RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Institut National du Cancer

LA PRODUCTION DES INDICATEURS D'INCIDENCE NATIONALE ET INFRA NATIONALE, AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Partie 1 : Aujourd'hui

03-11-2026 – **Journée scientifique du RNC**

Pauline Frénoy – Biostatisticienne

Registre National des Cancers
Institut National du Cancer

Objectifs : Estimation des taux d'incidence

🔍 A différents **niveaux**

- National
- Régional et Départemental
- Infra-départemental (→ code postal)

🗓 Sur des **périodes** variées

- Min 1990

  *avant 1990 pour certains indicateurs

- Max 2027

Objectifs : Estimation des taux d'incidence

A différents **niveaux**

- National
- Régional et Départemental
- Infra-départemental (→ code postal)

Sur des **périodes** variées

- Min 1990

  *avant 1990 pour certains indicateurs
- Max 2027

→ *Sur une période définie*

$$\text{Taux d'incidence (I)} = \frac{\text{Nombre de cas (K)}}{\text{Population à risque en Personnes} * \text{Temps (PA)}}$$

Objectifs : Estimation des taux d'incidence

A différents **niveaux**

- National
- Régional et Départemental
- Infra-départemental (→ code postal)

Sur des **périodes** variées

- Min 1990

  *avant 1990 pour certains indicateurs
- Max 2027

Avec différentes **méthodes statistiques**

- Modèles +/- souples
- Extrapolations **spatiales** et/ou **temporelles**

Objectifs : Estimation des taux d'incidence

A différents **niveaux**

- National
- Régional et Départemental
- Infra-départemental (→ code postal)

Sur des **périodes** variées

- Min 1990

  *avant 1990 pour certains indicateurs
- Max 2027

Avec différentes **méthodes statistiques**

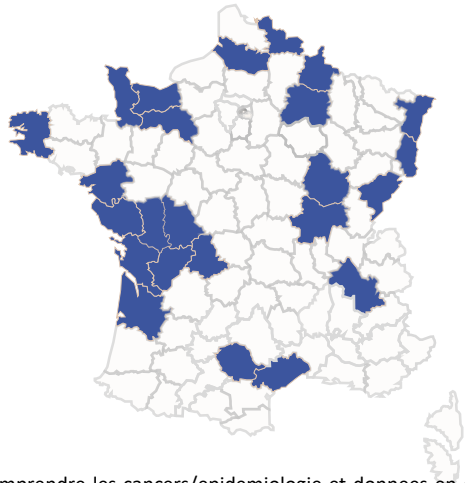
- Modèles +/- souples
- Extrapolations **spatiales** et/ou **temporelles**

⚠ Estimations basées sur des **hypothèses** +/- fortes

Sources de données

- Registres locaux de cancer → Cas incidents de cancers, en Zone Registre (ZR)

« Recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie à des fins de recherche épidémiologique et de santé publique par une équipe ayant les compétences appropriées »



Fédérés dans le **réseau FRANCIM**

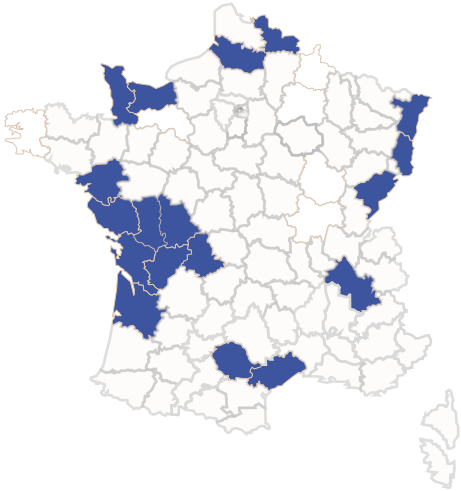
Registres des cancers
FRANCIM

~20-25% de la population de France Métropolitaine

https://www.cancer.fr/toute-l-information-sur-les-cancers/comprendre-les-cancers/epidemiologie-et-donnees-en-cancerologie/les-donnees-sur-les-cancers/les-registres-des-cancers

Sources de données

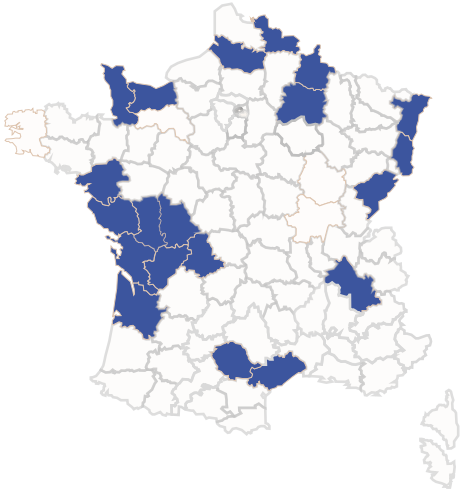
- Registres locaux de cancer → Cas incidents de cancers, en Zone Registre (ZR)



Ex, Poumon en FM :
17 départements + Lille
(registres généraux uniquement)

Sources de données

- Registres locaux de cancer → Cas incidents de cancers, en Zone Registre (ZR)



Ex, Thyroïde en FM :
19 départements + Lille
(registres généraux et spécialisés)

Sources de données

- Registres locaux de cancer → Cas incidents de cancers, en Zone Registre (ZR)
- CépiDC → Mortalité par cancers, en France métropolitaine (FM)
- Insee → Estimations et projections de population, en FM
- Proxys médico-administratifs (MA) :
  - Mises en Affection Longue Durée (ALD) pour cancers, en FM
  - Hospitalisations pour cancers, en FM

Plan

I. Estimations des taux d'incidence **nationaux**

II. Estimations des taux d'incidence **départementaux et régionaux**

III. Estimations des taux d'incidence **infra-départementaux**

I. Estimations des taux d'incidence nationaux

Dernière étude publiée : 1990-2023

→ En particulier pour les méthodes :
Z. Uhry (SPF), E. Dantony (HCL), L. Roche (HCL), E. Chatignoux (SPF), M. Colonna (Francim), N. Bossard (HCL), L. Remontet (HCL)

Etude en cours de finalisation : 1990-2027

Estimations nationales, vue d'ensemble

Etude 1990-2023

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- en FM
- de 1990 à 2023
- → par localisation, sexe, âge et année

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  en ZR, de [1985-2008] à 2018
- Estimations/Projections de populations
  en FM, de 1985 à 2023

Estimations nationales, vue d'ensemble

Etude 1990-2023

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- en FM
- de 1990 à 2023
- → par localisation, sexe, âge et année

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  en ZR, de [1985-2008] à 2018
- Estimations/Projections de populations
  en FM, de 1985 à 2023

A quoi sert le modèle statistique ?

- **Extrapolation** spatiale (ZR → FM)
- **Projections** (± rétropolations) temporelles
- **Lissage** par âges/années

Estimations nationales, vue d'ensemble

Etude 1990-2023

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- en FM
- de 1990 à 2023
- → par localisation, sexe, âge et année

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  en ZR, de [1985-2008] à 2018
- Estimations/Projections de populations
  en FM, de 1985 à 2023
- Mortalité par cancers
  en FM

Ancienne méthode

A quoi sert le modèle statistique ?

- **Extrapolation** spatiale (ZR → FM) en utilisant la mortalité comme corrélat

Ancienne méthode

- **Projections** (± rétropolations) temporelles
- **Lissage** par âges/années

Estimations nationales, approche statistique

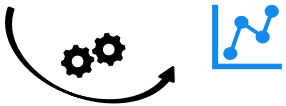
Ancienne méthode

1. Modélisation

Modèles de type « **Age-Période-Cohorte** » pour estimer les relations entre les taux d'incidence/mortalité en ZR/FM (3 modèles séparés) et l'âge et de la cohorte de naissance sur la période disponible, séparément par localisation cancéreuse et sexe

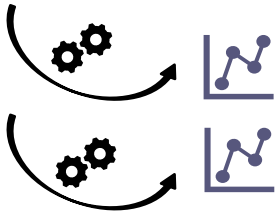


Dept	Age	Cohorte	P-A	K
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX
XX	XX	XXXX	XXXXX	XXX





Zone	Age	Cohorte	P-A	D
ZR	XX	XXX	XXXXX	XX
ZR	XX	XXX	XXXXX	XX
ZR	XX	XXX	XXXXX	XX
HZR	XX	XXX	XXXXX	XX
HZR	XX	XXX	XXXXX	XX
HZR	XX	XXX	XXXXX	XX
HZR	XX	XXX	XXXXX	XX



Remontet, L. et al. 2009. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH), 38*, 405-408.

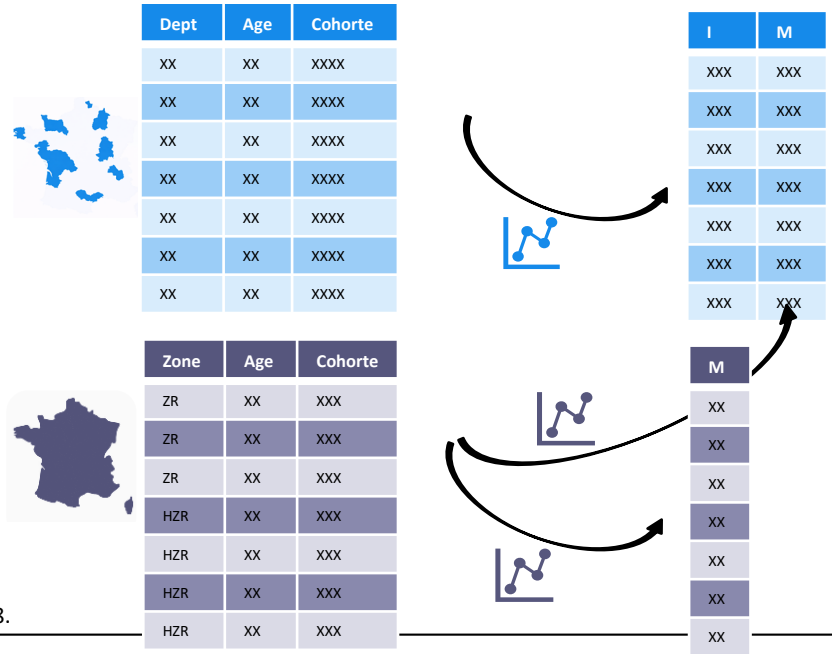
Estimations nationales, approche statistique

Ancienne méthode

2. Prédiction

Estimations des taux d'incidence et de mortalité lissés en ZR, et des taux de mortalité lissés en FM, **2-3 ans au-delà*** de la période disponible par âge et cohorte de naissance, séparément par localisation cancéreuse et sexe

*pas de projections pour certains sites



Remontet, L. et al. 2009. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH), 38*, 405-408.

