



Incidence des cancers à proximité de l'usine d'incinération des Cheneviers.

Approche spatiale de l'épidémiologie des cancers.

par Massimo Usel et Raymond Muggli



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DE MÉDECINE

Le Registre Genevois des Tumeurs

Le registre à été crée en 1970 avec pour objectif d'enregistrer l'ensemble des cancers dans la population afin de mesurer la situation épidémiologique en matière de cancer ...

Analyser l'incidence des cancers en fonction de l'exposition aux émissions atmosphériques de l'usine d'incinération d'ordures ménagères du site des Cheneviers à l'aide des systèmes d'information géographique.

Hypothèses de travail

- **Sur la base de la littérature et des études internationales, sélection des principales tumeurs admises comme traceurs des pollutions des UIOM.**
- **Incidence diminue en fonction de la distance (espace). Absence d'un modèle de dispersion des polluants.**
- **Les émissions de polluants ont fortement diminué dès 1991, de ce fait le risque de cancer devrait diminuer dans la période récente.**

Tumeurs étudiées

- tous cancers hommes
- tous cancers femmes
- tous cancers féminins à l'exception du cancer du sein
- myélomes multiples
- lymphomes malins non hodgkiniens
- sarcomes des tissus mous
- cancer du foie
- cancer du poumon hommes
- cancer du poumon femmes
- cancer du sein
- cancer du sein chez les femmes jeunes (moins de 40 ans)
- cancer de la vessie
- leucémies aiguës
- leucémies lymphoïdes chroniques

Conception de l'étude

Recherche de la convergence entre 5 méthodes statistiques pour 14 cancers

1. *Evolution des taux d'incidence cantonaux (1973-2005)*
2. **Localisation géographique des cas**
3. **Evolution du risque (SIR) par communes**
4. **Estimation du risque en fonction de la distance de l'UIOM**
5. **Agrégats spatio-temporels**

Les données

Origine des données:

Cas observés par commune, classes d'âges, sexe et période d'incidence

=> **RGT**

Population par commune (ou par sous-secteurs statistiques), classes d'âges, sexe et période d'incidence

=> **OCSTAT**

Les calculs

Le risque (SIR)

Rapport standardisé d'incidence (SIR)
= Cas observés / Cas attendus

Calcul du **nombre attendu de cancers**
en appliquant les taux d'incidence du canton (population de référence) à la population de l'entité géographique étudiée, en fonction des trois attributs :

- la classe d'âge
- le sexe
- la période d'étude

Les calculs

Le risque (SIR)

Calcul du risque: **rapport standardisé d'incidence (SIR)**
= Cas observés / cas attendus

