Laurier¹, Olivier Laurent¹.

¹Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN),
Laboratoire d'Epidémiologie des Rayonnements Ionisants, Fontenay-
aux-Roses, France.

²Amplexor, Montigny-le-Bretonneux, France.

Contexte (1) - les rayonnements ionisants

Rayonnements = propagation d'énergie

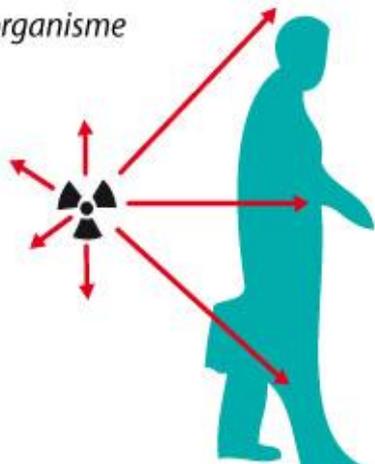
Ionisants = capables d'ioniser la matière traversée (arracher un électron à un atome)

Exemples : ondes électromagnétiques (X et γ), particules (α , β et neutrons)

Principaux modes d'exposition

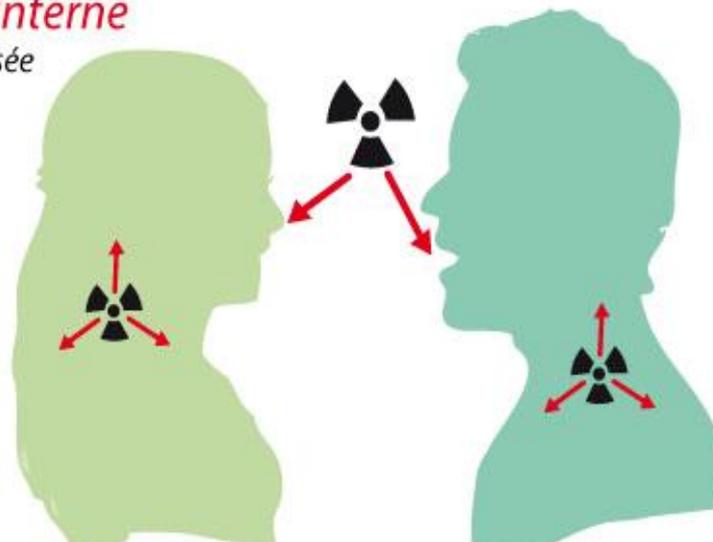
Exposition externe

Source d'exposition à l'extérieur de l'organisme et à distance



Contamination interne

Matière radioactive passée dans l'organisme par ingestion, inhalation ou plaie.



Contexte (2) - les rayonnements ionisants

- Les **risques de cancer** associés aux **expositions externes** aux rayonnements ionisants (RI) sont établis et **relativement bien quantifiés**.^{1,2}
- Des **incertitudes plus importantes** persistent concernant la quantification des risques associés aux **contaminations internes**
 - Les hypothèses retenues par le **système international de radioprotection** sont **principalement basées** sur les résultats des études chez les survivants de Hiroshima et Nagasaki (**exposition externe**) et sur des résultats expérimentaux.²
- Il est donc **nécessaire** de réaliser des **études épidémiologiques** au sein de populations exposées aux RIs **par contaminations internes**.
- En parallèle, l'**hypothèse** d'un effet à de faibles doses de RIs sur le développement de maladies de l'**appareil circulatoire** a été émise récemment, et **demande à être évaluée** de manière approfondie.³

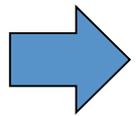
¹Richardson DB et al. BMJ 2015;351

²Recommendations of the ICRP: ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007;37.

³Kreuzer et al, 2015. Mutat Res Rev Mutat Res 764: 90-100.

Contexte (3) - l'uranium

- L'uranium est un **métal lourd radioactif**, naturellement présent dans l'environnement et utilisé pour produire du combustible nucléaire.
- Des études récentes **suggèrent** que la contamination chronique à de faibles doses d'uranium peut induire des **effets biologiques et sanitaires** sur des organes sensibles.^{1,2,3,4}
- Toutefois, les associations entre exposition à l'uranium et risques de pathologies **ne sont pas totalement concordantes** entre les différentes études épidémiologiques (différences méthodologiques, taille des études...) .

