



Le programme SIGLES

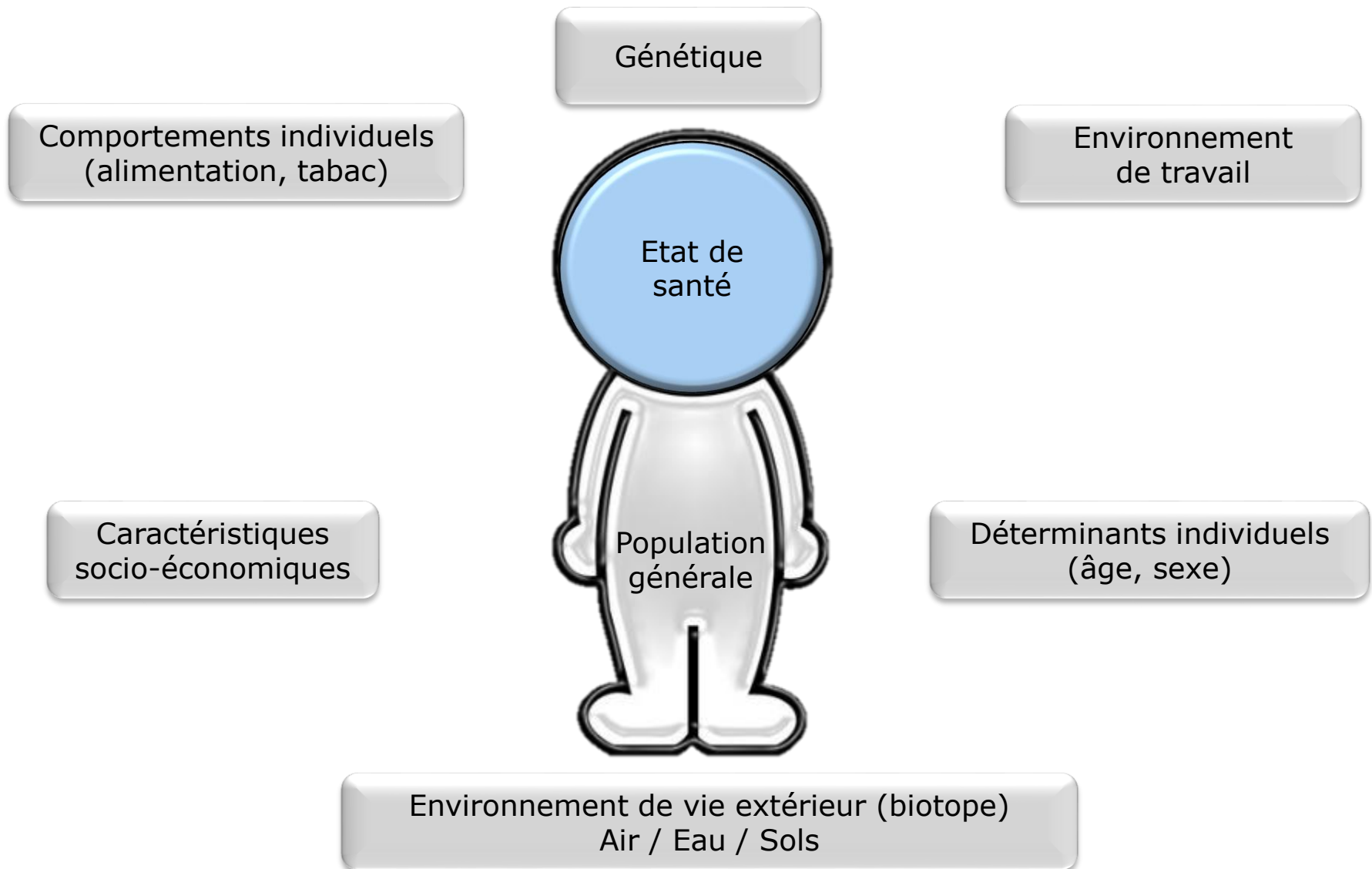
Contexte et approches

Florent Occelli

Journée SIGLES 2016

Santé-environnement : une nouvelle perspective en région

Santé publique et environnement



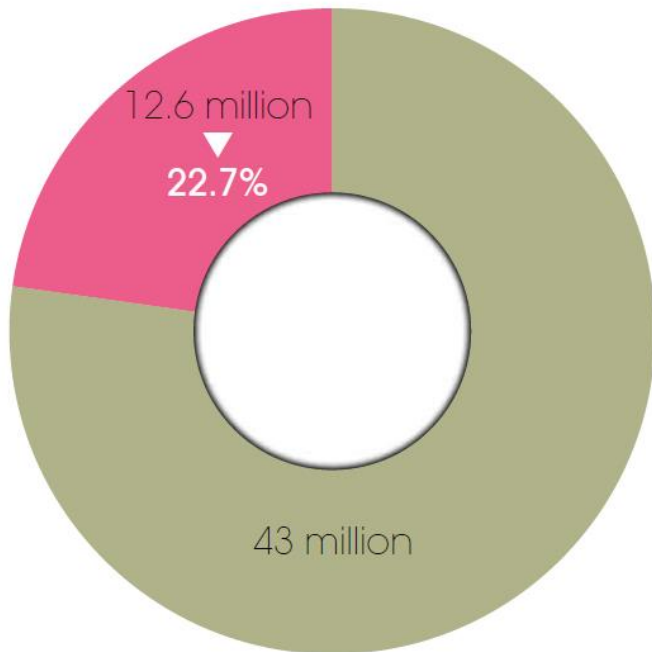
Santé publique et environnement

Bilan 2016 de l'OMS

2/3



Deaths (millions), 2012



CANCERS



49 million

20%

Air pollution, management of chemicals, radiation and workers' protection

CARDIO-VASCULAR DISEASES



119 million

31%

Household and ambient air pollution, second-hand tobacco smoke, chemicals

CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE



32 million

