

INÉGALITÉS ENVIRONNEMENTALES DE SANTÉ

julien.caudeville@ineris.fr

INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques),
Direction des Risques Chroniques



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Emergence de la justice environnementale

Scandale de Love canal : sol contaminé par des déchets toxiques du fait de la pression foncière induite par le succès touristique des chutes du Niagara.

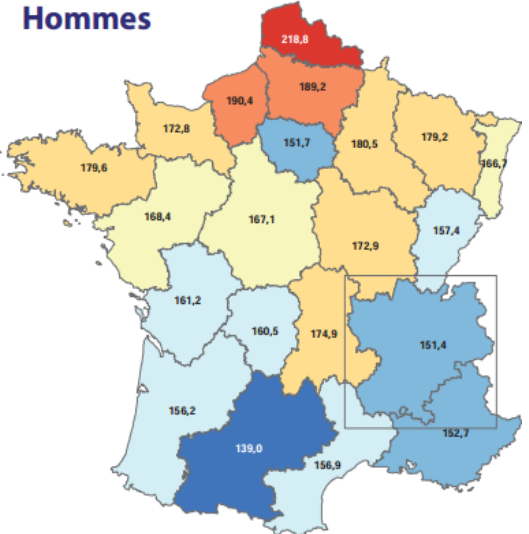
Warren, 1982 : sit-in contre un site d'enfouissement proposé qui apporterait un sol contaminé par du PCB, dans une communauté à prédominance noire.



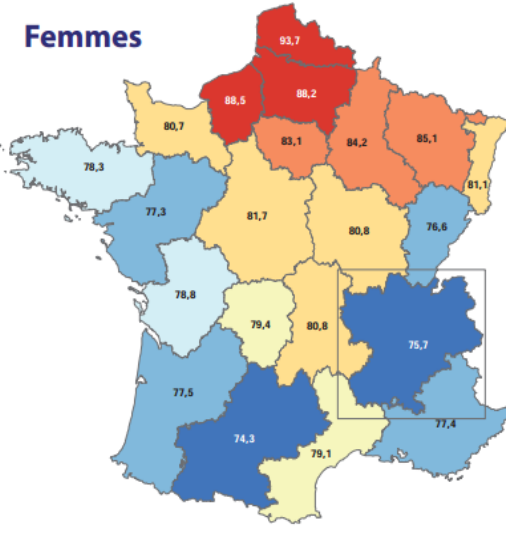
Levier d'action pour répondre au constat d'inégalités très fortes marquant des individus ou des groupes face aux dégradations de l'environnement

Déclinaison en Europe et en France

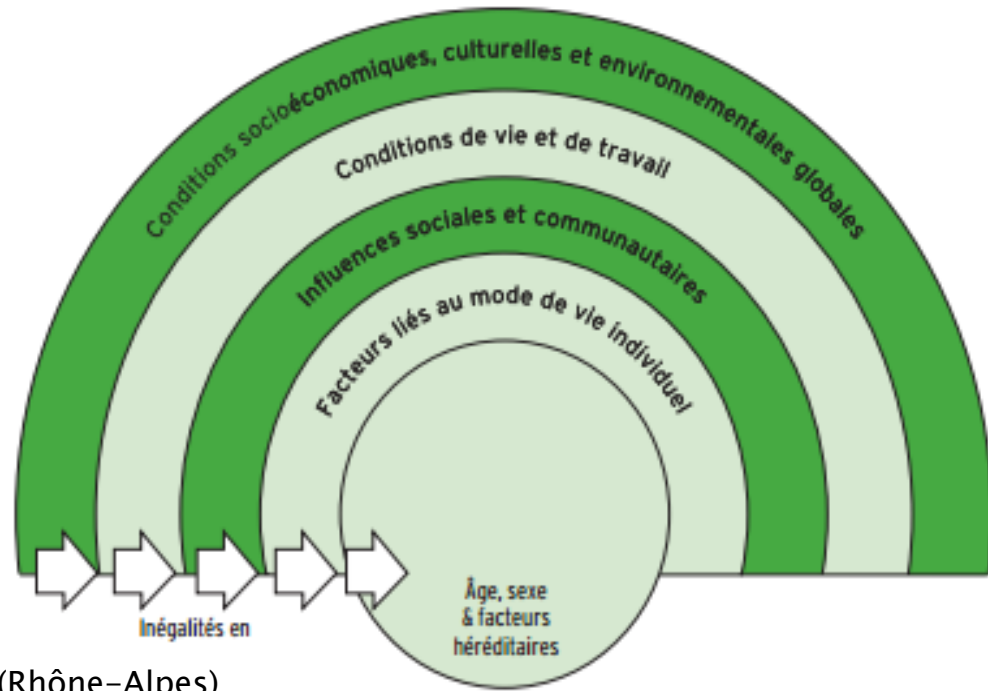
Ensemble des cancers - Hommes - 2000-2009
Taux annuel pour 100 000 hommes