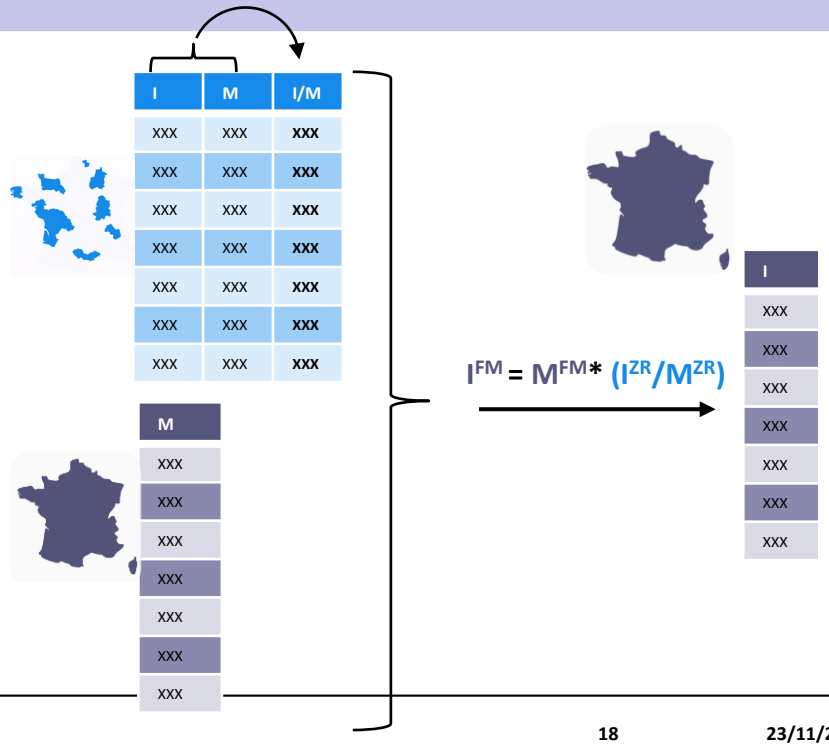
Estimations nationales, approche statistique

Ancienne méthode

2. Prédiction (suite)

Estimation des taux d'incidence **en FM** 2-3 ans au-delà* de la période disponible par âge et cohorte de naissance, en multipliant la **mortalité** en FM et le **ratio incidence/mortalité** en ZR prédits à partir des modèles, séparément par localisation cancéreuse et sexe

*pas de projections pour certains sites



Remontet, L. et al. 2009. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH), 38*, 405-408.

Estimations nationales, approche statistique

Changement de méthode

Limites de l'ancienne approche

- Non applicable pour les sites pour lesquels la **mortalité n'est pas disponible** (sous-types histologiques)
- Moins pertinente pour les sites pour lesquels la **mortalité est peu informative** (ex, mélanome)

- Arrivée de **nouveaux registres** → Couverture élargie → La ZR devient potentiellement plus représentative de FM en termes d'incidence

➥ **Nouvelle approche** basée sur la représentativité potentielle de la ZR, à partir de l'étude 1990-2018 et dans les études suivantes

Estimations nationales, approche statistique

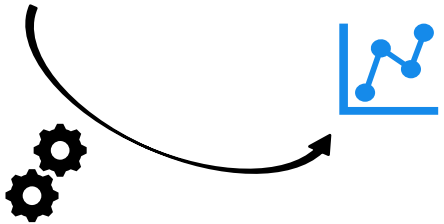
Méthode actuelle

1. Modélisation

Utilisation données d'incidence et de populations par âges, années et départements **sur la période disponible en ZR** pour apprendre la relation entre l'incidence et l'âge, l'année et le département, séparément par localisation cancéreuse et sexe



Dept	Age	Année	P-A	K
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx
xx	xx	xxxx	xxxxx	xxx



Uhry, Z. et al. (2020). *International Journal of Epidemiology, 49*(4), 1294-1306. https://doi.org/10.1093/ije/dyaa078

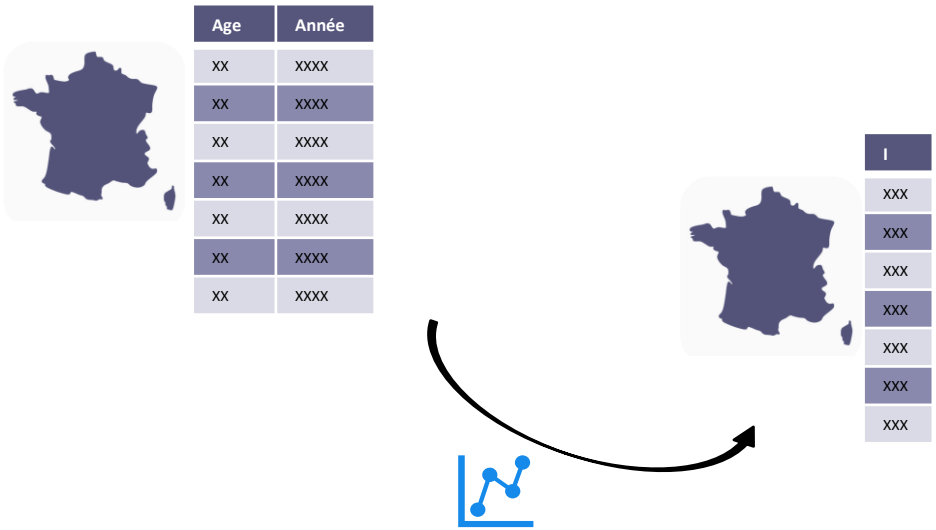
Estimations nationales, approche statistique

Méthode actuelle

2. Prédiction

Estimation des taux d'incidence par âge et années **en FM**, **3-5 ans au-delà*** de la période disponible en appliquant la relation apprise par le modèle, séparément par localisation cancéreuse et sexe

*pas de projections pour certains sites



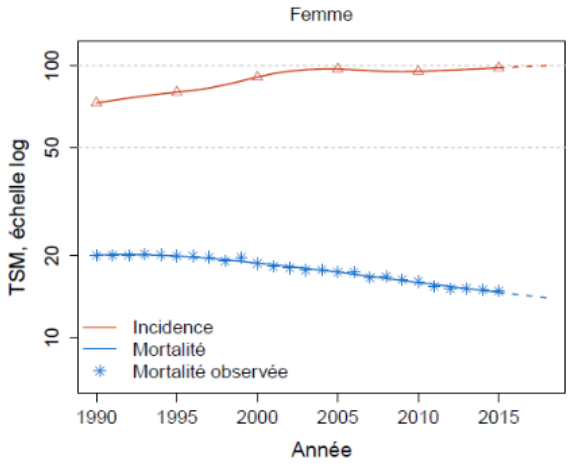
Uhry, Z. et al. (2020). *International Journal of Epidemiology, 49*(4), 1294-1306. https://doi.org/10.1093/ije/dyaa078

Estimations nationales, approche statistique

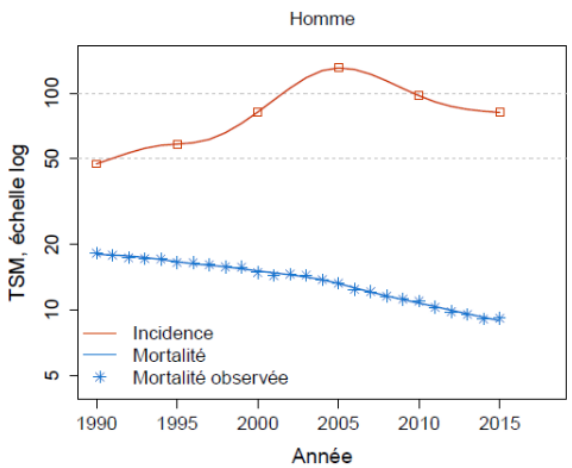
Méthode actuelle

Exemples issus de l'étude 1990-2018

Sein



Prostate



Estimations nationales, indicateurs estimés

par localisations cancéreuses & sexe

- Estimation d'indicateurs en FM à partir des modèles :
  - **Taux d'incidence** par âge et par années
  - Taux d'incidence tout âge brut et **standardisés** sur la population mondiale/européenne, par années
  - **Variation annuelle** moyenne des taux par âge et tout âge standardisés
  - **Risque cumulé** d'incidence 0-74 ans par cohorte de naissance

Estimations nationales, hypothèses

par localisations cancéreuses & sexe

- Sur quelles hypothèses reposent les estimations ?
  - Taux d'incidence moyens pour un âge et une année donnés sur la ZR proches des taux d'incidence moyens en FM→ **ZR « représentative » de la FM en termes d'incidence par âge et année**
  - Evolution fluide des taux d'incidence par âge et par année
  - Evolution log-linéaire des taux d'incidence au delà de l'année correspondant aux nœuds extérieurs, et cette tendance se poursuit au-delà de la période observée, pour un âge donné
  - Evolution des taux d'incidence dans les départements avec un historique long en moyenne similaire à l'évolution dans les départements avec un historique court, pour un âge donné
  - Indépendance des écarts de taux d'incidence entre les départements et le taux moyen en FM, et distribution normale centrée autour de zéro, avec une variance homogène en ZR et en FM

Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Cancer du poumon

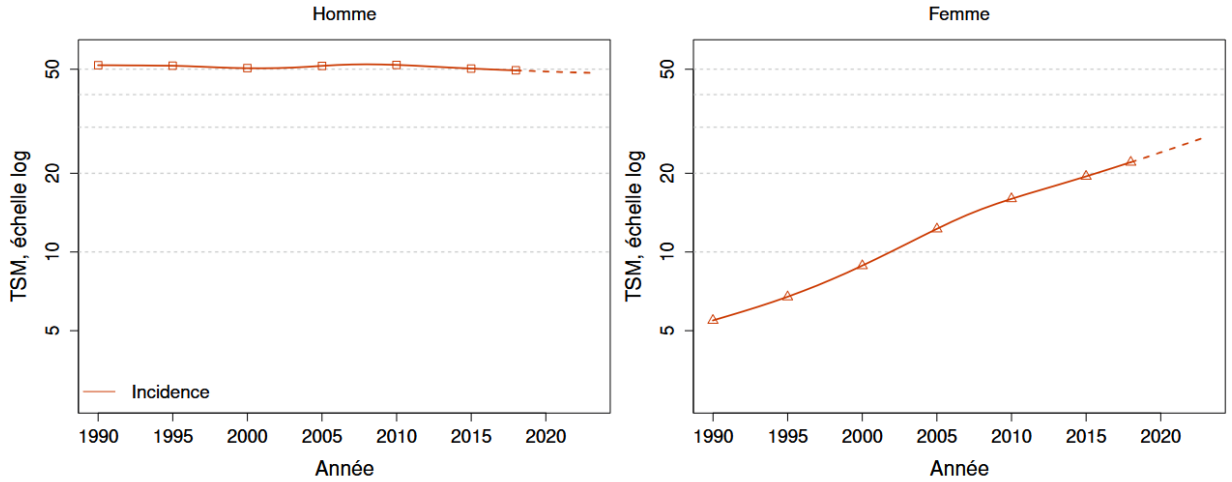
Taux d'incidence tout âges estimés en 2023, brut et standardisés sur l'âge, par sexe

	Sexe	Taux brut	Taux standardisé Europe	Taux standardisé Monde	Nombre de cas
Incidence					
	Homme	103.4 [97.1 ;110.1]	70.4 [66.1 ;75]	48.4 [45.5 ;51.6]	33438 [31413 ;35596]
	Femme	56.5 [52.6 ;60.8]	38.8 [36 ;41.7]	27.5 [25.5 ;29.6]	19339 [17983 ;20800]

Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Cancer du poumon

Taux d'incidence standardisés (sur l'âge, en prenant la population mondiale comme référence) estimés au fil des années entre 1990 et 2023, par sexe