Et calcul de l'intervalle de confiance et de la signification statistique

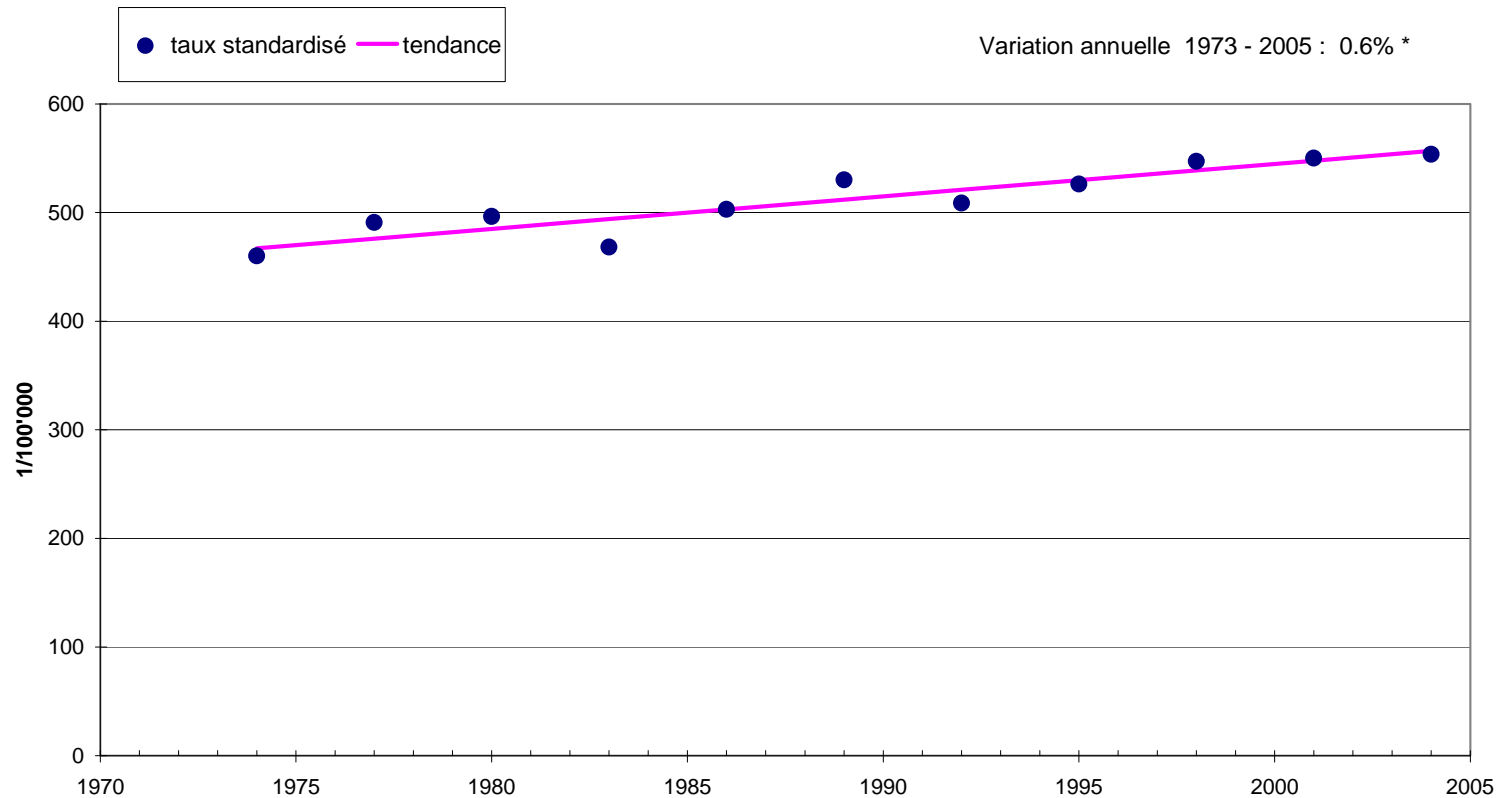
Commune	RGT	RGT + OCSTAT	SIR	IC	95%	p-value
	Obs	Att				
Aire-la-Ville	29	23.45	1.24	(0.83-	1.78)	0.297
Anières	80	76.77	1.04	(0.83-	1.30)	0.755
Avully	65	56.17	1.16	(0.89-	1.47)	0.266
Avusy	21	34.61	0.61	(0.38-	0.93)	0.026

Utilisation du logiciel **SaTScan™** de **Martin Kulldorff**
(www.satscan.org) **Modèle Poissonien**