Ensemble des cancers - Femmes - 2000-2009
Taux annuel pour 100 000 femmes



Modèle des déterminants de la santé (Dahlgren et Whitehead [15])



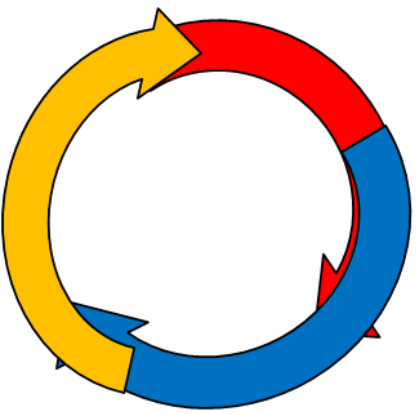
(Rhône-Alpes)

Sources : Inserm-CépiDc, Insee, OMS, Exploitation ORS

Inégalité socio-économique

« La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (OMS). »

Inégalité sanitaire



Inégalité environnementale

« Réduire les inégalités de santé implique l'identification et la caractérisation des facteurs sociaux et des facteurs d'exposition »

Intégration dans les politiques publiques

Evaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques émises par les installations classées: **démontrer la conformité des installations aux textes réglementaires**

Changement de paradigme: émergence du concept d'exposome et difficulté d'intégration à l'échelle politique pour la gestion (multi-échelles spatiales et temporelles); non consensus scientifique

Plans Nationaux Santé Environnement (PNSE) : Cadre de programmation de l'action gouvernementale à travers l'identification d'actions à engager visant à prendre en compte la santé environnementale dans les politiques publiques

Plans Régionaux Santé Environnement (PRSE) : Echelle opérationnelle pour l'action au niveau des territoires. Actions potentielles est de caractériser les inégalités environnementales en vue de définir les priorités d'une future politique publique de réduction des expositions.

Intégration dans les politiques publiques

- **Action 2.3 du PNSE1** (2004-2008): « Développer de nouvelles méthodes qui permettent de coupler les données sur la santé avec celles sur les facteurs environnementaux »...« Une attention particulière sera accordée aux approches permettant de mieux connaître les populations » ;
- **Action 32 du PNSE2** (2009-2014): « Identifier et gérer les zones géographiques pour lesquelles on observe une surexposition à des substances toxiques ».
- **Axe 3 du SNTEDD** (2015-2020): « Réduire les inégalités environnementales, sociales et territoriales »

Caractériser les inégalités environnementales: PNSE3

Action n°41 : faciliter la collecte et l'utilisation des données produites aux niveaux local, régional et national