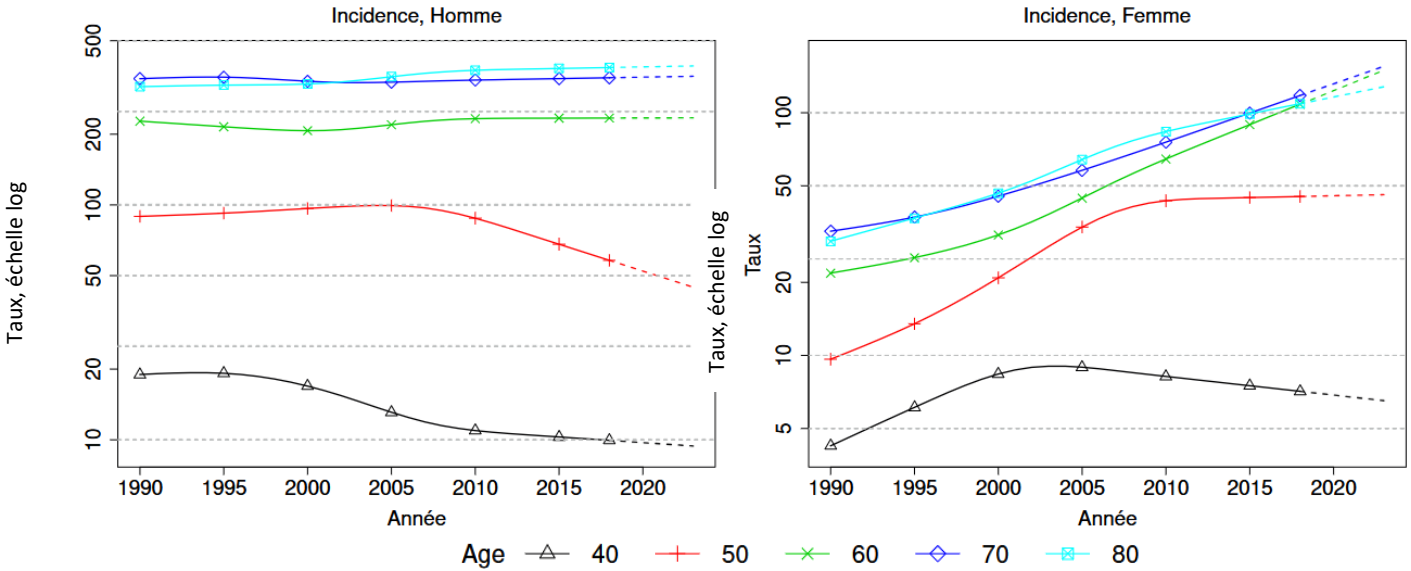


Variation Annuelle Moyenne(%)		
	De 1990 à 2023	De 2010 à 2023
Homme	-0.2 [-0.3 ;-0.1]	-0.5 [-0.8 ;-0.3]
Femme	5 [4.8 ;5.2]	4.3 [3.8 ;4.7]

Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Cancer du poumon

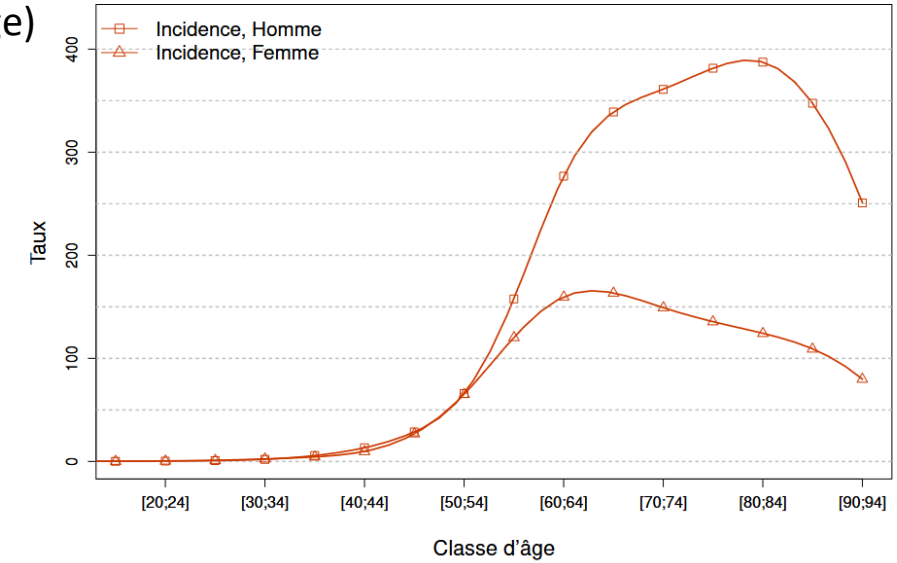
Taux d'incidence estimés au fil des années entre 1990 et 2023, par âge et sexe



Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Cancer du poumon

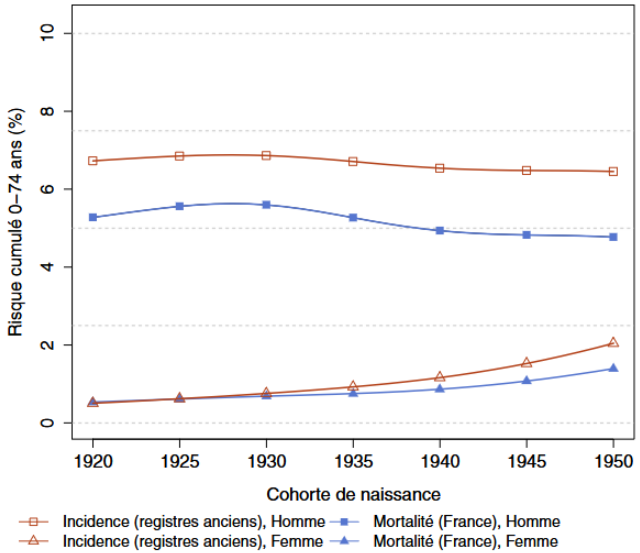
Taux d'incidence estimés en 2023 selon la classe d'âge quinquennales, par sexe (courbe transversale de l'âge)



Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2018 - Cancer du poumon

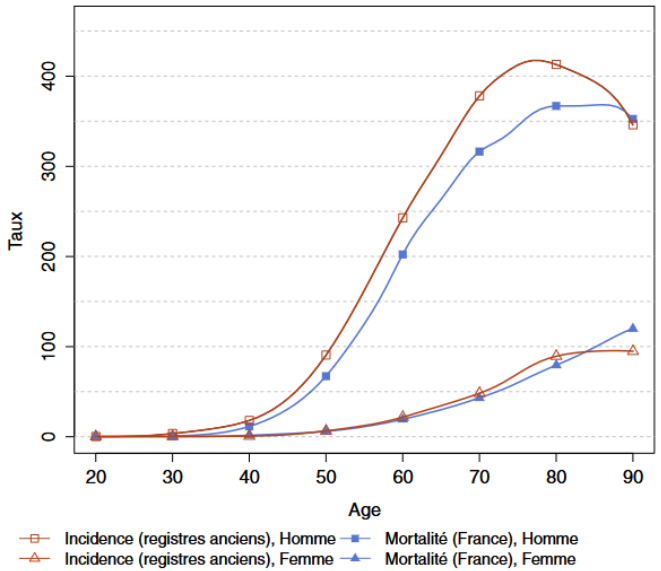
Risque cumulé 0-74 ans (en %) d'avoir un diagnostic de cancer, selon le sexe et la cohorte de naissance



Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2018 - Cancer du poumon

Taux d'incidence estimés pour la cohorte née en 1930 au fil des âges, par sexe (courbe longitudinale de l'âge)



II. Estimations des taux d'incidence départementaux et régionaux

Dernière étude publiée : 2007-2016

→ En particulier pour les méthodes :

E. Chatignoux (SPF), L. Remontet (HCL), M. Colonna (Francim), P. Grosclaude (Francim), M. Cariou (Francim), A. Billot-Grasset (Francim), Z. Uhry (SPF)

Estimations départementales, vue d'ensemble

Etude 2007-2016

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par département en FM
- de 2007 à 2016
- → par localisation et sexe

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2007 à 2014
- Estimations de populations
  par départements en FM, de 2007 à 2016
- Nouvelles mises en **ALD** pour cancers invasifs
  par départements en FM, de 2007 à 2016
- Nouvelles **hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016
- **ALD * hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016

Estimations départementales, vue d'ensemble

Etude 2007-2016

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par département en FM
- de 2007 à 2016
- → par localisation et sexe

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2007 à 2014
- Estimations de populations
  par départements en FM, de 2007 à 2016

3 proxys médico-administratifs (MA)

- Nouvelles mises en **ALD** pour cancers invasifs
  par départements en FM, de 2007 à 2016
- Nouvelles **hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016
- **ALD * hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016

Estimations départementales, vue d'ensemble

Etude 2007-2016

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par département en FM
- de 2007 à 2016
- → par localisation et sexe

A quoi sert le modèle statistique ?

- **Extrapolation spatiale** (ZR → FM) et **projections temporelles** en utilisant les proxys MA
- **Lissage** spatial

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2007 à 2014
- Estimations de populations
  par départements en FM, de 2007 à 2016
- Nouvelles mises en **ALD** pour cancers invasifs
  par départements en FM, de 2007 à 2016
- Nouvelles **hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016
- **ALD * hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2007 à 2016

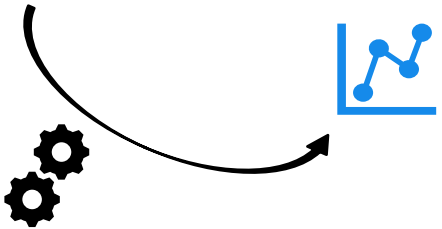
Estimations départementales, approche statistique

1. Modélisation

Utilisation des données d'incidence et de proxy MA par classe d'âge et départements sur la période disponible **en ZR** pour apprendre la relation du **ratio cas/proxy** avec la classe d'âge et le département, séparément par localisation cancéreuse et sexe et par proxy MA



Dept	Age	K	MA	K/MA
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx
xx	xx	xxx	xxx	xxx



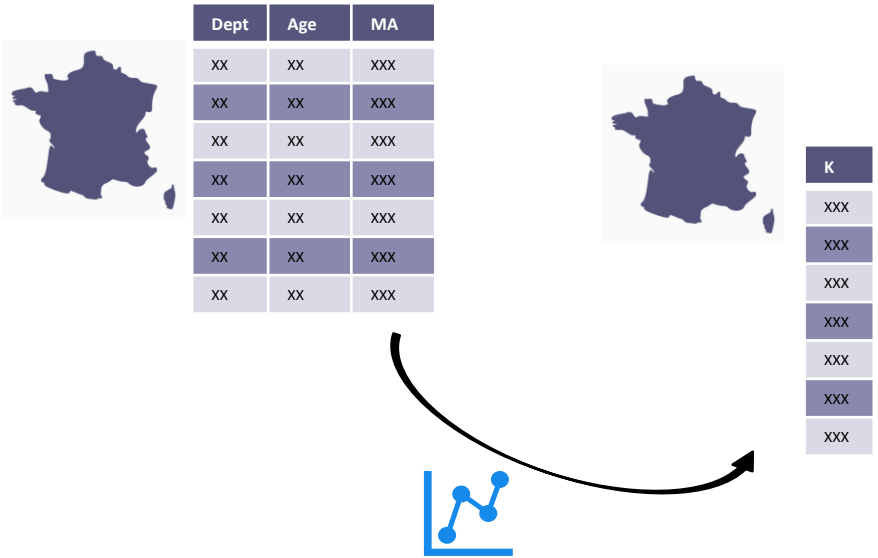
Chatignoux, E. et al. 2021. *International Journal of Epidemiology, 50*(1), 279-292. https://doi.org/10.1093/ije/dyaa217

Estimations départementales, approche statistique

2. Prédiction

Estimation du nombre de cas par classe d'âge et par département, **en FM, 2 ans au-delà** de la période disponible en utilisant le **ratio cas/proxy moyen par classe d'âge** en ZR estimé par le modèle, séparément par localisation cancéreuse et sexe

→ en utilisant le meilleur proxy MA disponible



Chatignoux, E. et al. 2021. *International Journal of Epidemiology, 50*(1), 279-292. https://doi.org/10.1093/ije/dyaa217

Estimations départementales, approche statistique

3. Modélisation

Utilisation d'un modèle bayésien hiérarchique opérant un **lissage spatial** des estimations par départements en empruntant de l'information aux **départements limitrophes** et à la moyenne nationale, séparément par localisation cancéreuse et sexe

4. Prédiction

Estimation des **rapports standardisés d'incidence** lissés pour chaque département en utilisant le modèle bayésien (et pour chaque région, par **réagrégation**), séparément par localisation cancéreuse et sexe

Chatignoux, E. et al. 2021. *International Journal of Epidemiology, 50*(1), 279-292. https://doi.org/10.1093/ije/dyaa217