Evolution des taux d'incidence cantonaux

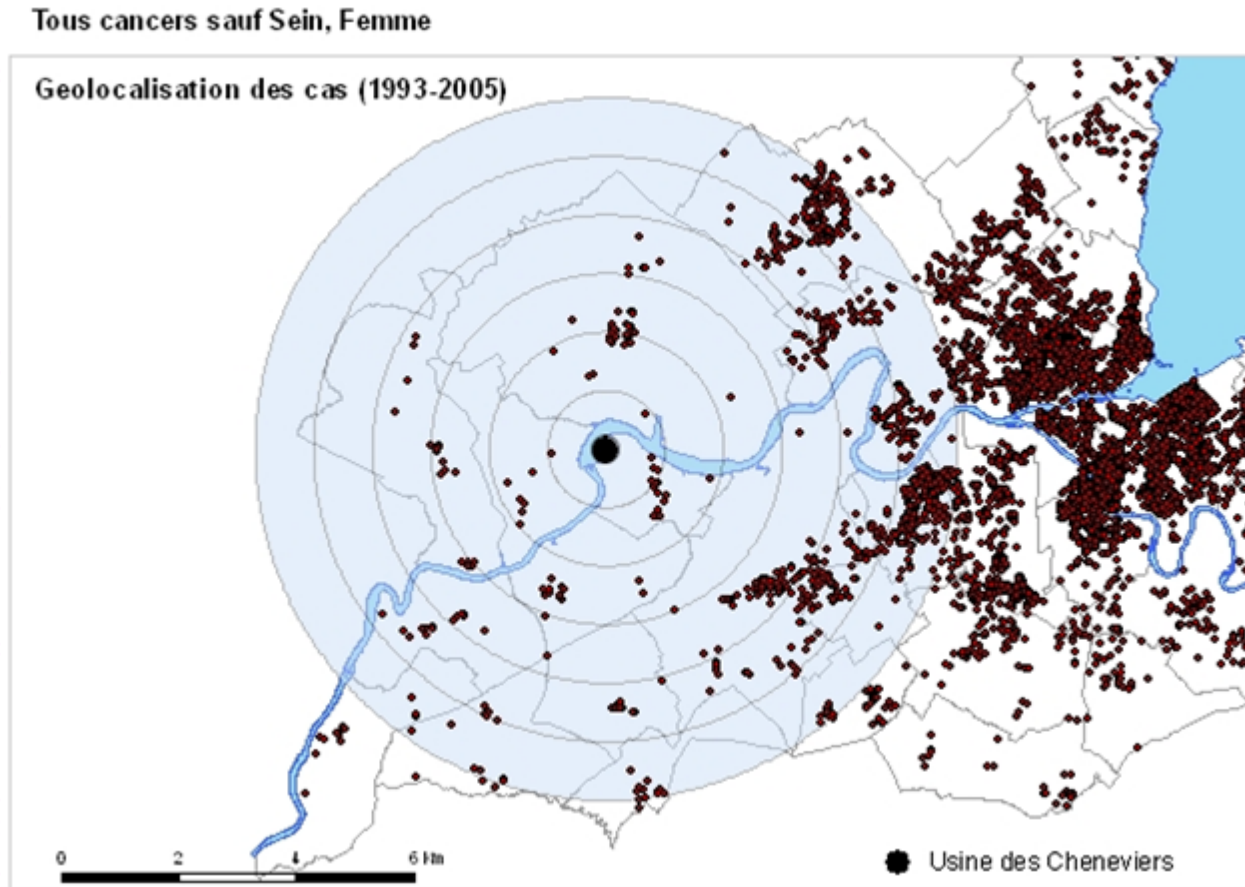
Exemple: Cancers toutes causes, Hommes

Toutes causes. Hommes.
Taux d'incidence standardisé. Genève 1973-2005.



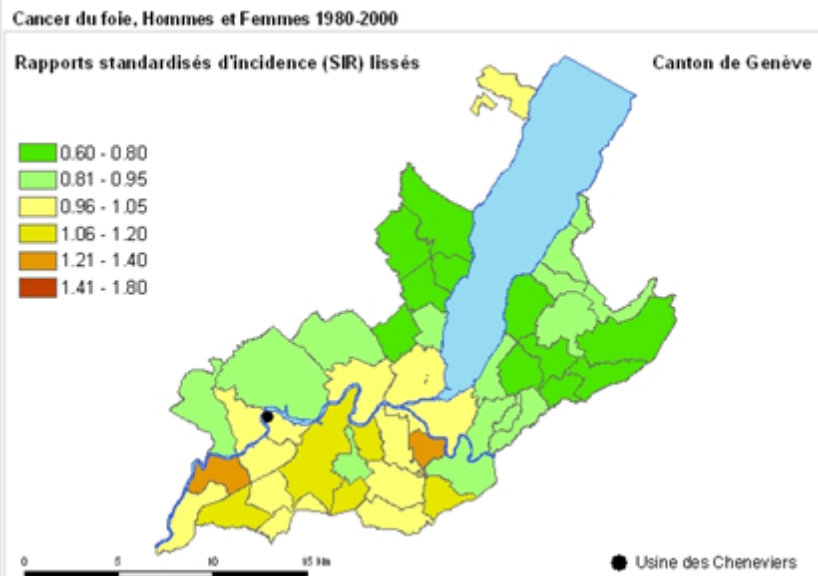
Géolocalisation des cas.