Pilotes : DGPR, CGDD, DGAL

Partenaires : INERIS, SOeS, ARS

Indicateur de réalisation de l'action : -

Action n°44 : faciliter l'accès et l'utilisation des données d'exposition

- Identifier les principales bases de données sur la contamination des milieux, par thématique, et les principaux besoins de recueil et d'accès par les utilisateurs dans le domaine de la santé environnement et en diffuser les principales caractéristiques et les outils d'interrogation disponibles
- Faciliter l'accès des parties prenantes, des évaluateurs de risque, des épidémiologistes et des chercheurs en santé environnement aux bases de données environnementales et sanitaires
- Elaborer et diffuser un rapport méthodologique

Action n°34 : identifier et analyser les méthodes de construction d'indicateurs d'exposition spatialisés et intégrés

Différents indicateurs d'exposition sont déjà couramment utilisés ou mériteraient d'être généralisés ou développés, des plus simples quand il s'agit de cumuls de plusieurs polluants par une seule voie d'exposition aux plus intégratifs, pour se rapprocher de la réalité des situations réelles. Les outils existants pour calculer les imprégnations des organes à partir de l'exposition à un polluant et la permanence de ce polluant dans l'organisme seront mis à disposition. On peut ainsi définir des indicateurs opérationnels à confronter à la réponse biologique. On visera aussi à définir des indicateurs composites agrégeant différentes voies et différents polluants.

Pilotes : DGPR, DGS, DGT

Partenaires : INERIS, Anses, InVS, CGDD-DRI

Indicateur de réalisation de l'action : constitution d'un corpus d'indicateurs

Action n°38 : développer et diffuser, via une plate-forme commune, des méthodologies de référence au niveau national pour la caractérisation des inégalités environnementales déclinables localement, tenant compte des situations de vulnérabilité des populations

Pilote : DGPR

Partenaires : INERIS, DGS

Indicateur de réalisation de l'action : publication de la méthodologie permettant de caractériser les inégalités environnementales

Action n°40 : mettre en œuvre dans le cadre des PRSE des études de multi-expositions sur plusieurs territoires, basées sur des référentiels méthodologiques

Pilote : DGPR

Partenaires : INERIS, ARS

Indicateur de suivi de l'action : nombre d'études de multi-expositions

Action n° 39 : utiliser les outils d'analyse des inégalités environnementales pour croiser des modèles d'exposition et des données populationnelles (données de biosurveillance, épidémiologiques, vulnérabilités sociales et sanitaires)

Pilote : DGPR

Partenaires : INERIS, InVS, DGS

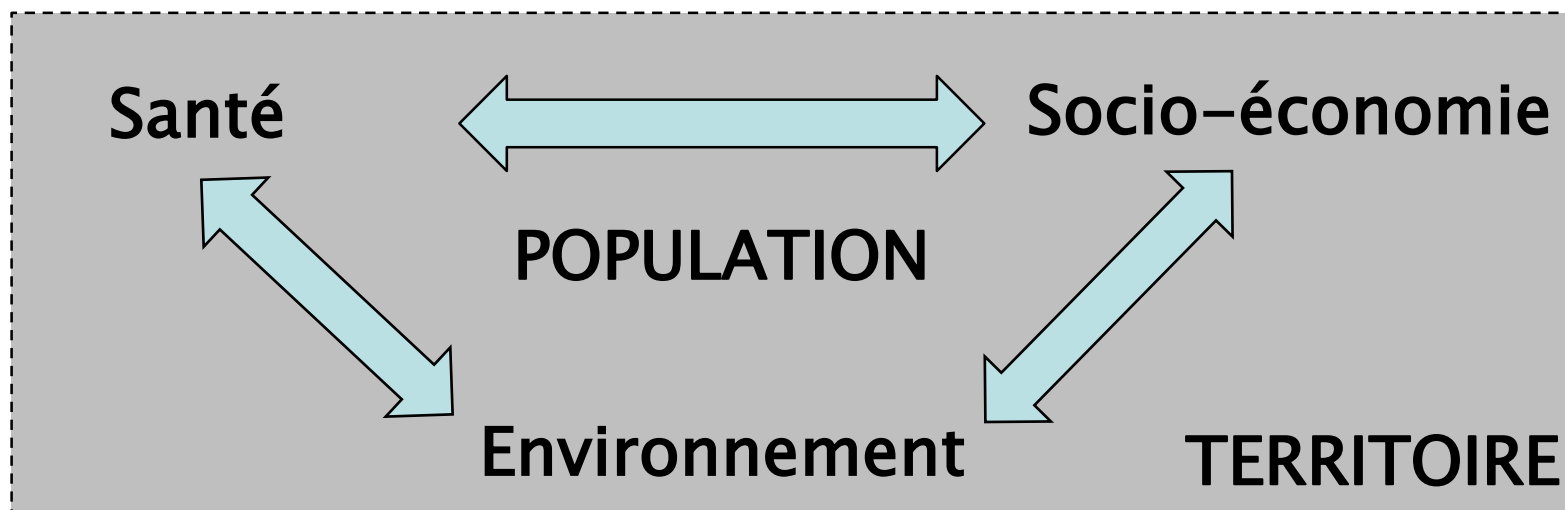
Indicateur de moyens de l'action : nombre de régions ayant décliné ces outils dans leur PRSE