35%

Household air pollution, workers' protection

ASTHMA



11 million

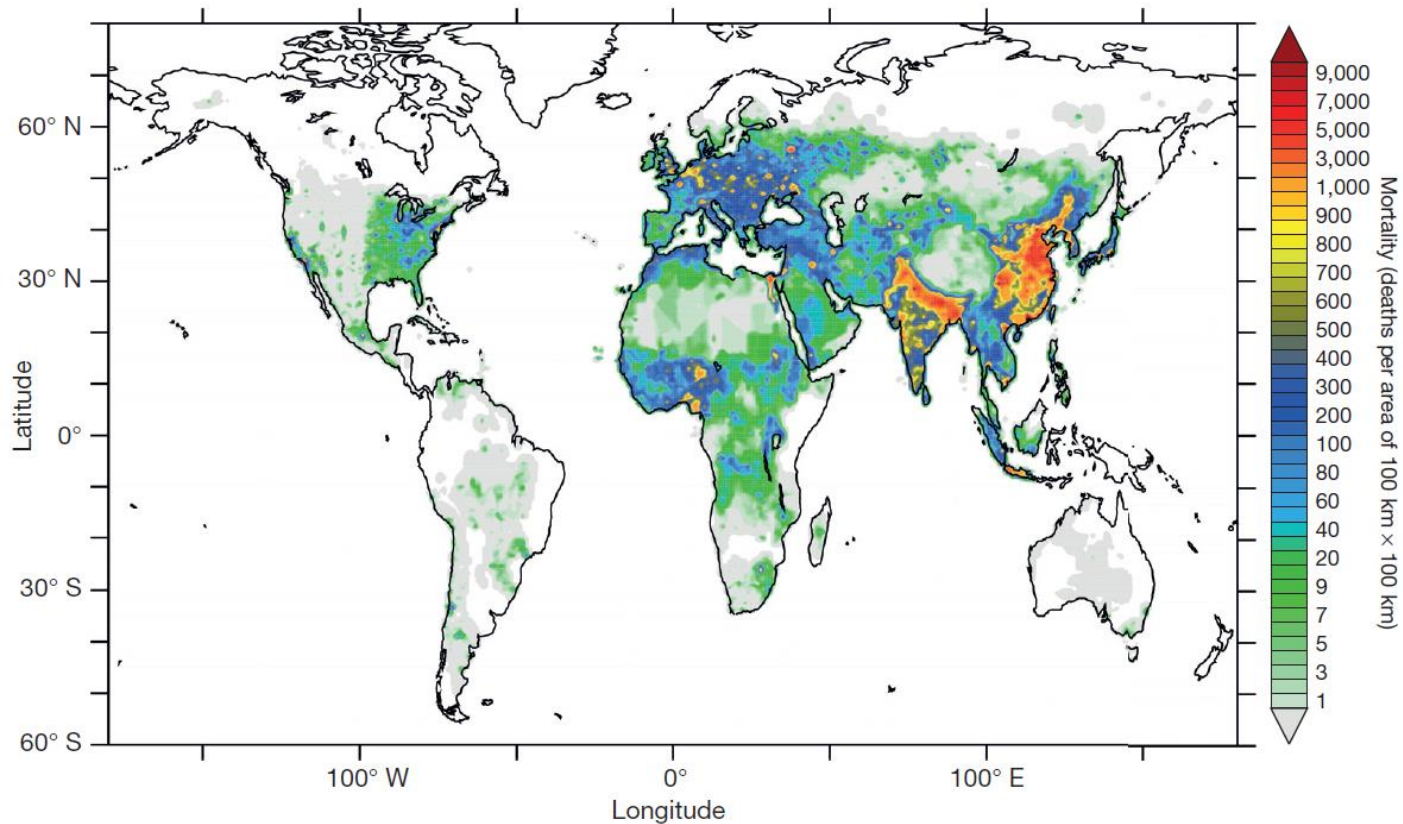
44%

Air pollution, second-hand tobacco smoke, indoor mould and dampness, occupational asthmagens

- DALYs due to preventable environmental risks
- Proportion of disease attributable to the environment
- Main areas of environmental action to prevent disease

Santé publique et environnement

Mortalité liée à la pollution atmosphérique dans le monde en 2010 (Lelieveld *et al.*, 2015 Nature)

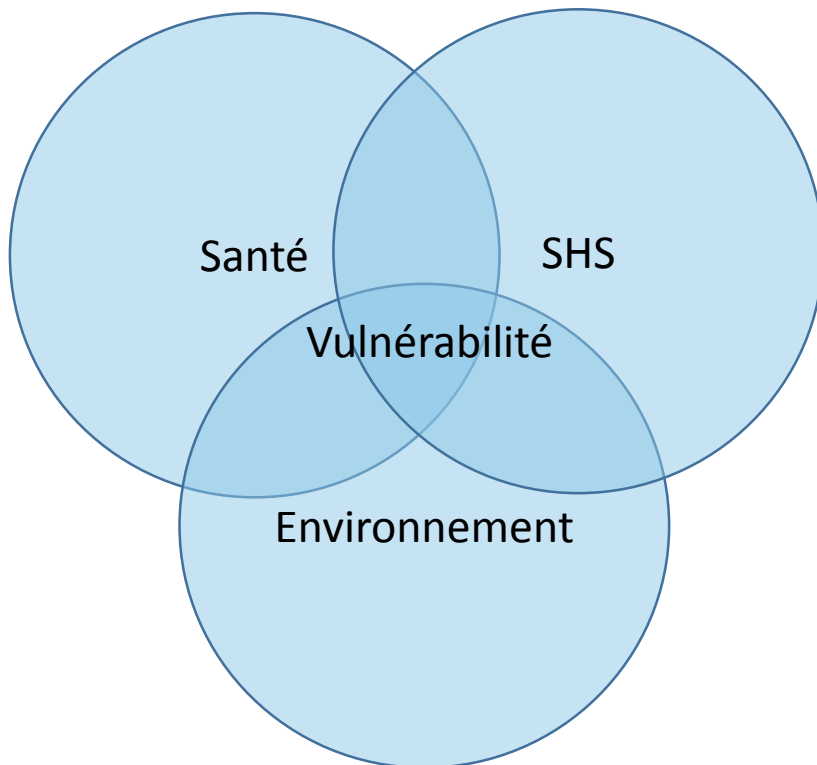


- 90% des décès observés dans des pays à revenu faible ou intermédiaire (OMS, 2016)