Estimations départementales, indicateurs estimés

par localisations cancéreuses & sexe

- Estimation d'indicateurs en FM à partir des modèles :

  (pour les localisations éligibles)

  - **Rapports standardisés d'incidence**, par département (et par région par réagrégations) sur la période 2007-2016
  - **Taux d'incidence standardisés** sur la population mondiale, par département (et par région par réagrégations) sur la période 2007-2016

Estimations départementales, hypothèses

par localisations cancéreuses & sexe

- Sur quelles hypothèses reposent les estimations ?
  - Le **rapport entre le nombre patients MA et l'incidence réelle (MA/K) dans chaque département de la FM est proche du rapport moyen estimé en ZR** pour les localisations éligibles et pour une tranche d'âge donnée
  - Le rapport MA/K estimé sur la période 2006-2014 reste constant jusqu'en 2016 pour les localisations éligibles et pour une tranche d'âge donnée
  - Le rapport MA/K évolue de manière "fluide" au fil des tranches d'âges pour les localisations éligibles
  - Indépendance des écarts du rapport MA/K entre les départements et le rapport moyen en FM, avec distribution normale centrée autour de zéro, pour les localisations éligibles (pas d'autocorrélation spatiale)

Estimations départementales, hypothèses

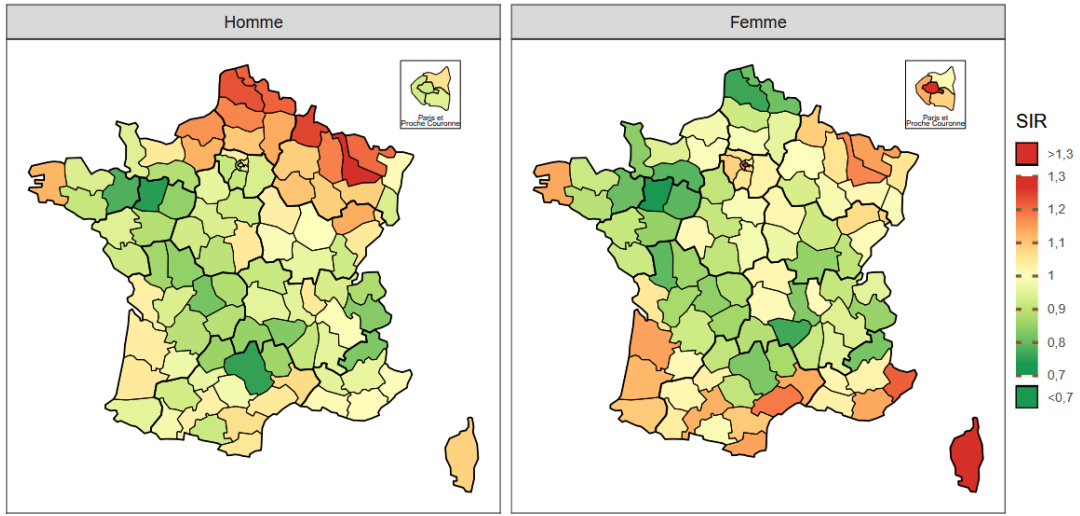
par localisations cancéreuses & sexe

- Sur quelles hypothèses reposent les estimations ?
  - Autocorrélation spatiale (entre départements limitrophes) d'une partie des écarts de taux incidence entre les départements et le taux moyen en FM (effet structuré spatialement) , pour les localisations éligibles
  - Indépendance d'une partie des écarts de taux incidence entre les départements et le taux moyen en FM, et distribution normale centrée autour de zéro (effet non structuré spatialement), pour les localisations éligibles
  - Les écarts de taux incidence entre les départements et le taux moyen en FM ne dépendent pas de l'âge, pour les localisations éligibles

Estimations départementales, résultats

Etude 2007-2016 – Cancer du poumon

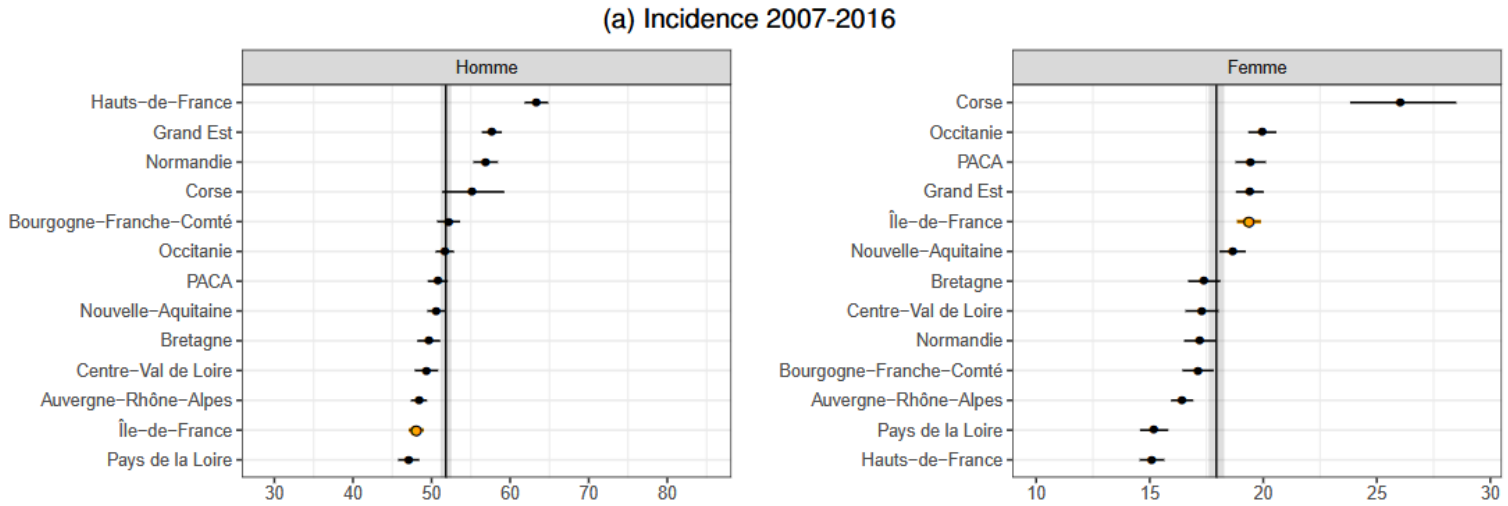
Rapports standardisés d'incidence (SIR) 2007-2016 lissés, par sexe et par départements, en prenant la France métropolitaine comme référence



Estimations départementales, résultats

Etude 2007-2016 – Cancer du poumon

Taux d'incidence standardisés (sur l'âge, en prenant la population mondiale comme référence) 2007-2016, par sexe et par régions, pour 100 000 personnes-années



III. Estimations des taux d'incidence infradépartementaux

Etude en cours : 2013-2022

→ En particulier pour les méthodes :
E. Chatignoux (SPF), L. Remontet (HCL), Z. Uhry (SPF), I. Albert (INRAe)

Estimations infradépartementales, vue d'ensemble

Etude 2013-2022

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par code postal en FM
- de 2013 à 2022
- → par localisation et sexe

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2013 à 2022
- Estimations de populations
  par départements en FM, de 2013 à 2022
- Nouvelles mises en **ALD** pour cancers invasifs
  par départements en FM, de 2013 à 2022
- Nouvelles **hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2013 à 2022
- **ALD * hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2013 à 2022

Estimations infradépartementales, vue d'ensemble

Etude 2013-2022

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par code postal en FM
- de 2013 à 2022
- → par localisation et sexe

A quoi sert le modèle statistique ?

- **Extrapolation spatiale** (ZR → FM) en utilisant les proxys MA
- **Lissage** spatial

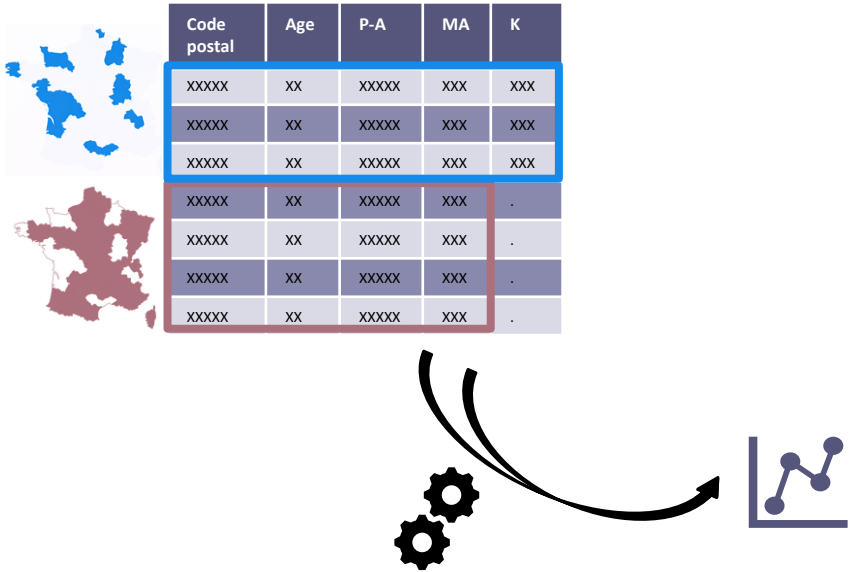
Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2013 à 2022
- Estimations de populations
  par départements en FM, de 2013 à 2022
- Nouvelles mises en **ALD** pour cancers invasifs
  par départements en FM, de 2013 à 2022
- Nouvelles **hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2013 à 2022
- **ALD * hospitalisations** pour cancers invasifs
  par département en FM, de 2013 à 2022

Estimations infradépartementales, approche statistique

1. Modélisation

Utilisation des données d'incidence et de proxy MA sur la période disponible pour modéliser **conjointement** l'incidence et les erreurs de classification du proxy (Se & VPP) **en ZR** et l'incidence mesurée par le proxy **hors ZR**, en fonction de la classe d'âge et de la zone géographique, à l'aide de modèles hiérarchiques bayésiens permettant d'intégrer un lissage spatial, séparément par localisation cancéreuse et sexe et par proxy MA



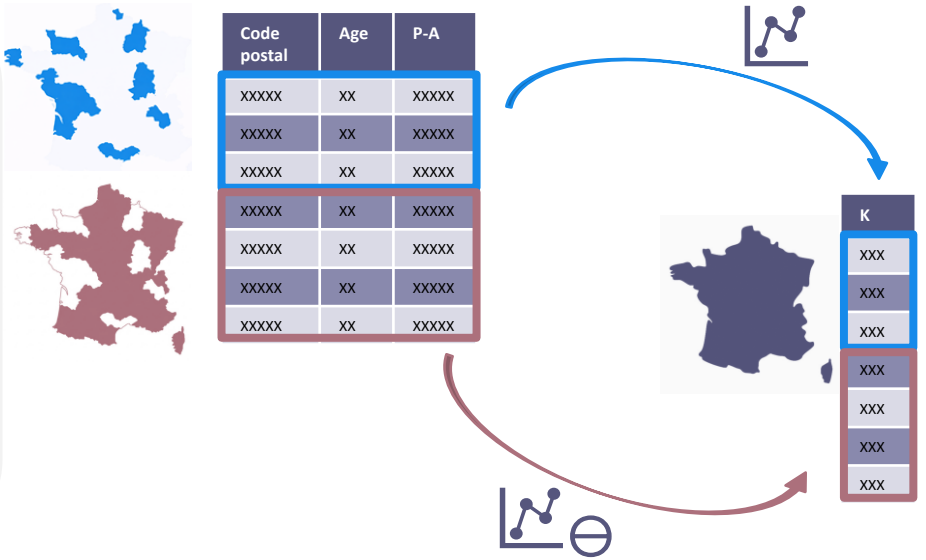
Chatignoux, E. 2026. https://theses.hal.science/tel-05728017