Exemple: tous cancer sauf sein, femme

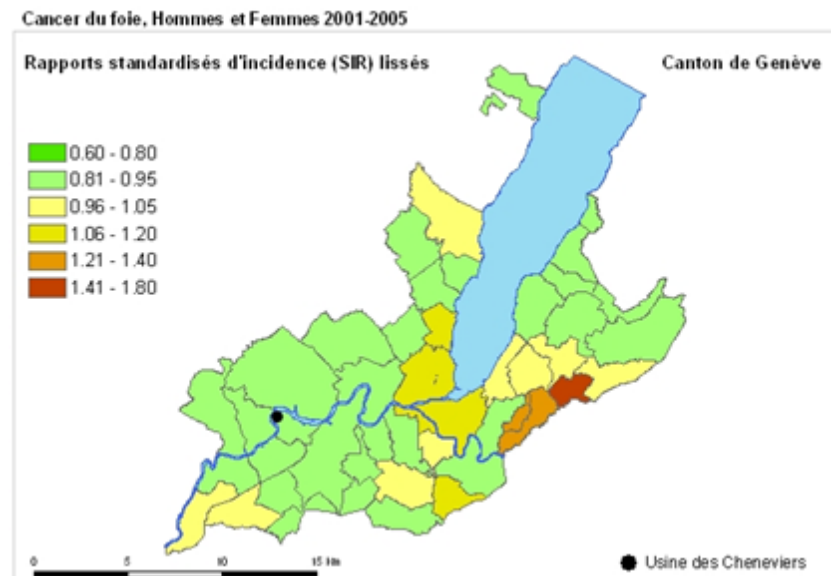


Ratios standardisés d'incidence (SIR) lissés, selon deux périodes

Exemple: Cancer du foie, hommes et femmes



SIR lissé (min-max) 0.86- 1.25
12920 cas ; taux brut annuel d'incidence : 308.5



SIR lissé (min-max) 0.88 – 1.24
4088 cas ; taux brut annuel d'incidence : 320.5

Aspects géo-statistiques

PROBLEME:

Hétérogénéité spatiale et temporelle des résultats

« La maladie, la pollution ne s'arrêtent pas aux frontières communales » .

- Les événements sanitaires (cancers) sont un phénomène à a distribution continue alors que le découpage territorial administratif est éminemment discret.
- Variation extrême des indicateurs (SIR) entre des communes avec peu d'habitants et donc résultats avec peu de vraisemblance
- Comment tenir compte des résultats des communes voisines pour « lisser » les SIR et en augmenter la vraisemblance.

Aspects géo-statistiques

Problème.

Variations extrêmes du SIR entre des communes avec peu d'habitants et donc résultats avec faible vraisemblance

Méthode: Intégration bayésienne.

**Algorithme intégrant le risque du voisinage ainsi que le risque global:
« lissage » du SIR**

Outil: WinBugs

Aspects géo-statistiques

Le SIR lissé : Intégration bayésienne

Structure des données:

Observés

$O=c(0, 1, 1, 2, 0, 1, 7, 13, \dots)$

Attendus

$E=c(0.46, 1.49, 0.90, 0.72, 1.29, \dots)$

Voisinage

$adj=c(7,9,37,38,$
 $19,25,$

Pondération

$weights=c(1,1,1,1, \dots)$

Nombre de voisins

$nneigh=c(4,2,6,4,3, \dots)$

Distance de la *source*

$distance=c(0.00, 17.17, 4.22, 5.20, \dots)$

WinBugs

Aspects géo-statistiques

Le SIR

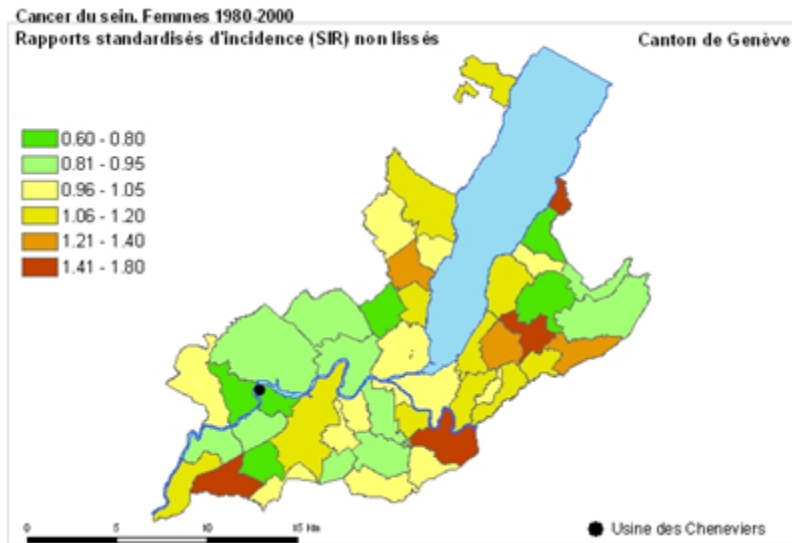
Commune	Obs	Att	SIR	IC 95%	p-value
Aire-la-Ville	29	23.45	1.24	(0.83- 1.78)	0.297
Anières	80	76.77	1.04	(0.83- 1.30)	0.755
Avully	65	56.17	1.16	(0.89- 1.47)	0.266
Avusy	21	34.61	0.61	(0.38- 0.93)	0.026

Le SIR lissé : Analyse bayésienne

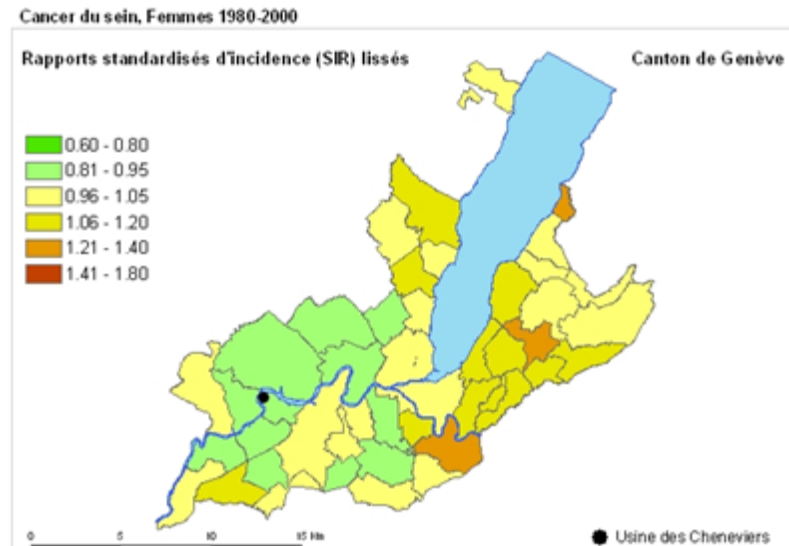
Commune	Obs	Att	SIR	moy	Int. Crédibilité
Aire-la-Ville	29	23.45	1.24	1.04	(0.86- 1.27)
Anières	80	76.77	1.04	0.97	(0.81- 1.16)
Avully	65	56.17	1.16	1.04	(0.87- 1.22)
Avusy	21	34.61	0.61 *	0.87	(0.69- 1.05)

Aspects géo-statistiques

Le SIR lissé : Analyse bayésienne (4)