Santé publique et environnement

Inégalités de santé

Les populations faisant face à une vulnérabilité plus prononcée seraient
Plus exposées à des nuisances environnementales
&
Plus sensibles aux effets sanitaires résultants



Priorité des PNSE en France

- Lutter contre les inégalités territoriales

PNSE 1 (2004)

- Coupler les données multidisciplinaires

PNSE 2 (2009)

- Détecter les « points noirs »

PNSE 3 (2015) :

- Notion d'exposome
- Construction d'indicateurs spatialisés

SIGLES

Equipes de santé

7 Registres
3 Centres de référence
2 enquêtes population
...

Equipes de recherche

Statistiques spatiales
Epidémiologie
Environnement
Sciences humaines
...



SIGLES



Groupe
biosurveillance
environnementale
LSVF

Associations

APPA
Atmo NPdC
ADULM
...

Institutions

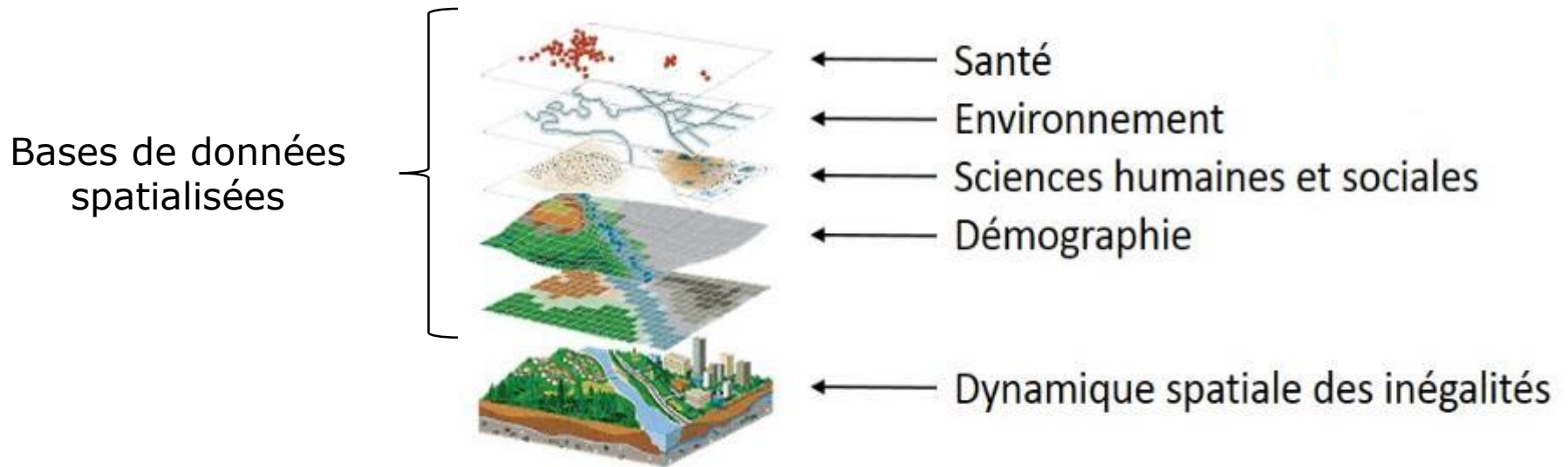
Région HdF
Ville de Lille
...

Fédération transdisciplinaire de chercheurs, cliniciens, associations et institutions dont la vocation est d'optimiser la prévention en santé

Problématique de recherche

Les populations ayant un état de santé dégradé vivent-elles dans un environnement dont la qualité est dégradée ?

Systèmes d'Information Géographique (SIG)



SIGLES

SIG : outils incontournables en santé - environnement

- Analyse conjointe de données multidisciplinaires
 - Prise en compte de la multi-exposition
 - Création d'indices : proximité, superposition
 - Echelle variable : individu (adresse) – groupe (unités spatiales)

- Rapides et économiques

- Données existantes

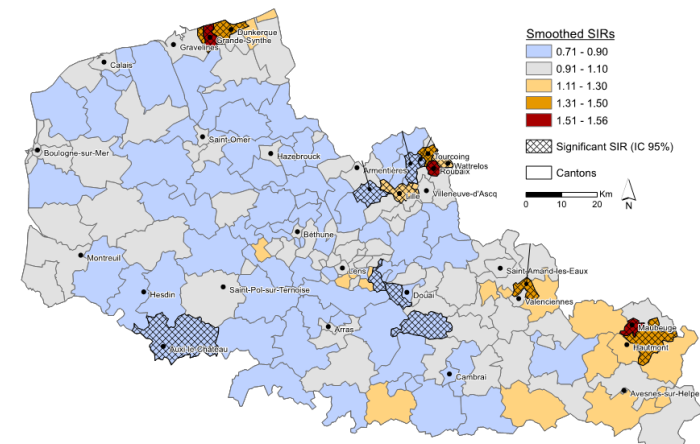
- Robustes et puissants

- Big data
- Statistiques spatiales : patterns spatiaux, ...