Estimations infradépartementales, approche statistique

2. Prédictions

Estimation des taux d'incidence lissés par classe d'âge et par zone géographique **en ZR** et **hors ZR** en utilisant la relation apprise par le modèle + **pénalisation hors ZR** pour réduire la variance

→ en utilisant le meilleur proxy MA disponible

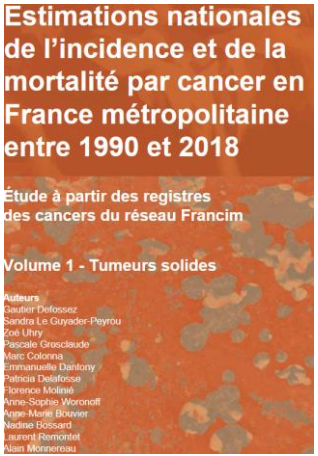


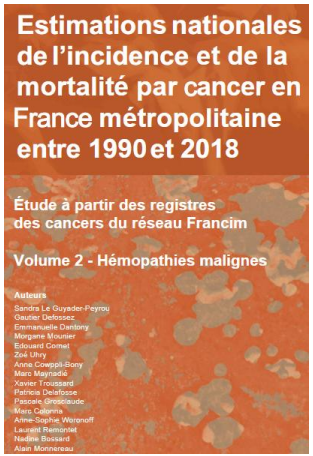
Chatignoux, E. 2026. https://theses.hal.science/tel-05728017

Compléments

Plus d'informations

Etudes nationales 1990-2018 et 1990-2023







INCIDENCE DES PRINCIPAUX CANCERS EN FRANCE MÉTROPOLITAINE EN 2023 ET TENDANCES DEPUIS 1990

// MAIN CANCERS INCIDENCE IN METROPOLITAN FRANCE IN 2023 AND TRENDS SINCE 1990

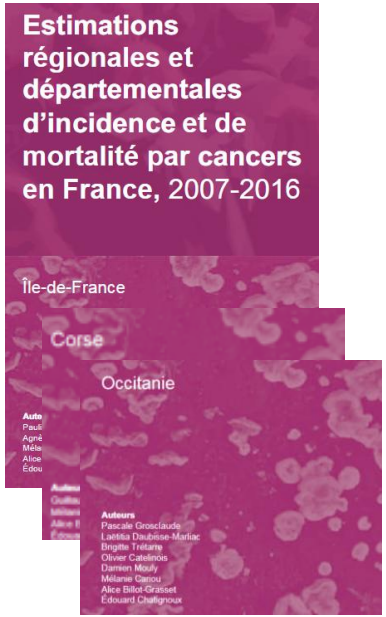
Bénédicte Lapôtre-Ledoux[1,2,3] (Lapotre-Ledoux.Benedicte@chu-amiens.fr), Laurent Remontet[4,5], Zoé Uhry[6,4], Emmanuelle Dantony[4,5], Pascale Grosclaude[2,7], Florence Molinié[2,8,9], Anne-Sophie Woronoff[2,10], Camille Lecoffre-Bernard[6], Lionel Lafay[11], Gautier Defossez[2,12], Tania D'Almeida[2,13,14] et le Réseau français des registres de cancers Francim[2]

Plus d'informations

Etude régionale et départementale 2007-2026







…etc par régions

Plus d'informations

Méthode développée pour l'étude infradépartementale



THESE DE DOCTORAT

NNT : 2026IPASM018

université PARIS-SACLAY

Prédiction de l'incidence des cancers à une échelle géographique fine sur le territoire français à partir de données registres partiellement observées et de proxys

Fine scale prediction of cancer incidence in France using partial-coverage registry data and proxies of incidence

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay

École doctorale n° 574 : mathématiques Hadamard (EDMH)
Spécialité de doctorat : Mathématiques appliquées
Graduate School : Mathématiques. Référent : Faculté des sciences d'Orsay

Thèse préparée dans la direction DATA de Santé publique France et dans l'unité de recherche UMR MIA Paris-Saclay (Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE), sous la direction d'Isabelle ALIBERT, Chargée de Recherche Hors Classe, la co-direction de Laurent REMONTET, Ingénieur biostatisticien, et le co-encadrement de Zoé URHY, Biostatisticienne chargée de projet.

Thèse soutenue à Santé publique France (Saint-Maurice), le 5 juin 2026, par

Édouard CHATIGNOUX

Composition du jury

Membres du jury avec voix délibérative

Pierre BARBILLON Professeur des universités, AgroParisTech, Université Paris-Saclay	Président
Chantal GUIHENNEUC Professeure des universités, Faculté de Pharmacie de Paris, Université Paris Cité	Rapporteure & Examinatrice
Virginie RONDEAU Directrice de recherche, INSERM U1219, ISPED, Université de Bordeaux	Rapporteure & Examinatrice
Sophie ANCELET Docteure, ASNR	Examinatrice
Alicia MONNIREAU Docteur, Institut Bergonié	Examinateur
Erik-André SAULEAU Professeur des universités - praticien hospitalier, Université de Strasbourg	Examinateur

Conclusion

- Travaux méthodologiques essentiels pour l'estimation des indicateurs d'incidence par cancer en France
- Evolutions avec la création du Registre National des Cancers et l'arrivée de nouvelles sources de données (dans le cadre du décret 2025-1366)

Merci

aux partenaires impliqués dans la réalisation des études

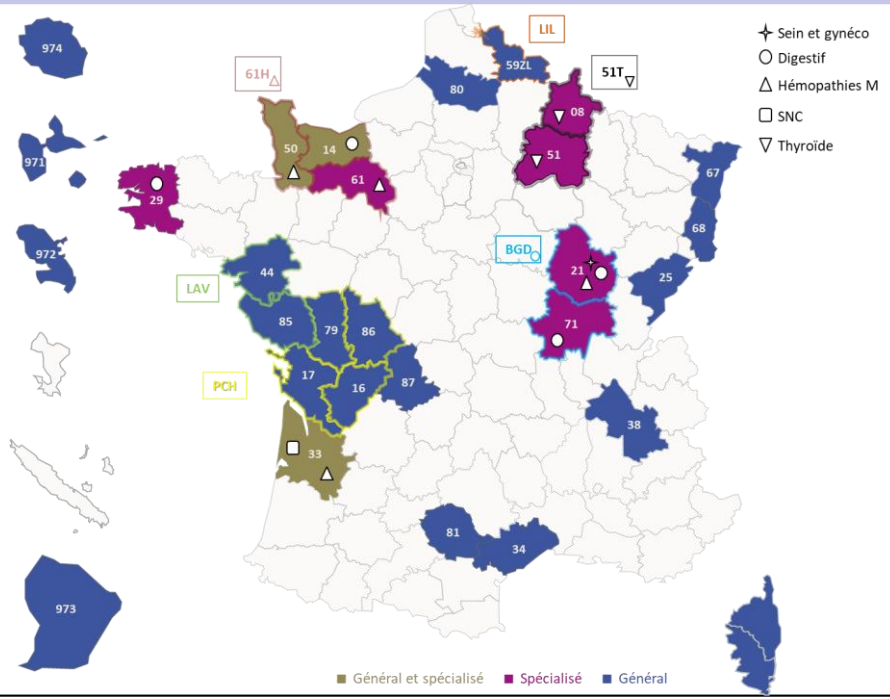
Santé publique France

HCL HOSPICES CIVILS DE LYON

Registres des cancers FRANCIM

Annexes

Registres locaux de cancer



Estimations nationales, données utilisées

Etude 1990-2023

Table 2. Départements avec registre et période disponible selon le type de cancer étudié

Département	Site	Période disponible (au sein de 1985-2018)
08- Ardennes	Thyroïde	1985-2018
14- Calvados	Sites digestifs et hémopathies malignes	1985-2018
	Autres sites et « Tous cancers »	1985-2017
16- Charente	Tous	2008-2018
17- Charente-Maritime	Tous	2008-2018
21- Côte d'Or	Sites digestifs	1985-2018
	Hémopathies malignes	1985-2018
	Sein, col et corps de l'utérus, ovaire	1982-2018
25- Doubs	Tous	1985-2018
29- Finistère	Sites digestifs	2005-2018
33- Gironde	Système nerveux central	2000-2018
	Hémopathies malignes	2002-2018
	Autre sites[1]	2005; 2008-2018
34- Hérault	Tous	1987-2018
38- Isère	Tous	1985-2018
44- Loire-Atlantique	Sein, colon, rectum	1991-2018
	Autre sites[1]	1998-2018
50- Manche	Tous	1994-2018
51- Marne	Thyroïde	1975-2018
61- Orne	Hémopathies malignes	2002-2018
67- Bas-Rhin	Tous	1975-2016
68- Haut-Rhin	Tous	1988-2018
71- Saône-et-Loire	Sites digestifs	1985-2018
79- Deux-Sèvres	Tous	2008-2018
80- Somme	Tous	1985-2018
81- Tarn	Tous	1985-2018
85- Vendée	Tous	1998-2018
86- Vienne	Tous	2008-2018
87- Haute-Vienne	Tous	2009-2018
90- Territoire de Belfort	Tous	2007-2016
LIL- Lille-Métropole	Tous	2008-2018

[1] Tout autre site (y compris le site «Tous cancers»)

Estimations nationales, localisations étudiées

Etude 1990-2023

Table 1. Sites analysés (incidence, CIM-O3)

Site	Topographie	Morphologie
Lèvre-bouche-pharynx	C00-C14	Toutes [1]
Œsophage	C15	Toutes [1]
Estomac	C16	Toutes [1]
Côlon et rectum	C18-21	Toutes [1]
Foie	C22	Toutes [1]
Pancréas	C25	Toutes [1]
Poumon	C33-34	Toutes [1]
Mélanome de la peau	C44	8720-8780
Sein	C50	Toutes [1]
Col de l'utérus	C53	Toutes [1]
Corps de l'utérus	C54	Toutes [1]
Ovaire	C56,C570-574	Toutes[1]
Prostate	C61	Toutes [1]
Rein	C64-C66, C68	Toutes [1]
Vessie	C67	Toutes [1]
Système nerveux central (SNC)	C70-72	Toutes [1]
Thyroïde	C73	Toutes [1]
Tous cancers[2]	**C00-C80**	**Toutes [2]**
Lymphome diffus à grandes cellules B [3]	Toutes	9678-9684, 9688, 9712, 9735, 9737, 9738, 9766
Myélome multiple et plasmocytome [3]	Toutes	9731-9734

Estimations nationales, localisations étudiées

Etude 1990-2027

Sites	Incidence (CIM-O3)	
	Topographie	Morphologie[1]
Lèvre-bouche-pharynx	C00-C14	Toutes[1]
Œsophage	C15	Toutes[1]
Estomac	C16	Toutes[1]
Intestin grêle	C17	Toutes[1]
Côlon et rectum	C18-21	Toutes[1]
Foie	C22	Toutes[1]
Vésicule et voies biliaires	C23-24	Toutes[1]
Pancréas	C25	Toutes[1]
Fosses nasales, sinus annexes de la face, oreilles moyenne et interne	C30-31	Toutes[1]
Larynx	C32	Toutes[1]
Poumon	C33-34	Toutes[1]
Mélanome de la peau	C44	8720-8780
Sarcome	Toutes	Cf. liste[2]
Sein (Hommes inclus)	C50	Toutes[1]
Col de l'utérus	C53	Toutes[1]
Corps de l'utérus	C54	Toutes[1]
Ovaire, trompe, et péritoine	C56, C570-574	Toutes[1]
	C481-488	Toutes[1,4] sf 8480
Vulve	C51	Toutes[1]
Vagin	C52	Toutes[1]
Pénis	C60	Toutes[1]
Prostate	C61	Toutes[1]
Testicule	C62	Toutes[1]
Rein	C64-66, C68	Toutes[1]
Vessie	C67	Toutes[1]
Mélanome de l'uvée	C692-694, C696-699	8720-8780
	C693	8000
Système nerveux central	C70-72, C751-753	Toutes[1]
Thyroïde	C73	Toutes[1]