 Les **effets** de l'uranium sur la santé humaine nécessitent d'être mieux caractérisés.

¹ Guseva Canu I, et al. Cancer Causes Control 2011;22(15)63

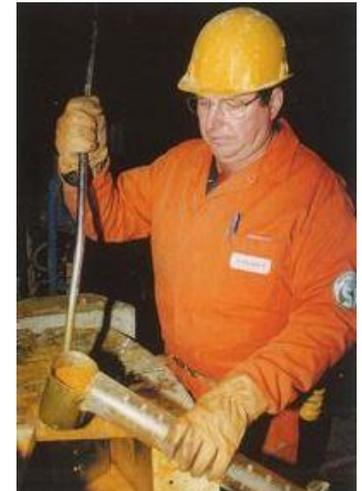
² Kurttio P , et al. Environmental health perspectives 2005;113(1):68-72

³ Guseva Canu I, et al. Occupational and environmental medicine 2012;69(6):404-9

⁴ Yiin JH, et al. American journal of industrial medicine 2016

Contexte et objectif de l'étude

- De nombreuses études épidémiologiques ont été conduites chez les travailleurs de l'uranium :
 - Mineurs d'uranium¹
 - Autres travailleurs du cycle (de la purification à la fabrication du combustible nucléaire)^{2,3,4}
- En revanche seules 4 études ont été conduites chez les travailleurs du traitement du minerai d'uranium (millers).
 - Etape intermédiaire entre la mine et la purification :
 - Extraction de l'uranium du minerai
 - Concentration de l'uranium pour produire le « yellowcake ».
 - Exposés directement à la poussière d'uranium.
- Aucune étude épidémiologique réalisée en France sur ces travailleurs.
- Objectif: décrire, pour la première fois, la mortalité d'une cohorte française de millers par comparaison avec la population générale (nationale et départementale) française.



¹ Rage E, et al, International archives of occupational and environmental health 2015;**88**(6):717-30

² Samson E, BMJ open 2016;**6**(4):e010316 doi: 10.1136/bmjopen-2015-010316.

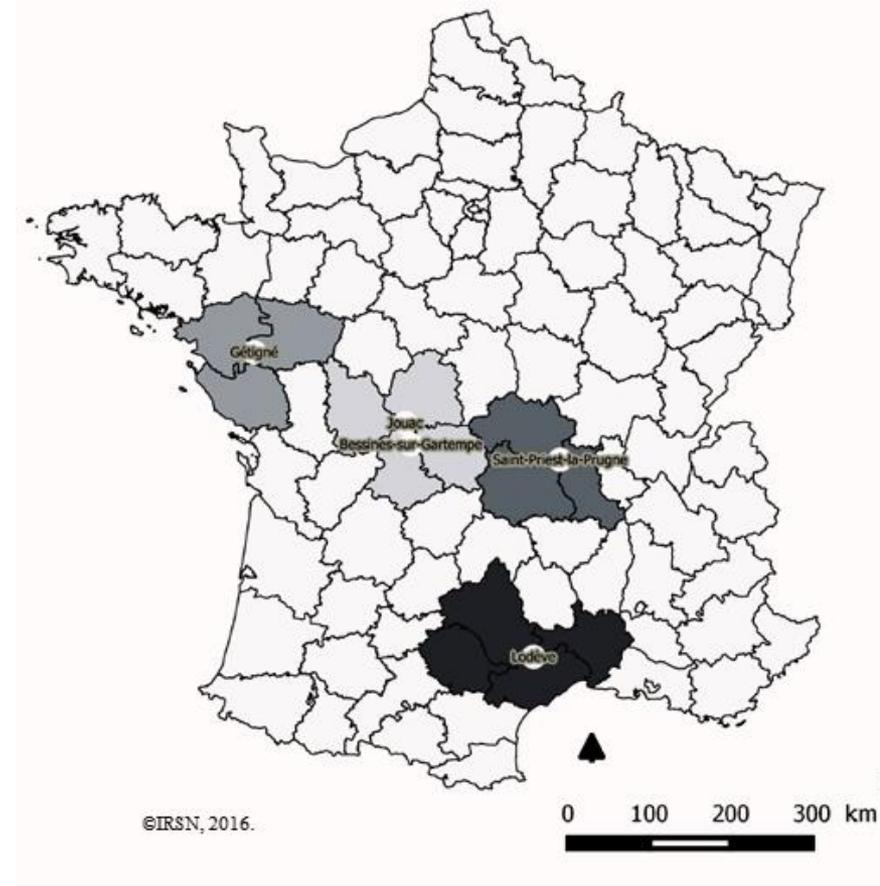
³ Guseva Canu I, Occupational and environmental medicine 2012;**69**(6):404-9.