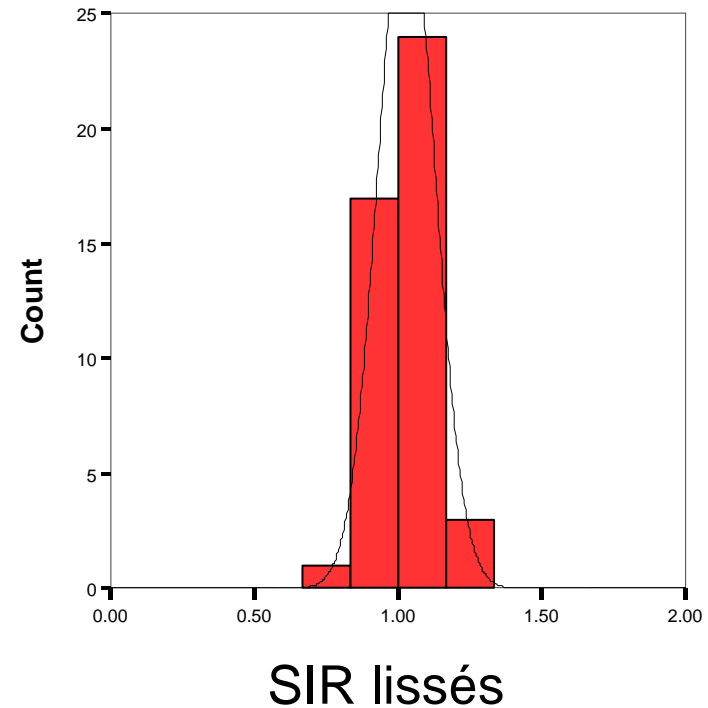
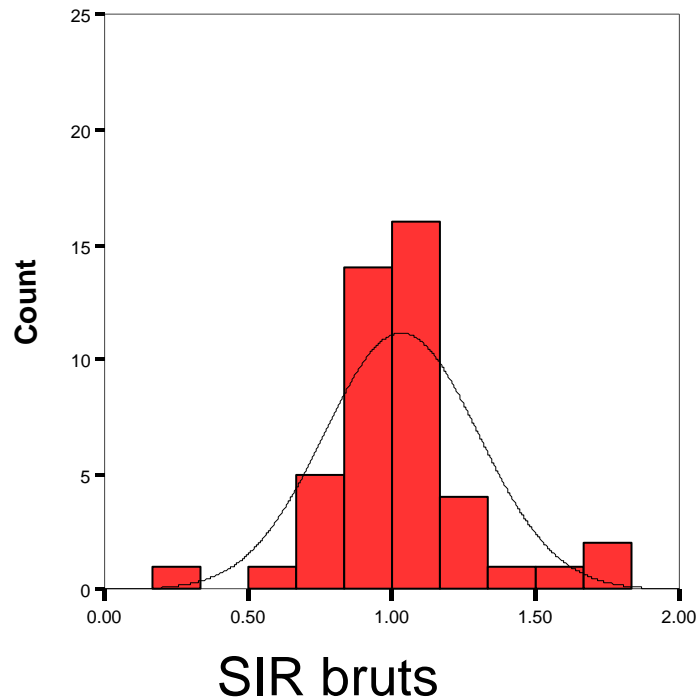
Min 0.32
Max 1.74