Sous-sites topographiques *	Incidence (CIM-O3)	
	Topographie	Morphologie [1]
Lèvre-bouche-pharynx		
Lèvre	C00	Toutes [1]
Cavité buccale	C02, C03-06	Toutes [1]
Glandes salivaires	C07-08	Toutes [1]
Oropharynx	C01, C09-10	Toutes [1]
Nasopharynx	C11	Toutes [1]
Hypopharynx	C12-13	Toutes [1]
Côlon et rectum		
Côlon	C18	Toutes [1]
Rectum	C19-20	Toutes [1]
Anus et canal anal	C21	Toutes [1]
Rein		
Rein (parenchyme rénal)	C64	Toutes [1]
Sarcome		
Sarcome des tissus mous	C00-06, C09-14, C30-32, C381-3, C47-49, C698	Morpho. sarcomes [2]
Sarcome osseux	C40-41	Morpho. Sarcomes [2]

Sous-sites histologiques	Topo.[1]	Morphologie (CIM-O3)
Œsophage		
Cancers épidermoïdes		8051, 8070-78, 8082-8084, 8123
Adénocarcinomes		8140-41, 8143-44, 8190, 8200-01, 8210-11, 8260-63, 8310, 8320, 8480-81, 8490, 8550, 8570, 8576
Poumon	C34	
Cancers à petites cellules		8002, 8041-45
Cancers épidermoïdes		8050-52, 8070-76, 8082-84, 8123
Adénocarcinomes		8140-41, 8143-44, 8180, 8190, 8201, 8210-11, 8230, 8250-57, 8260, 8263, 8265, 8290, 8310, 8323, 8333, 8410, 8440-41, 8470, 8480-81, 8490, 8508, 8522, 8550-51, 8570, 8572, 8574, 8576
Col de l'utérus		
Cancers épidermoïdes		8050-78, 8083-86
Adénocarcinomes		8140-41, 8190-8211, 8230-31, 8260-65, 8310, 8380, 8382-84, 8440-90, 8570-74, 8576
Ovaire, trompes et péritoine		
Tumeurs épithéliales		8010-8576, 8950-9015
Tumeurs des cellules germinales		9060-9101
Tumeurs du stroma et des cordons sexuels		8600-8650
Testicule		
Tumeurs germinales séminomateuses		9060-64
Tumeurs germ. non séminomateuses et mixtes		9065, 9070-72, 9080-81, 9083-85, 9101-02
Thyroïde		
Cancers papillaires		8050, 8260, 8340-44, 8350
Cancers vésiculaires		8290, 8330-32, 8335, 8337
Cancers médullaires		8345-47, 8510, 8512
Système nerveux central (SNC)	C71	
Tumeurs gliales		9380-82, 9384-85, 9400-01, 9410-11, 9420-21, 9424-25, 9430-31, 9440-42, 9444-45, 9450-51, 9460
Glioblastomes		9440-42
Tumeurs gliales autres que glioblastomes		9380-82, 9384-85, 9400-01, 9410-11, 9420-21, 9424-25, 9430-31, 9444-45, 9450-51, 9460

Estimations nationales, localisations étudiées

Etude 1990-2027

Entité	Morphologie (CIM-O3)	Analysable depuis
Hémopathies lymphoïdes		
Lymphome de Hodgkin	9650-9655, 9659, 9661-9665, 9667	1975
Leucémie lymphoïde chronique / lymphome lymphocytique	9670, 9823	1975
Lymphome diffus à grandes cellules B	9678-9680, 9684, 9688, 9712, 9735, 9737, 9738, 9766	1995
Lymphome folliculaire[1]	9690, 9691, 9695, 9698	1995
Lymphome de la zone marginale	9689, 9699	2003
Lymphome à cellules du manteau	9673	2003
Lymphome lympho-plasmocytaire / Macroglobulinémie de Waldenström	9671, 9761	1995
Leucémie à tricholeucocytes	9940	1975
Lymphome de Burkitt	9687, 9826	1995
Myélome multiple et plasmocytome	9731-9734	1995
Lymphome T/NK à cellules matures	9700-9702, 9705, 9708, 9709, 9714-9719, 9724, 9726, 9827, 9831, 9834, 9948	2003
Leucémie/lymphome lymphoblastique à cellules précurseurs (B, T ou SAI)	9727-9729, 9811-9819, 9835-9837	1995
Autres hémopathies malignes		
Leucémie aiguë myéloïde (LAM)[2]	9840, 9860, 9861, 9865-9867, 9869-9874 ,9877-9879, 9891, 9895-9898, 9910-9912, 9920, 9930, 9931, 9984	1975
Néoplasie myéloprolifférative chronique[3]	9863, 9875, 9946, 9950, 9960-9964, 9975	2003
Néoplasie myélodysplasique[3]	9980, 9982, 9983, 9985-9987, 9989, 9991-9993	2003
Leucémie myélomonocytaire chronique [4]	9945	2003

Entité	Topographie / Morphologie (CIM-O3)	Analysable depuis
Lymphome de la zone marginale		
Lymphome de la zone marginale splénique	9689	2003
Lymphome T/NK à cellules matures		
Lymphome T/NK à cellules matures, cutané	Topographie C44 [1]	2003
Lymphome T/NK à cellules matures, non cutané	Topographie ≠C44 [1]	2003
Leucémie aiguë myéloïde		
Leucémie aiguë promyélocytaire	9866	2003
Néoplasie myéloproliférative chronique		
Leucémie myéloïde chronique (LMC)	9863, 9875	1975
Myélofibrose	9961	2003
Polyglobulie de Vaquez	9950	2003
Thrombocytémie essentielle	9962	2003

Entités	Incidence	Mortalité			Analysable depuis
	Morphologie (CIM-O3)	1975-1978 (CIM-8)	1979-1999 (CIM-9)	2000-23 (CIM-10)	
Hémopathies lymphoïdes	9590, 9591, 9596, 9597, 9650-9655, 9659, 9661-9665, 9667, 9670, 9671, 9673, 9675, 9678-9680, 9684, 9687-9691, 9695, 9698-9702, 9705, 9708, 9709, 9712, 9714-9719, 9724, 9726-9729, 9731-9735, 9737, 9738, 9760-9762, 9764, 9766, 9811-9820, 9823, 9826, 9827, 9831-9837, 9940, 9948, 9971	200-204	200-204	C81-C88, C90, C91	1975
Toutes hémopathies malignes	≥9590	200-208	200-208	C81-C96	1975

Estimations nationales, modèles statistiques – v1

séparés par localisations cancéreuses & sexe

$$\log(E(K_{j,a})) = f(a) + d_j + \log(PA_{j,a}) \text{ pour } j \in ZR$$

$$\text{avec } K_{j,a} \sim \text{Poisson}(\lambda_{j,a} * PA_{j,a}) \text{ et } d_j \sim \text{Normale}(0,\sigma^2)$$

f() et g() : fonctions splines cubiques restreintes

Estimations nationales, modèles statistiques – v1

séparés par localisations cancéreuses & sexe

Nombre de cancers

Age

Département

Personnes-Années

$$\log(E(K_{j,a,y})) = f(a) + d_j + \log(PA_{j,a,y}) \quad \text{pour } j \in ZR$$

avec $K_{j,a,y} \sim \text{Poisson}(\lambda_{j,a,y} * PA_{j,a,y})$ et $d_j \sim \text{Normale}(0,\sigma^2)$

Taux d'incidence

f() : fonction splines cubiques restreintes

Estimations nationales, modèles statistiques – v2

séparés par localisations cancéreuses & sexe

Nombre de cancers

Age

Année

Département

Personnes-Années

$$\log(E(K_{j,a,y})) = f(a) + g(y) + d_j + \log(PA_{j,a,y}) \quad \text{pour } j \in ZR$$

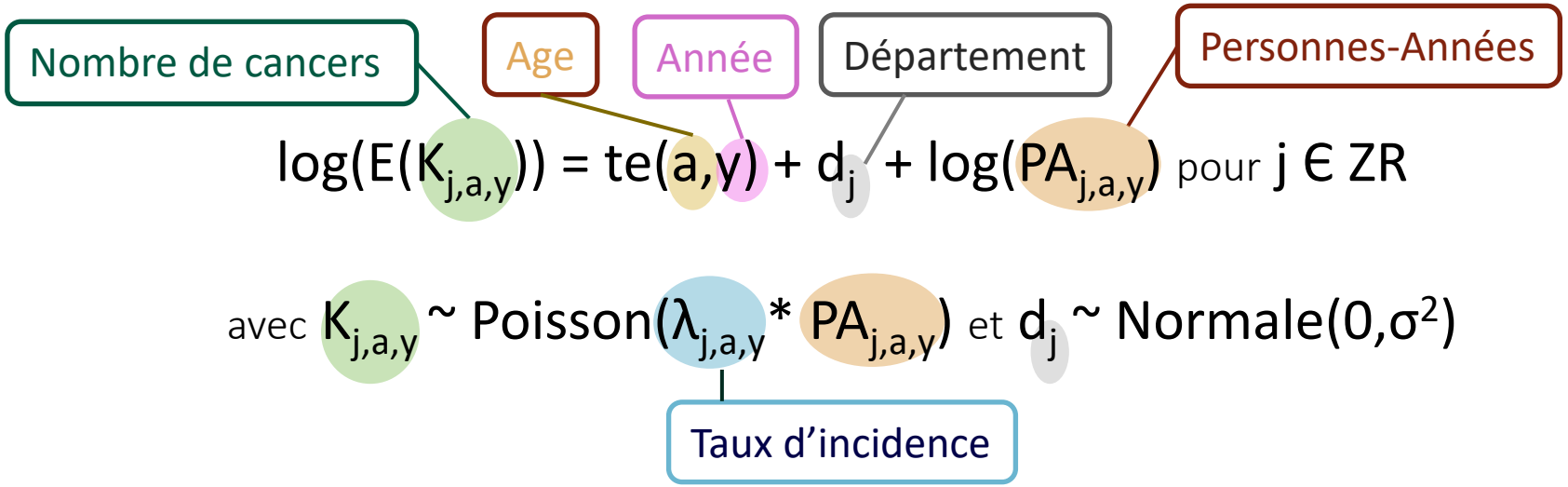
avec $K_{j,a,y} \sim \text{Poisson}(\lambda_{j,a,y} * PA_{j,a,y})$ et $d_j \sim \text{Normale}(0,\sigma^2)$

Taux d'incidence

f() et g() : fonctions splines cubiques restreintes

Estimations nationales, modèles statistiques – v3

séparés par localisations cancéreuses & sexe



f() et g() : fonctions splines cubiques restreintes - te() : splines multidimensionnelles pénalisées (“tensor”)

Splines multidimensionnelles pénalisées

- Fonctions splines cubiques restreintes comme bases
  → **Non-linéarités** en gardant âge et année en continue
  → Linéarité au-delà des nœuds extérieurs
- Produit des bases marginales pour l'âge et l'année
  → **Interactions** Age*Année
- Pénalisation
  → **Lissage** des variations aléatoires

Wood SN. Low-rank scale-invariant tensor product smooths for generalized additive mixed models. Biometrics. 2006; 62: 1025-36.
Wood SN. Generalized additive models: an introduction with R. 2nd ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2017.