- Communiquants

- Carte = support de communication +++

	Effectif	Pourcentage	Ratio H/F	Incidence pmh
HORS REGION	8	1,0	3,0	-
ARTOIS-TERNOIS	54	6,7	1,3	221,8
BETHUNE-BRUAY	48	6,0	1,4	162,8
DOUAI-SIS	58	7,2	1,2	230,8
LENS-HENIN	79	9,9	1,2	213,3
ARTOIS	239	29,8	1,3	206,0
CAMBRESIS	34	4,2	0,7	189,2
SAMBRE-AVESNOIS	58	7,2	1,8	242,6
VALENCIENNOIS	57	7,1	1,5	161,8
HAINAUT	149	18,6	1,3	193,2
BERCK-MONTREUIL	14	1,7	3,7	130,0
BOULONNAIS	23	2,9	2,3	138,7
CALAIS	21	2,6	1,3	128,1
DUNKERQUE	61	7,6	1,7	233,0
SAINT-OMER	23	2,9	2,3	195,7
LITTORAL	142	17,7	1,9	173,8
FLANDRE-LYS	25	3,1	1,8	205,8
LILLE	153	19,1	1,2	192,6
ROUBAIX-TOURCOING	85	10,6	2,0	200,0
METROPOLE	263	32,8	1,4	196,1
Total	801	100,0	1,4	195,9



SIGLES

**Disparités spatiales
de santé**

**Variabilité spatiale
de la contamination
de l'environnement**



**Liens santé – environnement
Inégalités territoriales**

Décrire la variabilité d'un phénomène de santé dans l'espace

Cas des registres de santé

- Recensement exhaustif d'évènements sur une période et zone géographique
 - Lieu de résidence - unité administrative → Géolocalisation
 - Âge au moment de l'événement
 - Sexe
 - Antécédents...

 - Disease mapping : variabilité spatiale de l'incidence entre les unités géographiques (communes, cantons, ...) du territoire
 - Ratio d'Incidence Standardisé (SIR) $\approx$ Risque sanitaire au sein de chaque unité
 - Nombre d'évènements observés par unité
 - Nombre d'évènements attendus : population de référence (recensement INSEE)
- Standardisation sur les facteurs de confusion (âge, sexe)

$$SIR_j = \frac{O_j}{E_j} \quad \text{où} \quad E_j = \sum_{i=1}^n N_{ij} T_i$$

SIR < 1 : sous-incidence

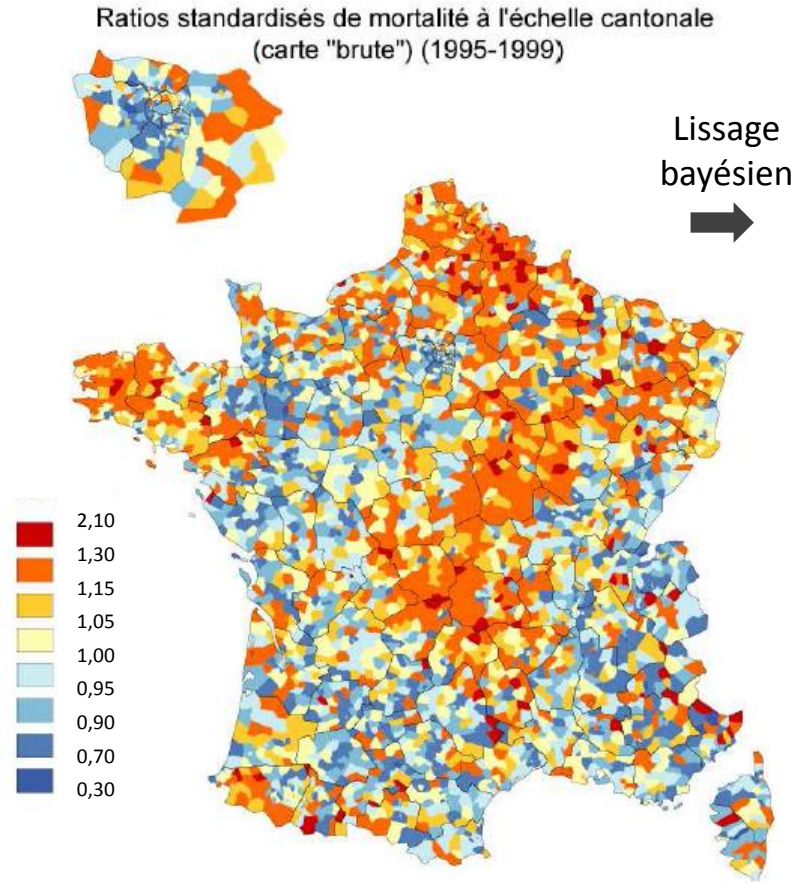
SIR > 1 : surincidence

Cartographie des SIR : hétérogénéité spatiale de l'incidence

Décrire la variabilité d'un phénomène de santé dans l'espace

Cas des registres de santé

➤ Cartographie des SIR



➤ Cartographie des SIR lissés

Stéphane Rican, 2007

Autocorrélation spatiale : « *Everything is related to everything else, but near things are more related than far things* » (Waldo Tobler, 1970)

Décrire la variabilité d'un phénomène de santé dans l'espace

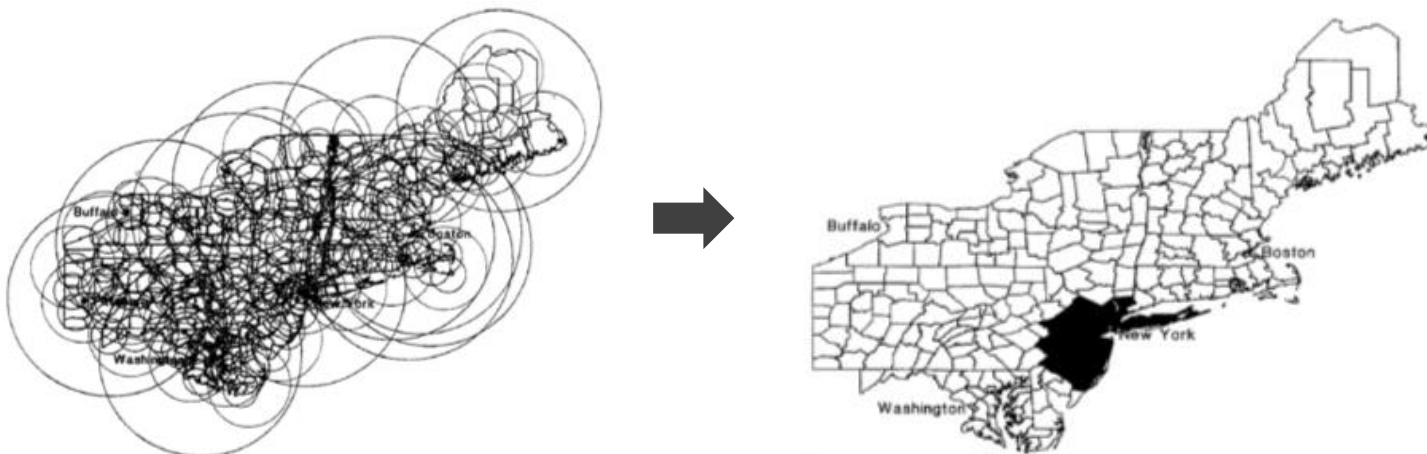
Cas des registres de santé

- Détection de clusters : zones géographiques comportant un nombre atypique d'évènements