Min 0.88
Max 1.31

Aspects géo-statistiques

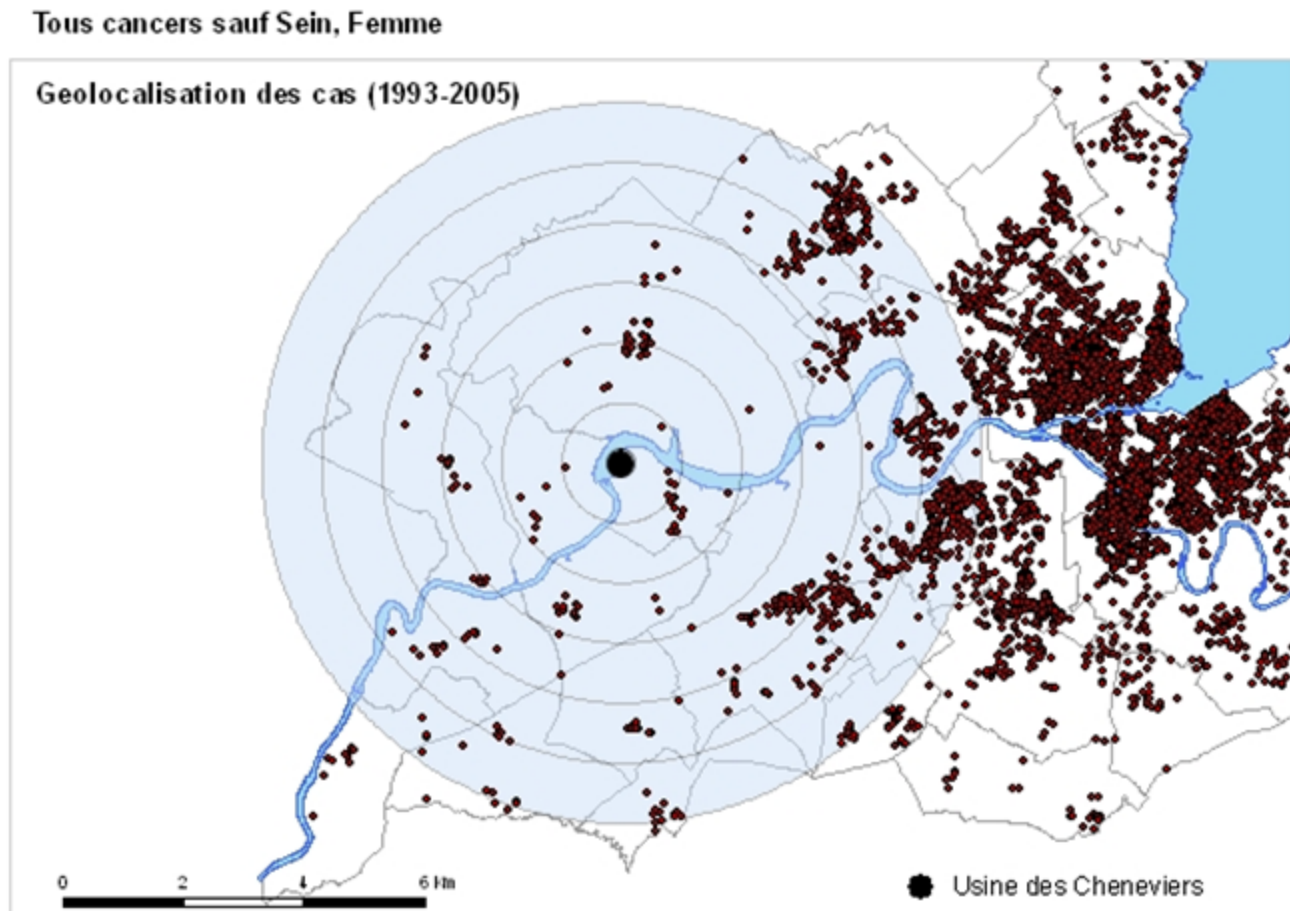
Le SIR lissé : Analyse bayésienne



Estimation du risque en fonction de la distance de l'UIOM

Calcul du risque pour 6 zones concentriques de 1 km

Test de Stone



Estimation du risque en fonction de la distance de l'UIOM

Exemple

Tous cancers Hommes

Résultats selon les 6 zones concentriques 1993-2005

zone	observés	attendus	SIR	IC 95%
0-1 km	8	12.31	.65	(.28 - 1.28)
1-2 km	44	49.65	.89	(.64 - 1.19)
2-3 km	104	98.94	1.05	(.86 - 1.27)
3-4 km	299	309.64	.97	(.86 - 1.08)
4-5 km	674	709.48	.95	(.88 - 1.02)

Mesure de la significativité de la tendance:

Test de Stone : 0.969, p-value : 0.755

Agrégats spatio-temporels

Exemple: cancer du poumon, hommes

Cancer du poumon, Hommes (1980-2005)

Agrégats spatio-temporels

Canton de Genève



Communes : Dardagny, Russin, Avully, Cartigny, Aire-la-Ville, Satigny, Avusy, Laconnex, Chancy, Bernex, Soral, Confignon, Meyrin, Bernex, Vernier, Perly-Certoux, Lancy, Plan-les-Ouates, Bardonnex, Grand-Saconnex, Carouge