Estimations nationales, indicateurs estimés

par localisations cancéreuses & sexe

- Estimation d'indicateurs en FM à partir des modèles :
  - **Taux d'incidence** par âge et par années

$$\lambda^{FM}_{a,y} = \exp(te(a,y))*\exp(\sigma^2/2)$$

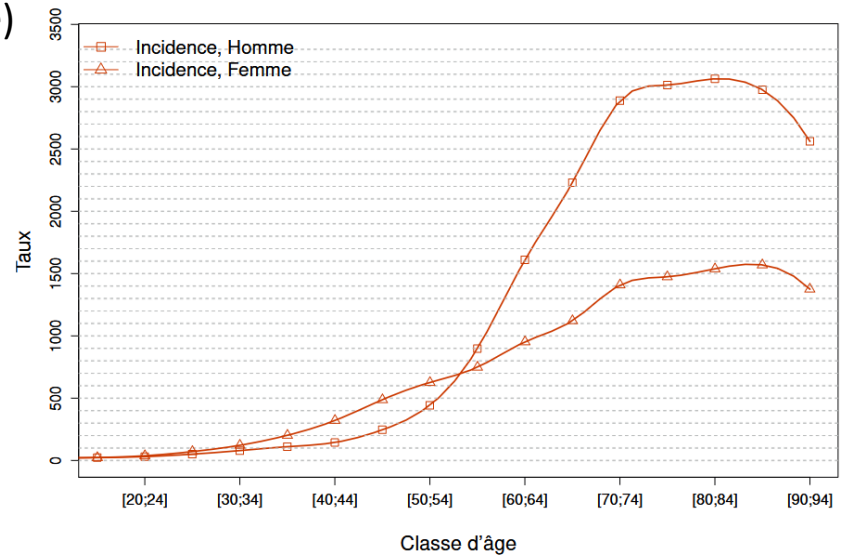
$$ou\ \lambda^{FM}_{a,y} = \exp(f(a)+g(y))*\exp(\sigma^2/2)$$

$$ou\ \lambda^{FM}_{a,y} = \exp(f(a))*\exp(\sigma^2/2)$$

Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Tous cancers

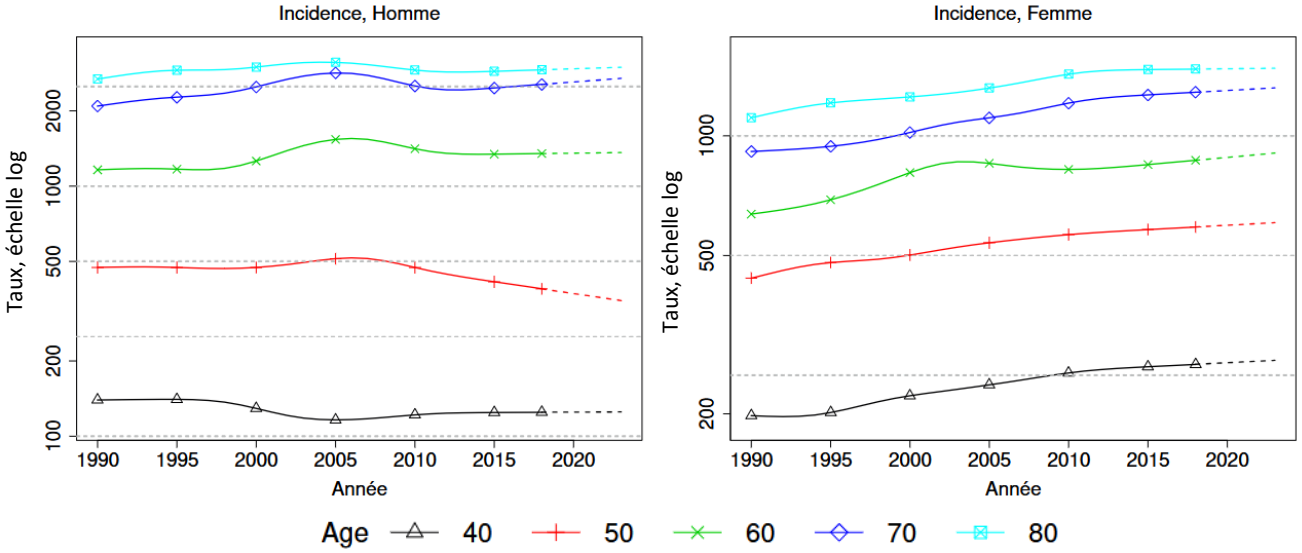
Taux d'incidence estimés en 2023 selon la classe d'âge quinquennales, par sexe (courbe transversale de l'âge)



Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Tous cancers

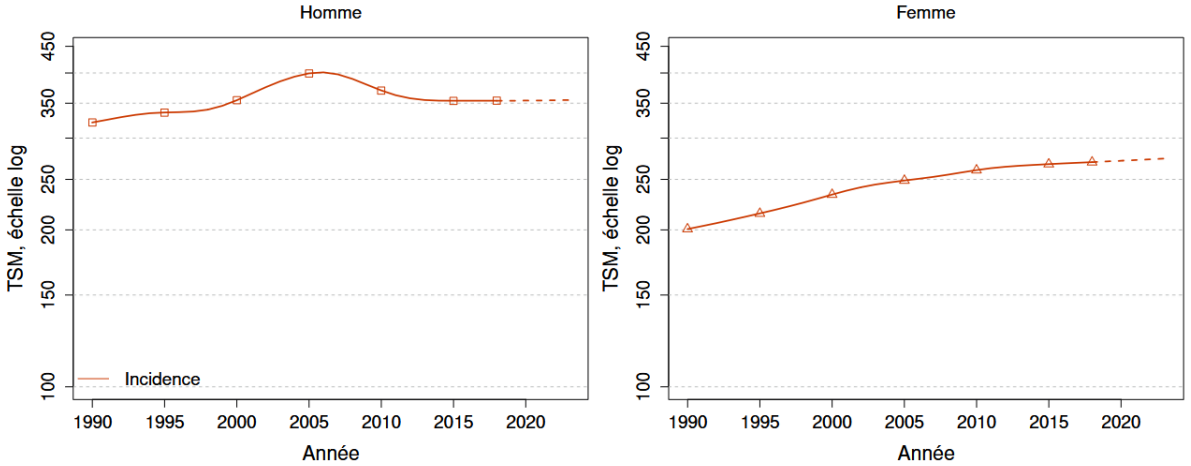
Taux d'incidence estimés au fil des années, par âge et sexe



Estimations nationales, résultats

Etude 1990-2023 - Tous cancers

Taux d'incidence standardisés (sur l'âge, en prenant la population mondiale comme référence) estimés au fil des années, par sexe



Variation Annuelle Moyenne(%)	
De 1990 à 2023	De 2010 à 2023
0.3 [0.3 ;0.3]	-0.3 [-0.5 ;-0.2]
0.9 [0.9 ;1]	0.4 [0.2 ;0.5]

Estimations départementales, localisations étudiées

Etude 2007-2016

Localisation	Incidence[1] (CIM-O-3)	ALD, PMSI [1] (CIM10)	PMSI non invasifs[2] (CIM10)
Lèvre-bouche-pharynx	C00-C14	C00-C14	D000, D370
Œsophage	C15	C15	D001
Estomac	C16	C16	D002
Côlon-rectum	C18-C21	C18-C21	D01
Foie	C22	C22	D015
Pancréas	C25	C25	D017
Larynx	C32	C32	D020
Poumon	C33-C34	C33-C34	D021-D022
Mélanome de la peau	C44[3]	C43	D03
Sein	C50	C50	D05
Col de l'utérus	C53	C53	D06
Corps de l'utérus	C54	C54	D070
Ovaire[4]	C56, C570, C571, C572, C573, C574	C56-C57	
Prostate	C61	C61	D075
Testicule	C62	C62	D076
Vessie	C67	C67	D090, D414
Rein	C64-C66, C68	C64-C66, C68	D091
Système nerveux central[5]	C70-C72	C70-C72	D32, D33, D353, D42, D43, D444, G930
Thyroïde	C73	C73	D093
Lymphome malin non-hodgkinien	[5]	C82-C85	
Lymphome de Hodgkin	[6]	C81	
Myélome multiple et maladies immunoprolifératives	[7]	C88,C90	
Leucémies aiguës myéloïdes	[8]	C920, C924, C925, C930, C942	
Tous cancers	C	C	

Estimations départementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

(Etape 1) Pour chaque proxy MA :

Nombre de cas du proxy MA

Nombre de cancers

Age médian a dans la classe d'âge i

Département

$$E(MA_{i,j}) = K_{i,j} * \exp[f(a_i) + d_j] \text{ pour } j \in ZR$$

avec $MA_{i,j} \sim \text{quasiPoisson}(E(MA_{i,j}))$ et $d_j \sim \text{Normale}(0,\sigma^2)$

f() : fonctions splines pénalisées

Estimations départementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

(Etape 1) Pour chaque proxy MA :

Estimation du **rapport MA/K** par classe d'âge moyen en ZR à partir des modèles :

$$(MA/K)_i = \exp[f(a_i) + \sigma^2/2]$$

➥ Prédictions du nombre de cas par classe d'âge et département :

$$K_{i,j} = MA_{i,j} / \exp[f(a_i) + \sigma^2/2] \text{ pour } j \in FM$$

Estimations départementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

(Etape 1) Pour chaque proxy MA :

Estimation du **rapport MA/K** par classe d'âge moyen en ZR à partir des modèles :

$$(MA/K)_i = \exp[f(a_i) + \sigma^2/2]$$

➥ Prédictions du nombre de cas par classe d'âge et département en FM :

$$K_{i,j} = MA_{i,j} / \exp[f(a_i) + \sigma^2/2] \text{ pour } j \in FM$$

» Evaluations de la **qualité des prédictions** pour chaque proxy MA :

- Erreurs relatives de prédiction
- Ratio entre la variabilité départementale de l'incidence et du rapport MA/K

Estimations départementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

(Etape 2) Pour le proxy MA choisi :

Nombre de cancers

Nombre de cancers attendus

Département

$$\log(E(K_j)) = \log(E_j) + \theta_j + \Phi_j \text{ pour } j \in FM$$

Taux d'incidence

Personnes-Années

Classe d'âge

sachant que $E_j = \Sigma_i(\lambda^{FM}_i * PA_{j,i})$

avec $K_j \sim \text{logNormale}(E(K_j), V(K_j))$ et $\theta_j \sim CAR(\lambda_\theta)$ et $\Phi_j \sim \text{Normale}(0, \lambda_\theta)$

Modèle de Besag, York et Mollié (BYM)

Estimations départementales, indicateurs estimés

par localisations cancéreuses & sexe

- Estimation d'indicateurs en FM/ZR à partir des modèles :
  - **Rapports standardisés d'incidence**, par département (et par région par réagrégations) sur la période 2007-2016 (2007-2014 pour les localisations non éligibles)

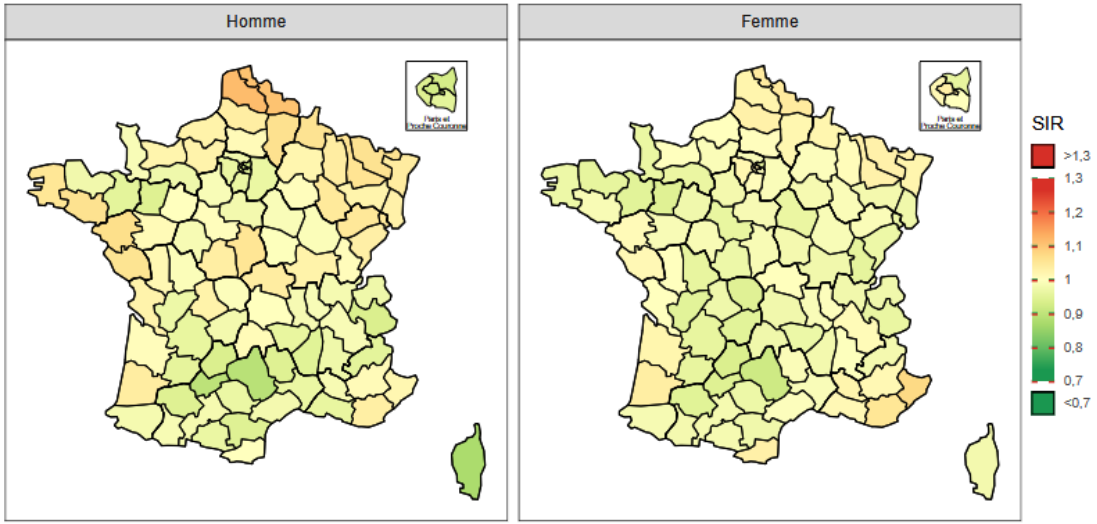
$$SIR_j = K_j/E_j = \exp(\theta_j + \Phi_j)$$