⁴ Zhivin S. Occupational and environmental medicine 2016;**73**(3):167-74

Matériel et méthode (1)

Cohorte F-MILLERS:

- Usines filiales d'AREVA:
 - SIMO (Société Industrielle des Minerais de l'Ouest): Gétigné (44), Bessines (87), St Priest (42), Lodève (34)
 - SMJ (Société des mines de Jouac): Jouac (87)
- Critère d'inclusion: travailleurs statutaires pendant au moins 6 mois (N= 1291)
- Les statuts vitaux et les causes de décès ont été obtenus à partir des registres nationaux (RNIPP et CépiDC-Inserm)
- Suivi du 1^{er} janvier 1968 au 31 décembre 2013



Accord CNIL DR-2012-611
Co-financement: IRSN-AREVA

Matériel et méthode (2)

- La **mortalité** dans la cohorte a été comparée à celle de la population générale française:
 - **Population nationale**
 - Ou
 - **Population départementale** (département où le site est localisé et départements adjacents)
- Comparaison par calcul de **ratios de mortalité standardisés (SMR)** et leurs intervalles de confiance à 95% (IC95%).
- Analyses complémentaires conduites par **type d'activité à l'embauche** :
 - unité de fabrication (broyage, séparation, production du yellowcake),
 - unité de maintenance (entretien et réparation),
 - tous les autres secteurs (administration, laverie, laboratoire, unité d'hygiène et de sécurité)
- Autres facteurs étudiés: temps depuis l'embauche, âge atteint, site à l'embauche, durée d'emploi, CSP à l'embauche

Description de la cohorte

Table 1. Principales caractéristiques de la cohorte F-MILLERS

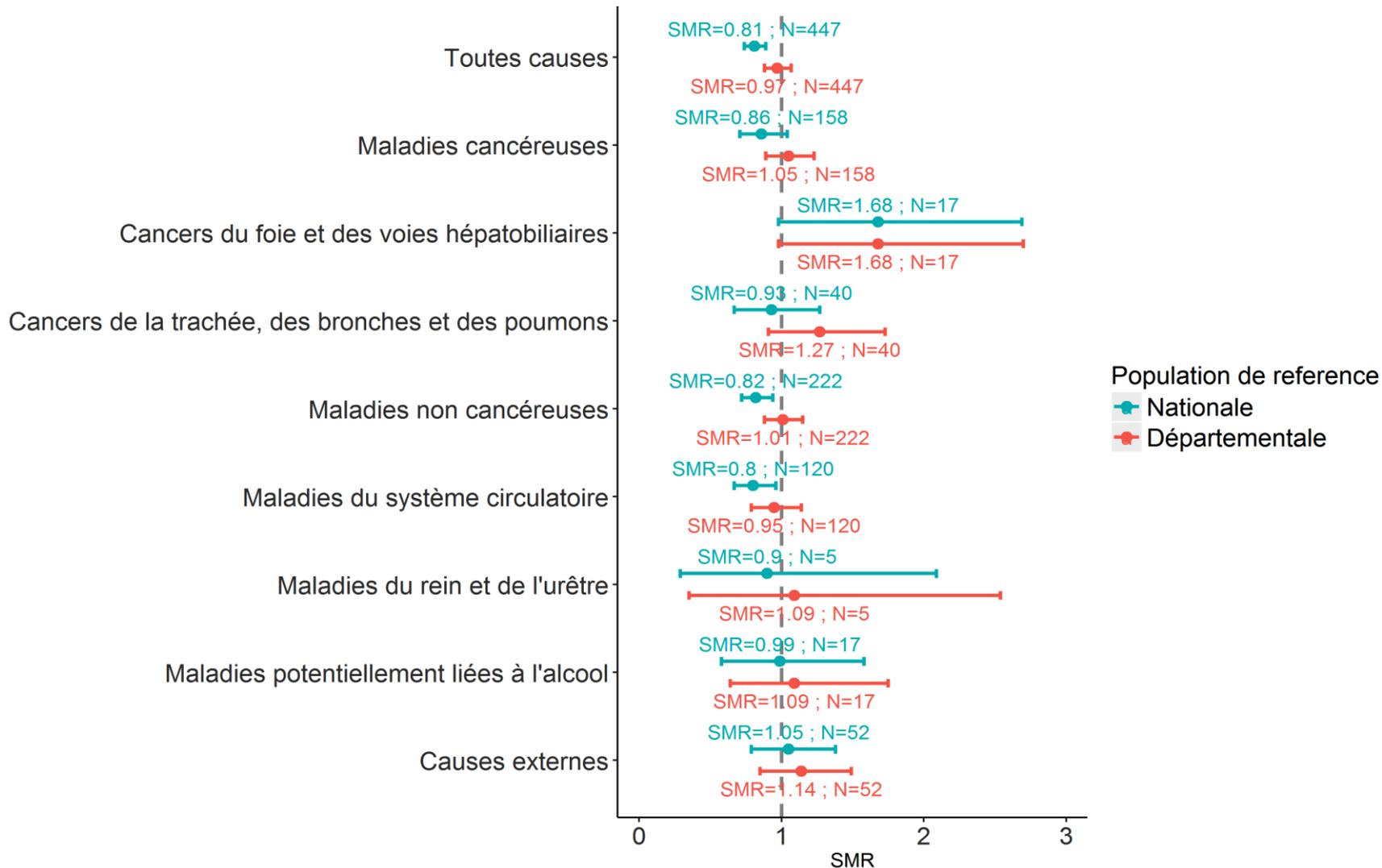
	N (%)
Sexe	
Homme	1180 (91.4%)
Femme	111 (8.6%)
CSP à l'embauche	
Ouvriers	1004 (77.8%)
Autres	287 (22.2%)
Type d'activité à l'embauche	
Maintenance	283 (21.9%)
Fabrication	552 (42.8%)
Autres	442 (34.2%)
Inconnu	14 (1.1%)
Statut vital à la fin du suivi	
Décédé	448 (34.7%)
Vivant	830 (64.3%)
Perdu de vue	13 (1.0%)