Statistique de scan (SaTScan™ : Kulldorff, 1997)

Détection objective, sans biais de présélection des clusters de surincidence / sous-incidence

- Balayage par une fenêtre de forme/taille variable
- Risque à l'intérieur d'un cluster candidat vs Risque à l'extérieur du cluster
- Ajustement sur les facteurs âge et sexe
- Niveau de significativité du cluster (p-value)



Décrire la variabilité d'un phénomène de santé dans l'espace

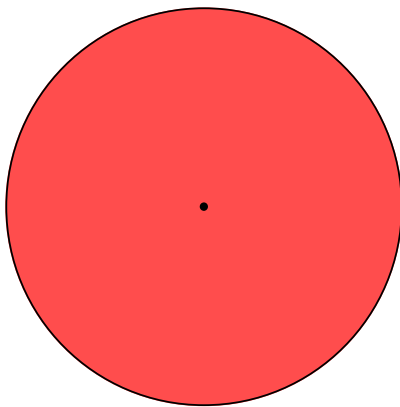
Cas des registres de santé

- Détection de clusters : zones géographiques comportant un nombre atypique d'évènements

Statistique de scan isotonique (SaTScan™ : Kulldorff, 1999)

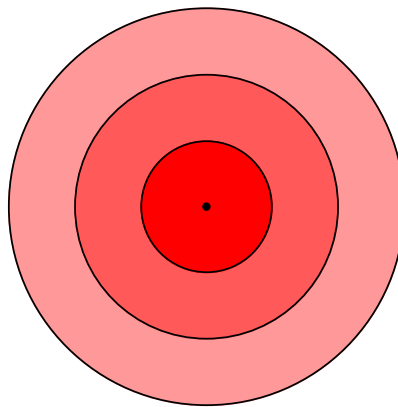
- Variabilité du risque au sein du cluster
- Identifie l'épicentre du cluster

Classical spatial scan statistics

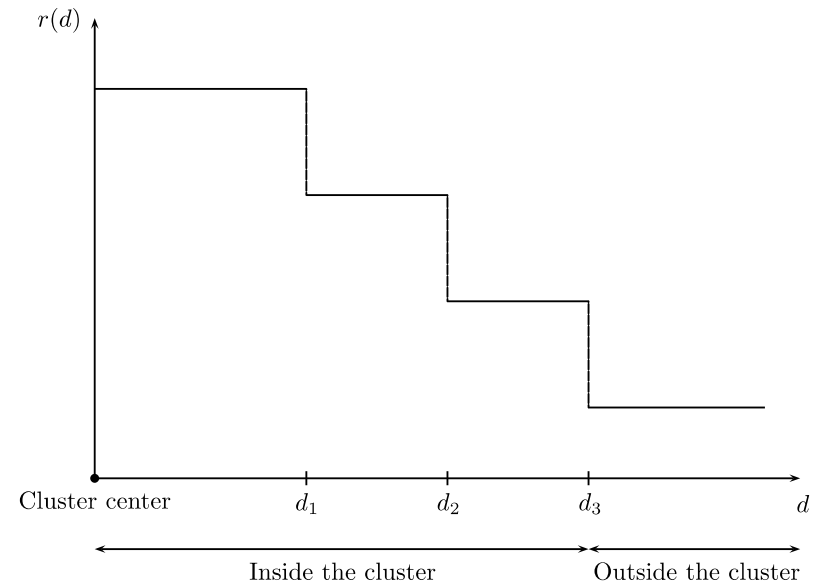


Constant risk within the cluster

Isotonic spatial scan statistics



Non-increasing risk within the cluster



Décrire la qualité des milieux environnementaux dans l'espace

Surveillance & biosurveillance de l'environnement

Surveillance physico-chimique

Concentrations en polluants dans les milieux

- Concentrations totales

Surveillance de la qualité de l'air (ATMO NPdC)