Coordonnées / rayon	(488543,116958) / 11292.04
Période	1/1/1980 – 31/12/1984
Population	69851
Nombre de cas observés	271
Nombre de cas attendus	188.98
Taux annuel d'incidence /100000	113.4
Observés / Attendus (SIR)	1.434
Monte Carlo rank	2/5000
P-value	0.0004

Agrégats spatio-temporels

**Recherche de clusters (agrégats)
spatio-temporels**

**Balayage par groupes de communes et
par périodes: recherche de
grappes/périodes avec un risque
significatif**

SatScan

Aspects géo-statistiques

Recherche de clusters (agrégats) spatio-temporels

Structure des données:

Commune annee sexe classedage nombredecas

Commune annee sexe classedage effectifpop

Commune latitude longitude

SatScan

Aspects géo-statistiques

Recherche de clusters (agrégats) spatio-temporels

1. Résultat pour l'ensemble des communes et de la période

Retrospective Space-Time analysis scanning for clusters with high rates using the Poisson model.

Analysis includes purely temporal clusters.

SUMMARY OF DATA

Study period:	1973/1/1 - 2005/12/31
Number of locations:	45
Mean annual population:	198992
Total number of cases:	9209
Annual cases / 100000:	140.2

SatScan

Aspects géo-statistiques

Recherche de clusters (agrégats) spatio-temporels

2. Cluster temporel pour l'ensemble du canton

Location IDs included.: All

Time frame: 1996/1/1 - 2004/12/31

Number of cases: 3341

Expected cases: 2846.20

Annual cases / 100000.: 164.6

Observed / expected. : 1.174

Monte Carlo rank: 1/5000

P-value: 0.0002

SatScan

Aspects géo-statistiques

Recherche de clusters (agrégats) spatio-temporels

3. Premier cluster spatio temporel

Location IDs included.:	Corsier, Anieres, Meinier, Collonge-Bellerive, Gy, Choulex, Hermance, Jussy, Vandoeuvres, Genthod, Presinge, Versoix, Puplinge, Coligny, Bellevue, Pregny-Chambesy, Collex-Bossy, Chene-Bougeries, Thonex
Coordinates / radius:	(506398,124174) / 7899.17
Time frame:	1991/1/1 - 2004/12/31
Population:	29044
Number of cases:	865
Expected cases:	672.04
Annual cases / 100000:	180.5
Observed / expected:	1.287
Monte Carlo rank:	1/5000
P-value:	0.0002

SatScan

Résultats de l'analyse

Cancer ou groupe de cancers	Indicateurs suspects
1. tous cancers hommes	2/5 (SIR +/2 agrégats)
2. tous cancers femmes	0/5
3. tous cancers féminins (- sein)	0/5
4. myélomes multiples	0/5
5. lymphomes malins non hodg.	0/5
6. sarcomes des tissus mous	1/5 (risque/distance)
7. cancer du foie	1/5 (SIR 1 commune)
8. cancer du poumon hommes	2/5 (SIR +/1 agrégat)
9. cancer du poumon femmes	0/5
10. cancer du sein	0/5
11. cancer du sein, moins de 40 ans	0/5
12. cancer de la vessie	0/5
13. leucémies aiguës	0/5
14. leucémies lymphoïdes chroniques	0/5

Résultats de l'analyse

Tous cancers hommes

SIR suspect dans 2 communes et 2 agrégats
Mais pas de corrélation entre la distance et le risque

Cancer du poumon hommes

SIR suspect dans 1 commune et 1 agrégat
Mais pas de corrélation entre la distance et le risque

Sarcomes des tissus mous

Diminution du risque avec l'éloignement des Cheneviers
Mais... 2 cas observés / 0.8 cas attendus

Résultats

D'une façon générale, sur les 14 cancers ou groupe de cancer suspectés être associés aux immissions des usines d'incinération, nous avons trouvé que seuls trois montraient des modifications géographiques partiellement compatibles avec nos hypothèses à priori.

Conclusions étude du RGT

« Cette étude ne permet pas d'exclure définitivement une augmentation du risque de cancer suite à l'activité de l'usine.

Elle n'est pas non plus de nature alarmiste, car aucune des variations géographiques des cancers étudiés ne peut être attribuée de façon directe à l'activité de l'usine.»