Âge moyen à l'embauche 30,2 ans
Durée moyenne d'emploi 14,7 ans

Âge moyen à la fin du suivi 66,2 ans
Durée moyenne de suivi 32,1 ans

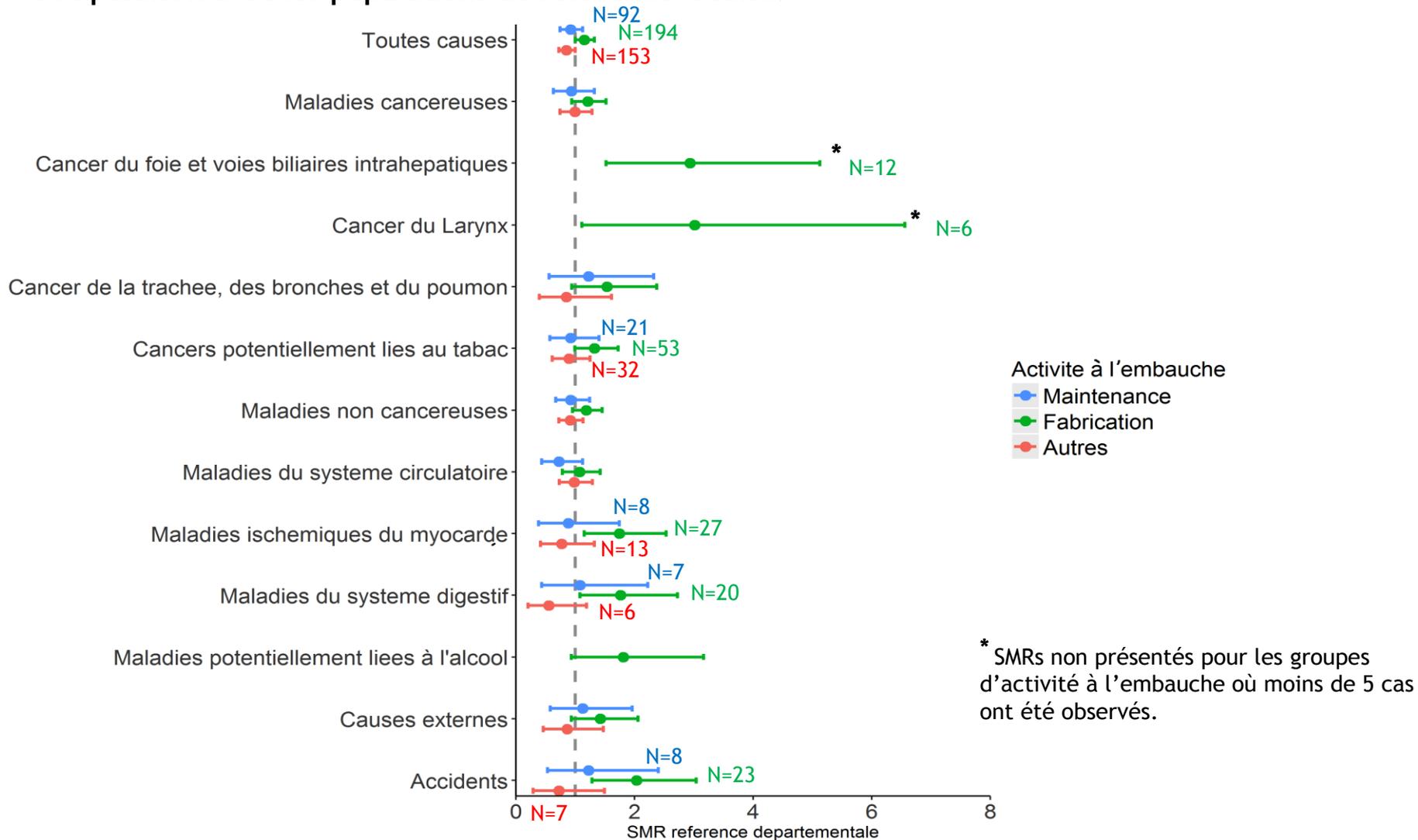
Résultats principaux(1)

Figure 1. SMRs et IC95% pour l'ensemble de la cohorte F-MILLERS (1968-2013).



Résultats principaux(2)

Figure 2. SMRs et IC95% par type d'activité à l'embauche pour la cohorte F-MILLERS (1968-2013), par comparaison avec les populations de référence locales.



Discussion - Conclusion (1)

- A l'échelle de la **cohorte entière**, aucun excès de risque statistiquement significatif n'a été trouvé
 - Globalement cohérent avec résultats dans d'autres cohortes de milliers
 - Influence du classique « effet du travailleur sain » (significatif par rapport à la référence nationale uniquement)
- Plusieurs **excès** de mortalité observés chez les travailleurs de l'**unité de fabrication** (mortalité pour toutes causes, accidents, maladies ischémiques, maladies non-cancéreuses du système digestif, cancers du foie et des voies hépatobiliaires, cancers du larynx).
 - **facteurs de risque** de ces pathologies auxquels ces travailleurs ont pu être exposés : uranium, thorium, rayons gamma, bruit, travail posté, produits chimiques, facteurs de risque non-professionnels (ex: tabac, alcool, expositions de l'environnement de vie comme la pollution de l'air...)
 - toutefois les facteurs de risque responsables des excès observés ne peuvent pas être identifiés, faute de données individuelles sur ceux-ci.

Discussion - Conclusion (2)

- **Forces de l'étude :**
 - Le suivi de la cohorte est de bonne qualité (faible % de perdus de vue)
 - Il s'étend sur une longue période.
 - **Limites principales :**
 - Faibles effectifs
 - Etude descriptive: manque d'information sur les expositions individuelles.
 - **Perspectives:**
 - Analyse conjointe internationale des cohortes de millers (comparabilité des profils de risques, puissance statistique)
 - Nécessité de conduire des études analytiques complémentaires au sein d'autres cohortes pour affiner l'estimation des risques potentiellement associés à l'exposition à l'uranium.
- > Analyses en cours dans la cohorte TRACY (présentation suivante)

Référence de l'article: Bouet S, Samson E, Jovanovic I, Laurier D, Laurent O (2017) First mortality analysis in the French cohort of uranium millers (F-Millers), period 1968-2013. *International Archives of Occupational and Environmental Health* DOI 10.1007/s00420-017-1254-7

Merci de votre
attention