  - **Taux d'incidence standardisés** sur la population mondiale, par département (et par région par réagrégations) sur la période 2007-2016 (2007-2014 pour les localisations non éligibles)

Estimations départementales, résultats

Etude 2007-2016 - Tous cancers

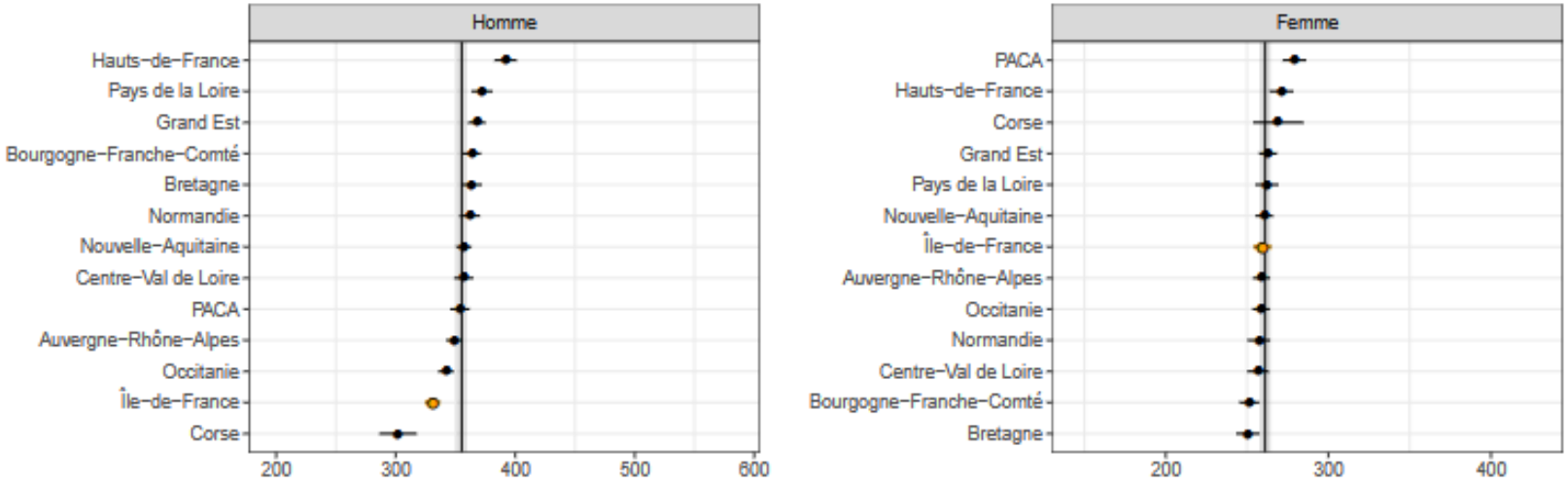
Rapports standardisés d'incidence (SIR) 2007-2016 lissés, par sexe et par départements, , en prenant la France métropolitaine comme référence



Estimations départementales, résultats

Etude 2007-2016 - Tous cancers

Taux d'incidence standardisés (sur l'âge, en prenant la population mondiale comme référence) 2007-2016, par sexe et par régions, pour 100 000 personnes-années



Estimations infradépartementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

Pour chaque proxy MA :

Taux d'incidence

Sensibilité

Age médian a dans la classe d'âge i

Valeur prédictive positive

Zone géographique

$$E(\lambda_{i,j}) = \exp[f(a_i) + c_j] \qquad \text{logit}(Se_{i,j}) = g_1(a_i) + h_{1j} \qquad \text{logit}(VPP_{i,j}) = g_2(a_i) + h_{2j} \quad \text{pour } j \in ZR$$

avec $(K_{i,j}, MA_{i,j}) \sim \text{PoissonBivariée}(\lambda_{i,j} * PA_{i,j}, Se_{i,j}, VPP_{i,j})$

Nombre de cancers

Nombre de cas du proxy MA

$$c_j \sim \text{BYM2}, \; h_{1j} \sim \text{BYM2}, \; h_{2j} \sim \text{BYM2}$$

Taux d'incidence du proxy MA

$$v_{i,j} = [\text{logit}^{-1}(g_1(a_i))/\text{logit}^{-1}(g_2(a_i))] * \exp[f(a_i) + d_j] \quad \text{pour } j \in HZR$$

sachant que $d_j = c_j + e_j$, $e_j = f(h_{1j}, h_{2j})$ avec $MA_{i,j} \sim \text{Poisson}(v_{i,j} * PA_{i,j})$

Personnes-Années

$f()$, $g_1()$, $g_2()$: fonctions splines pénalisées

Estimations infradépartementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

$$E(\lambda_{i,j}) = \exp[f(a_i) + c_j] \qquad \text{logit}(Se_{i,j}) = g_1(a_i) + h_{1j} \qquad \text{logit}(VPP_{i,j}) = g_2(a_i) + h_{2j} \quad \text{pour } j \in ZR$$

$$\text{avec } (K_{i,j}, MA_{i,j}) \sim \text{PoissonBivariée}(\lambda_{i,j} * PA_{i,j}, Se_{i,j}, VPP_{i,j})$$

$$c_j \sim \text{BYM2}, \; h_{1j} \sim \text{BYM2}, \; h_{2j} \sim \text{BYM2}$$

Courbe de calibration moyenne par âge Se_i/VPP_i

$$v_{i,j} = [\text{logit}^{-1}(g_1(a_i))/\text{logit}^{-1}(g_2(a_i))] * \exp[f(a_i) + d_j] \quad \text{pour } j \in HZR$$

$$\text{sachant que } d_j = c_j + e_j, \; e_j = f(h_{1j}, h_{2j}) \text{ avec } MA_{i,j} \sim \text{Poisson}(v_{i,j} * PA_{i,j})$$

Estimations infradépartementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

Effet aléatoire spatiale sur l'incidence

Erreur aléatoire spatiale liée au proxy sur la Se

Erreur aléatoire spatiale liée au proxy sur la VPP

$$E(\lambda_{i,j}) = \exp[f(a_i) + c_j] \qquad \text{logit}(Se_{i,j}) = g_1(a_i) + h_{1j} \qquad \text{logit}(VPP_{i,j}) = g_2(a_i) + h_{2j} \text{ pour } j \in ZR$$

$$\text{avec } (K_{i,j}, MA_{i,j}) \sim \text{PoissonBivariée}(\lambda_{i,j} * PA_{i,j}, Se_{i,j}, VPP_{i,j})$$

$$c_j \sim \text{BYM2}, h_{1j} \sim \text{BYM2}, h_{2j} \sim \text{BYM2}$$

$$v_{i,j} = [\text{logit}^{-1}(g_1(a_i))/\text{logit}^{-1}(g_2(a_i))] * \exp[f(a_i) + d_j] \qquad \text{pour } j \in HZR$$

$$\text{sachant que } d_j = c_j + e_j, e_j = f(h_{1j}, h_{2j}) \text{ avec } MA_{i,j} \sim \text{Poisson}(v_{i,j} * PA_{i,j})$$

Erreur aléatoire spatiale globale liée au proxy (fonction de h_{1j} & h_{2j}), moyenne nulle

Estimations infradépartementales, modèles statistiques

séparés par localisations cancéreuses & sexe

Pour chaque proxy MA :

Estimation du **coefficient de pénalisation** à partir des modèles :

$$\kappa = \sigma^2_c/(\sigma^2_c+\sigma^2_e)$$

» Evaluations de la **qualité des prédictions** pour chaque proxy MA :

- σ^2_e, rapport σ^2_c/σ^2_e

Estimations infradépartementales, indicateurs estimés
séparés par localisations cancéreuses & sexe

- Estimation d'indicateurs en FM à partir des modèles :
  - Taux d'incidence par classe d'âge et par zone géographique

$$\text{Hors ZR} : \lambda_{i,j} = \exp[f(a_i) + \kappa * d_j]$$

$$\text{En ZR} : \lambda_{i,j} = \exp[f(a_i) + c_j]$$

… travail en cours !

Estimations infradépartementales, hypothèses

séparés par localisations cancéreuses & sexe

- Sur quelles hypothèses reposent les estimations ?
  - Le ratio Se/VPP (équivalent au ratio proxy/incidence) médian par âge est identique en ZR et hors ZR
  - Autocorrélation spatiale des effets spatiaux sur l'incidence et des erreurs spatiales du proxy sur la VPP et la Se entre les zones géographiques limitrophes, et les erreurs spatiales globales du proxy résultantes sont donc spatialement structurées et suivent une distribution centrée autour de zéro en ZR
  - La variance spatiale de l'incidence réelle et celle des erreurs globales du proxy sont des constantes (pour toutes les unités géographiques et tous les âges) en ZR (qui peuvent différer hors ZR, multipliée par un facteur Ψ) → Le ratio des variances est une constante identique en ZR et hors ZR
  - Indépendance conditionnelle locale entre le nombre de patients MA et l'incidence réelle, conditionnellement aux cas communs et aux effets aléatoires du modèle, spatiaux et non spatiaux

Etude en cours : 2008-2019 en Zone registre (« Atlas du cancer »)

Santé publique France
Bergonié UNICANCER NOUVELLE-AQUITAINE
Institut National du Cancer
Registres des cancers FRANCIM

→ En particulier pour les méthodes :
S. Orazio (Registre des hémopathies malignes de la Gironde)

Atlas du cancer, vue d'ensemble

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par EPCI/cantons/communes en ZR
- de 2008 à 2019
- → par localisations et sexe

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2008 à 2019
- Estimations de populations
  par départements en ZR, de 2008 à 2019

Atlas du cancer, vue d'ensemble

Objectif principal

Estimer les taux d'incidence des cancers

- par EPCI/cantons/communes en ZR
- de 2008 à 2019

→ par localisations et sexe

Données

- Nombre de cas incidents de cancers
  par département en ZR, de 2008 à 2019
- Estimations de populations
  par départements en ZR, de 2008 à 2019

A quoi sert le modèle statistique ?

- **Lissage** spatial

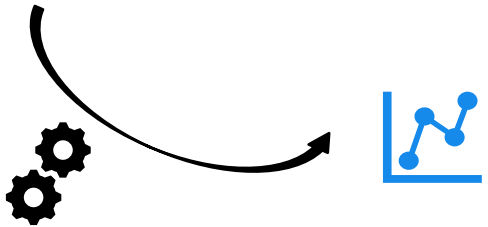
Atlas du cancer, approche statistique

1. Modélisation

Utilisation des données d'incidence **en ZR** sur la période disponible pour modéliser l'incidence en fonction de la zone géographique, à l'aide de modèles hiérarchiques bayésiens permettant d'intégrer un **lissage spatial**, séparément par localisation cancéreuse et sexe



Commune	P-A	K
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx
xxxxx	xxxxx	xxx



Atlas du cancer, approche statistique

2. Prédiction

Estimation des taux d'incidence **lissés** par zone géographique en utilisant la relation apprise par le modèle, séparément par localisation cancéreuse et sexe



Commune	P-A
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX



K
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX