Estimation du risque de décès par cancer du poumon radio-induit dans une cohorte de mineurs d'uranium

École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information

Élèves: Yanis COLLÉAUX , Marceau LE BOT , Jules Christian NIYO D

Tutrice: Sophie ANCELET

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Contexte

L'exposition au **radon**, gaz cancérigène émis par la désintégration de l'uranium, est un problème de santé publique majeur. Les mineurs d'uranium sont particulièrement exposés à ce gaz pouvant entraîner de graves conséquences tel que le cancer du poumon. Comprendre la relation entre l'exposition au radon et le risque de décès par cancer du poumon est essentiel en termes de sécurité et de santé publique.

Objectif : Évaluer l'impact de l'exposition au radon sur le risque de décès par cancer du poumon chez les mineurs d'uranium tchèques.

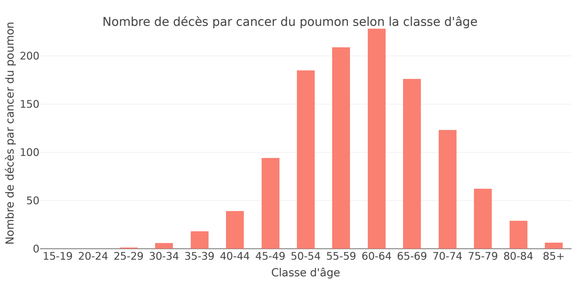
Données

Les données proviennent d'une cohorte tchèque de mineurs d'uranium de 9978 hommes répartis en deux sous-cohortes, et suivis de 1946 à 2012.

Deux bases d'informations sont à disposition dans cette étude :

- **Des informations agrégées**, stratifiées par période calendaire, âge, durée d'emploi et exposition cumulée au radon.
- **Des informations individuelles** sur l'âge, l'exposition cumulée au radon et le décès ou non par cancer du poumon.

Les analyses exploratoires montrent des corrélations entre l'âge, l'exposition au radon et le risque de décès par cancer du poumon.



Méthodologie

La méthodologie adoptée se base sur :

- L'utilisation de la **régression de Poisson** en excès de risque relatif ;
- L'examen de **modèles de survie** : un modèle de Cox et un modèle en excès de risque instantané (EdRI).

Des hypothèses sur le risque de base ont été formulées afin de renforcer la robustesse des résultats. Le modèle en excès de risque relatif s'écrit :

$$\begin{cases} Y_i \overset{\text{ind}}{\sim} \text{Poisson}(\text{PYR}_i \times \lambda_i) \\ \lambda_i = d_{i,0} \times (1 + \beta \times X_i^{cum}) \end{cases}$$

À travers 3 niveaux de stratification pour modéliser le risque de base $d_{i,0}$, les paramètres d'intérêt sont estimés en **fréquentiste et en bayésien.**

Résultats 1 : Poisson

Sur les **données agrégées**, la régression de Poisson aboutit aux résultats suivants :

- Sans hypothèse sur le risque de base, un décalage est notable entre l'inférence **fréquentiste** et **bayésienne**.
- Avec hypothèse sur le risque de base et selon le critère AIC en **fréquentiste** (DIC en **bayésien**), le meilleur modèle a un risque de base qui dépend de l'âge et de la période calendaire.

Interprétation : L'augmentation d'une unité de la moyenne des expositions au radon (WLM) entraîne une multiplication du risque de décès par cancer du poumon par environ 2.123 (2.146 en **bayésien**), toutes choses égales par ailleurs.

Résultats 2 : Modèles de survie

Sur les *données individuelles*, une estimation par **maximum de vraisemblance partielle** a donné :

Modèle	$\widehat{\beta}$	HR
Cox	0.382	1.465
EdRI	2.119	3.119

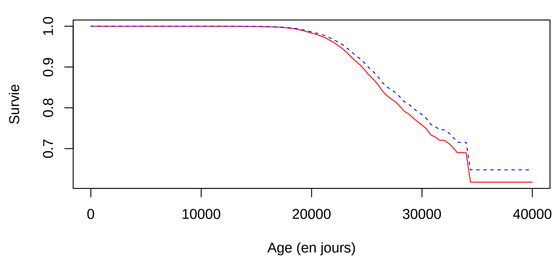


Figure 1: Fonctions de survie obtenues par l'estimateur de Breslow pour le modèle de Cox (*bleu*) et le modèle EdRI (*rouge*)

Le modèle EdRI est le plus pertinent et révèle un **Hazard Ratio (HR) de 3.119**. Les mineurs exposés à 1 WLM ont un risque de décès trois fois plus élevé que ceux non-exposés. Le risque de base a ensuite été considéré comme constant par morceaux. Cela donne l'estimation par **maximum de vraisemblance totale** suivante :

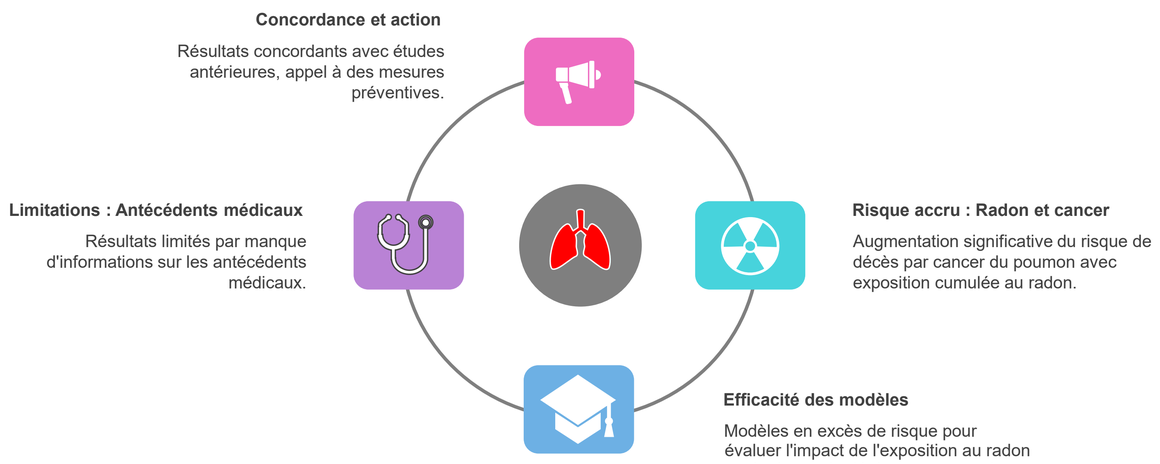
Modèle	$\widehat{\beta}$	HR
Cox	0.462	1.587
EdRI	1.372	2.372

L'estimation **bayésienne** montre à nouveau un modèle EdRI plus pertinent (DIC) et donne les résultats suivants :

Modèle	$\widehat{\beta}$	HR
Cox	0.396	1.49
EdRI	2.387	3.387

Conclusion

En conclusion, 4 points méritent d'être mis en avant :



Pour des résultats plus fins, l'obtention de données plus précises sur l'évaluation de l'exposition au radon serait possible en effectuant une **dosimétrie** de la quantité de radon réellement inhalée par les mineurs au niveau des poumons.