Biosurveillance

Effets des polluants sur le vivant

- Dommages moléculaires à écologiques

Imprégnation de l'environnement

- Concentrations internalisées

Impacts de la qualité de l'air sur l'environnement

- Biosurveillance végétale et fongique

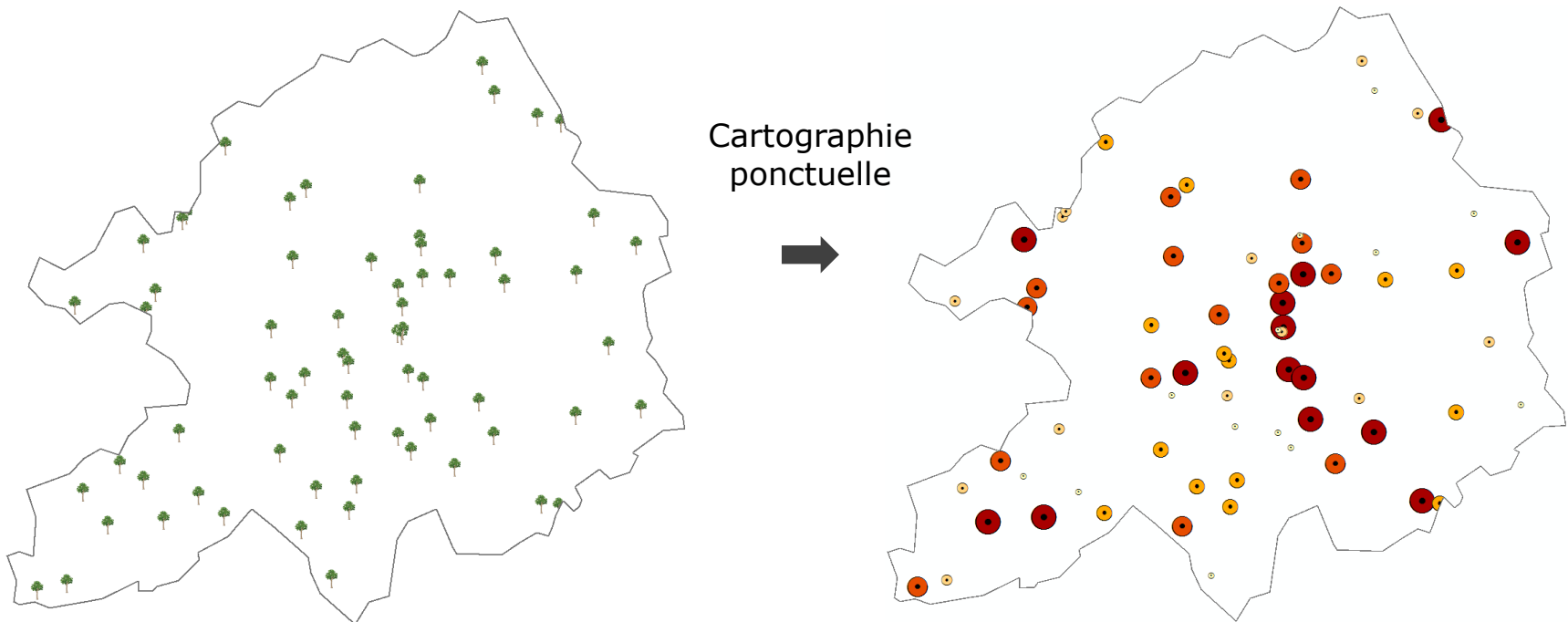


Décrire la qualité des milieux environnementaux dans l'espace

Surveillance & biosurveillance de l'environnement

Données environnementales = données géostatistiques

- Echantillon de points géoréférencé (coordonnées XY)
- Information quantitative continue (concentration, index...)



Décrire la qualité des milieux environnementaux dans l'espace

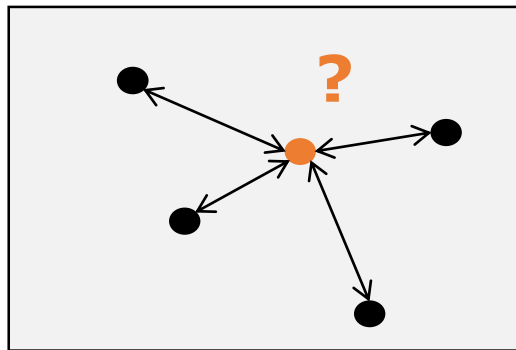
Surveillance & biosurveillance de l'environnement

Interpolation spatiale

Modélise la valeur la plus probable d'un indicateur (phénomène naturel) en tous points de l'espace à partir d'informations ponctuelles mesurées et géoréférencées.
(Krigé, 1951)

Autocorrélation spatiale : « *Everything is related to everything else, but near things are more related than far things* » (Waldo Tobler, 1970)

- Modélise la valeur d'un point non échantillonné (adresse patient)



● Point échantillonné

● Point non échantillonné

↔ Distance = poids

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)$$

Décrire la qualité des milieux environnementaux dans l'espace

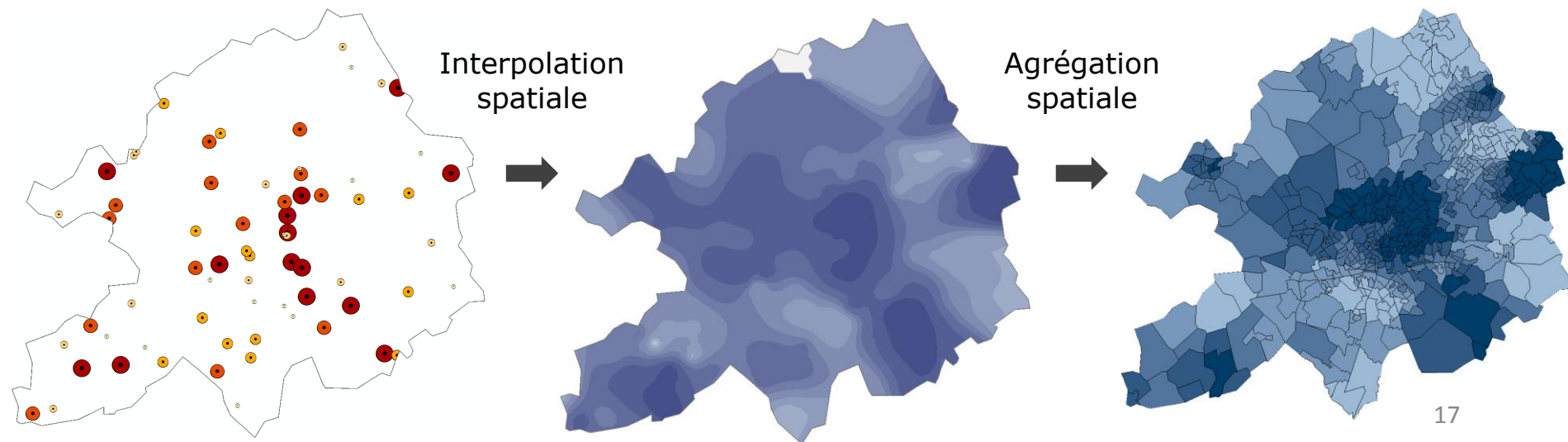
Surveillance & biosurveillance de l'environnement

Interpolation spatiale

Modélise la valeur la plus probable d'un indicateur (phénomène naturel) en tous points de l'espace à partir d'informations ponctuelles mesurées et géoréférencées.
(Krigé, 1951)

Autocorrélation spatiale : « *Everything is related to everything else, but near things are more related than far things* » (Waldo Tobler, 1970)

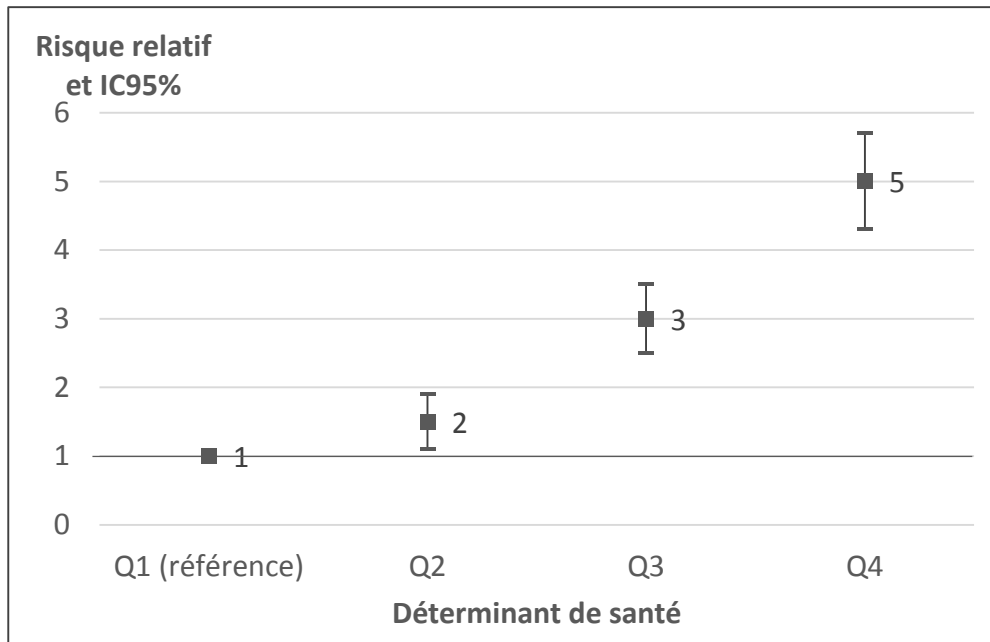
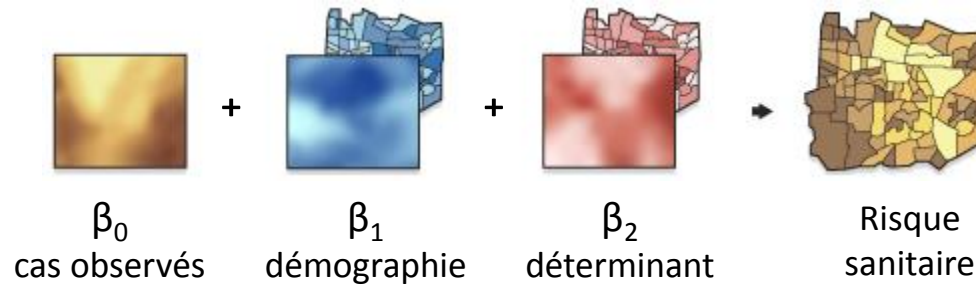
- Génère une surface de prédiction continue / pixélisée (régression écologique)



Régression écologique géographique

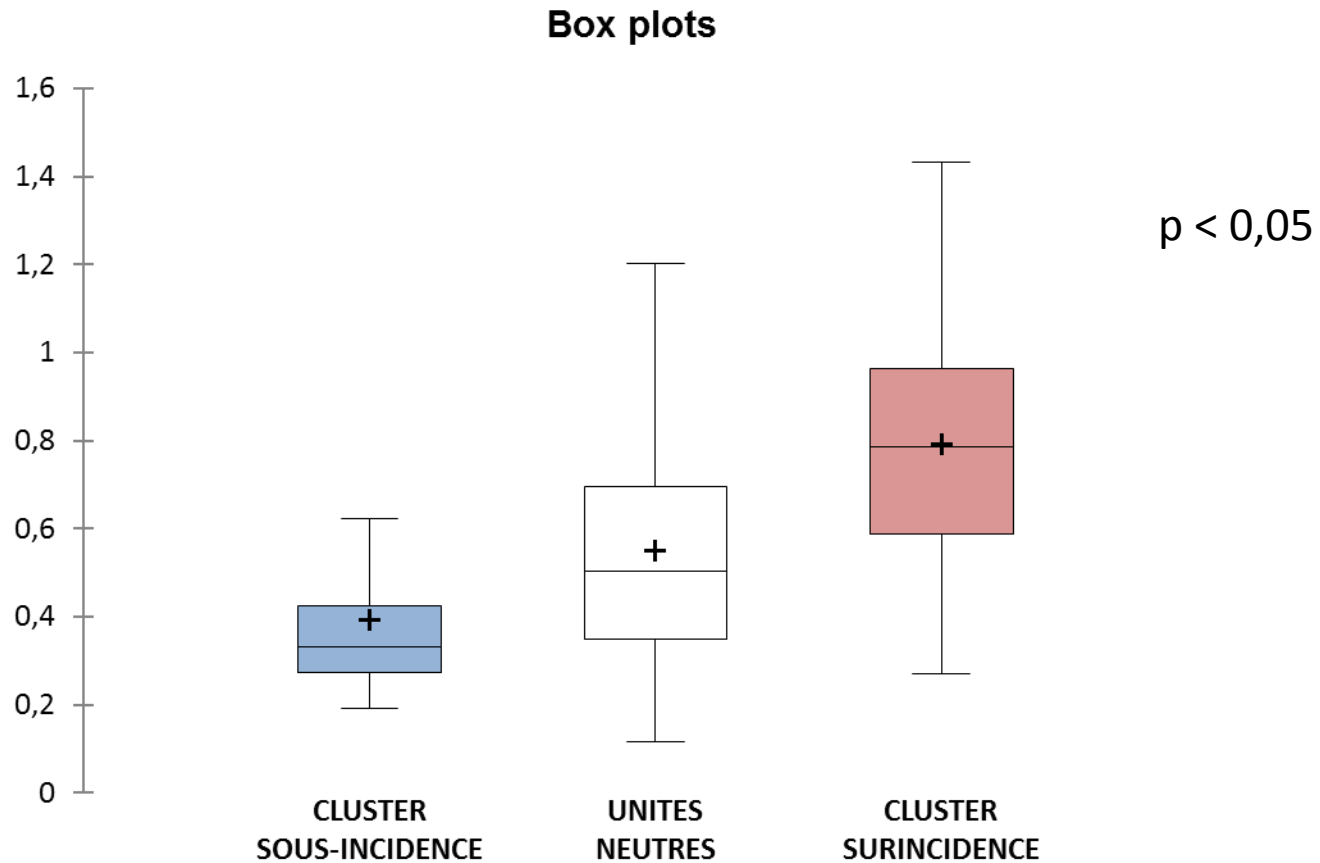
Déterminer le risque d'apparition d'un événement en fonction des déterminants

- Co-variations spatiales à l'échelle de groupes d'individus



Description et comparaison des clusters

Comparaison de la distribution d'une co-variable environnementale / sociodémographique



Formuler des hypothèses étiologiques

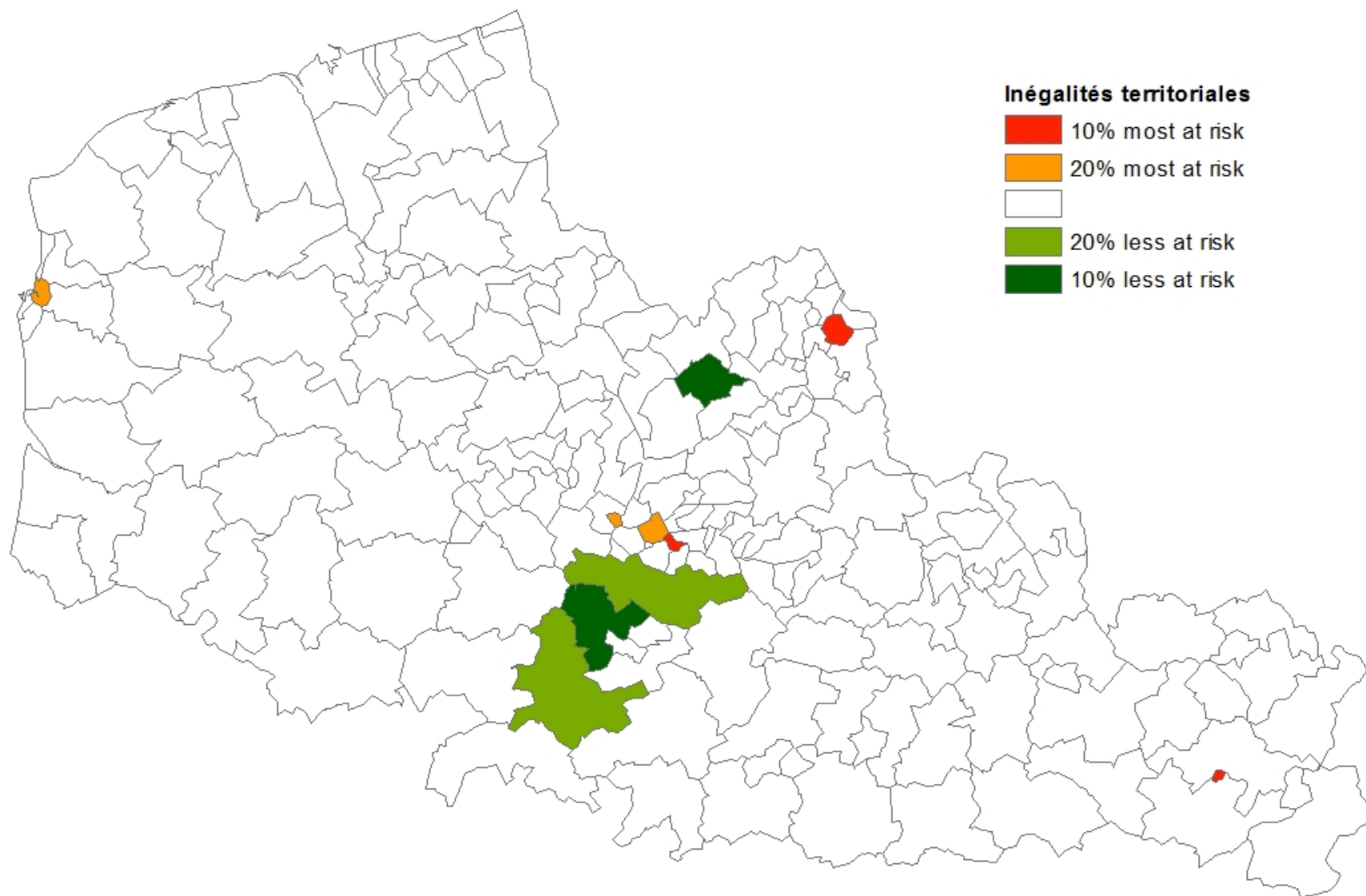
Identifier des inégalités territoriales

- Cumul sur un territoire
- Risque sanitaire important
 - Population vulnérable
 - Environnement dégradé

Classement des unités spatiales en déciles pour chaque déterminant

Incidence : SIR	➔	P10	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P100
Défaveur socio-économique	➔	P10	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P100
Environnement	➔	P10	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P100
		Cumul Favorable								Cumul Défavorable	

Identifier des inégalités territoriales



Orienter les politiques de prévention



Systèmes
Information
Géographique
Liens
Environnement
Santé



SIGLES