Qu'est-ce qu'une inégalité environnementale?

- Différences de situation d'exposition environnementale
- Différences d'accès aux aménités environnementales
- Vulnérabilité accrue des minorités aux risques
- Capabilité ou dynamisme des personnes

Simple observation empirique d'une disparité ou d'une différence se traduisant par une injustice sociale dès lors que le bien-être et les capacités d'une population particulière sont affectés de manière disproportionnée par ses conditions environnementales d'existence (E. Laurent)

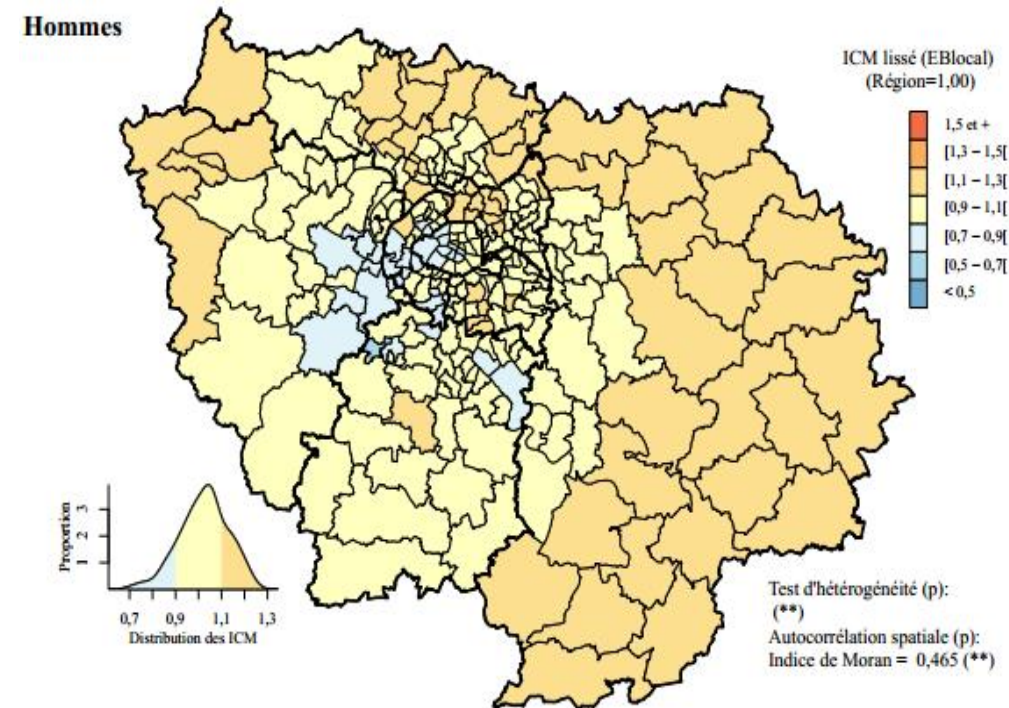
Le caractère particulier de la population en question peut être défini selon différents critères: sociaux, démographiques, territoriaux, etc.



Mesurer, c'est gouverner

Aux échelles régionales, le choix des données s'oriente préférentiellement vers des données provenant de bases régionales ou nationales.

- **Environnement** : réseaux de surveillance de la qualité des sols, des eaux, de l'air développés par différentes agences, instituts ou observatoires.
- **Socio-économie** : recensement de l'INSEE à différents niveaux administratifs
- **Santé** : nombreuses bases de données disponibles : mortalité, ALD, PMSI, Sniiram, voire celles des registres lorsque ceux-ci existent.



Variations spatiales de la mortalité en île-de-France

Sources : Inserm-CépiDc (décès 2000-2007), Insee - Exploitation ORS île-de-France.
Indice comparatif de mortalité 2000-2007, lissage EB local.

Les inégalités environnementales à l'INERIS

Suppose de caractériser les phénomènes dans leur ensemble à partir de données existantes à l'échelle des territoires

- Situation actuelle : production de données indépendamment les unes des autres et pour des objectifs distincts : problème d' « interopérabilité » ; données disponibles lacunaires et incertaines pour une caractérisation fine : problème de représentativité; **intégration des échelles locales, régionales et globales**

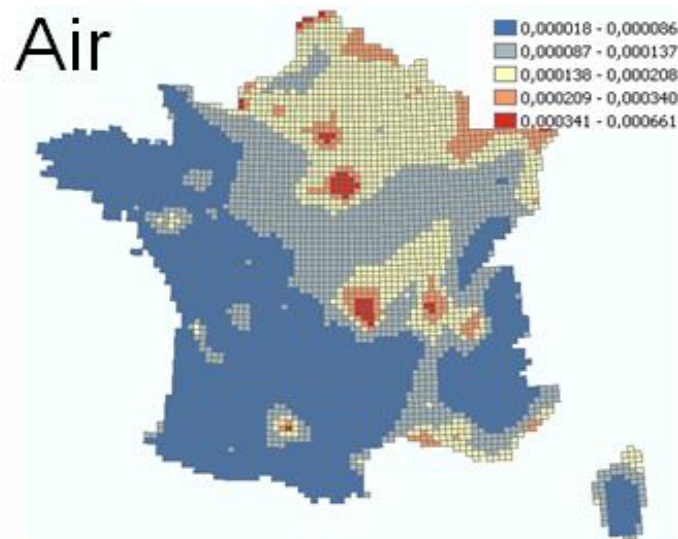
Croisement de l'expologie et des méthodes spatiales pour construire l'exposome territorialisé

Nécessite l'intégration de données, le développement de méthodes de construction et de croisement d'indicateurs

Caractérisation des milieux environnementaux

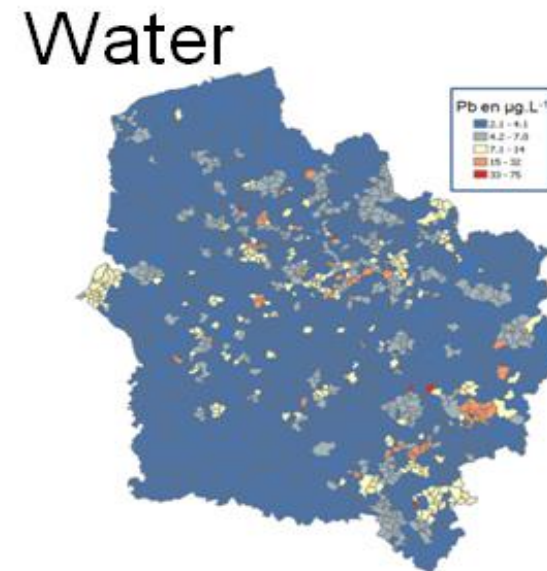
Développement de méthodes pour traiter spécifiquement les bases de données :

- environnementales,
- comportementales,
- populationnelles,



Arsenic concentration in air (mg.m^{-3})

Source : modélisation CHIMERE, unité MOCA, INERIS

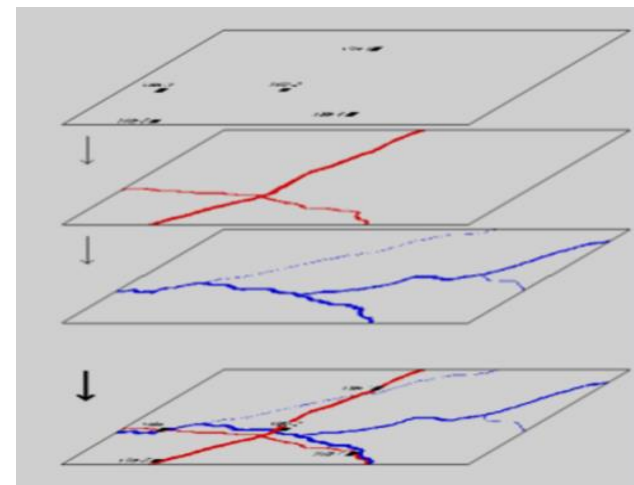


Source : Ministère chargé de la santé - ARS
- SISE Eaux - Traitement : INERIS

Construire des données « interopérables » pour la caractérisation des inégalités :

Collecter, intégrer et traiter des données de sources différentes sur un territoire

- Les Systèmes d'information Géographique (SIG)
- Les bases de données spatialisées (enquête, recensement, reporting, mesure, modélisation)



PLAINE



Santé

INDO

Sources et émissions

Démographie

MOCA



TPPD
MOCA
COSM

Concentration
environnementale

PLAINE

Indicateur socio-
économique

EDEN



ISAE
TOXI

Exposition

Comportement des
populations



SciencesPo.



Cerema



METO

Biomarqueur

le cnam

NOVA

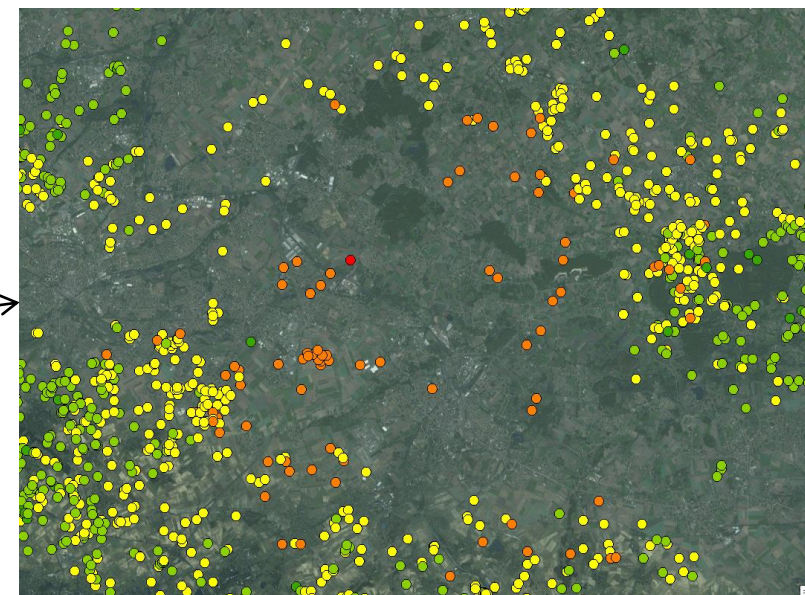
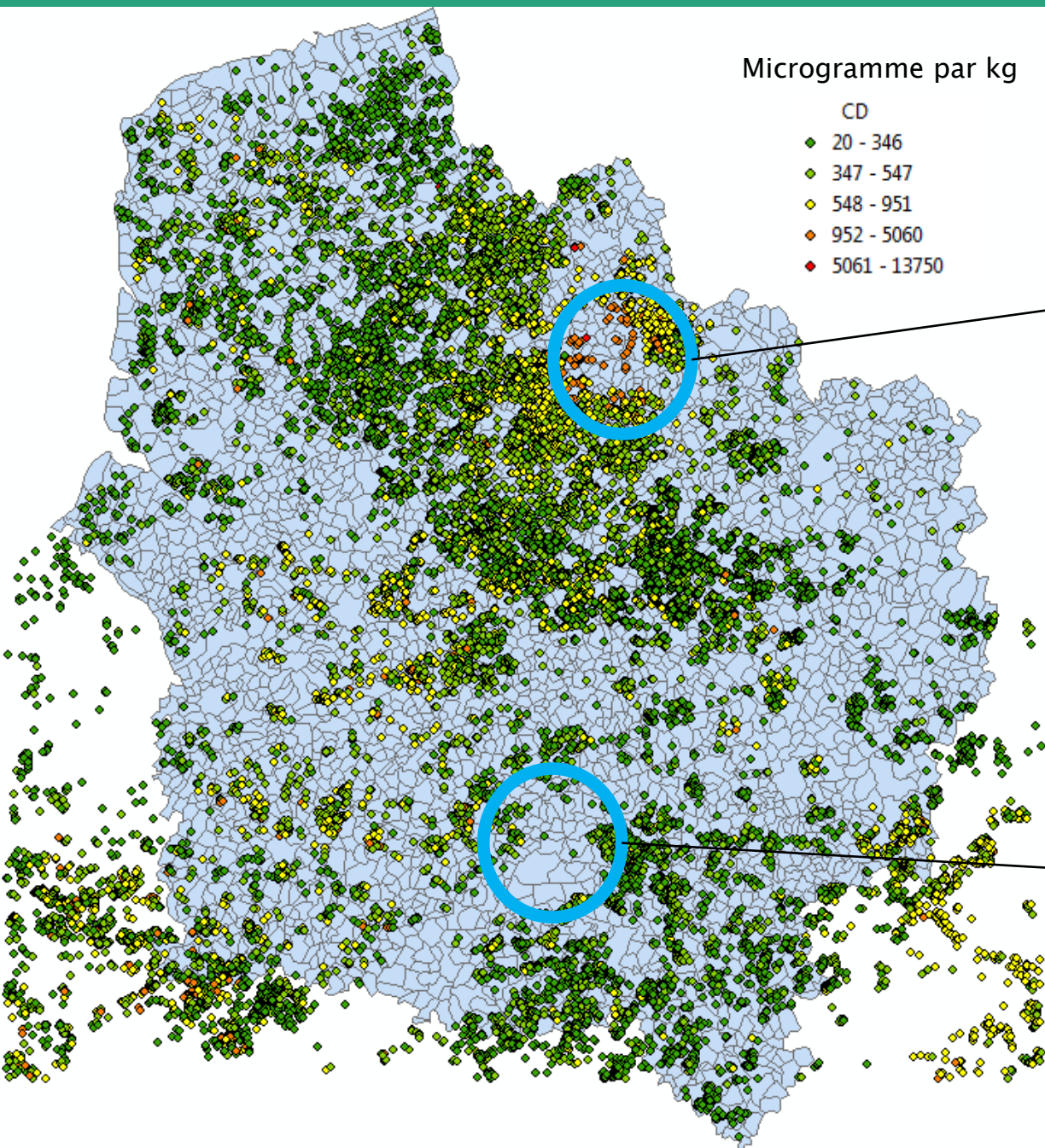


DSE/DSI



maîtriser le risque
pour un développement durable

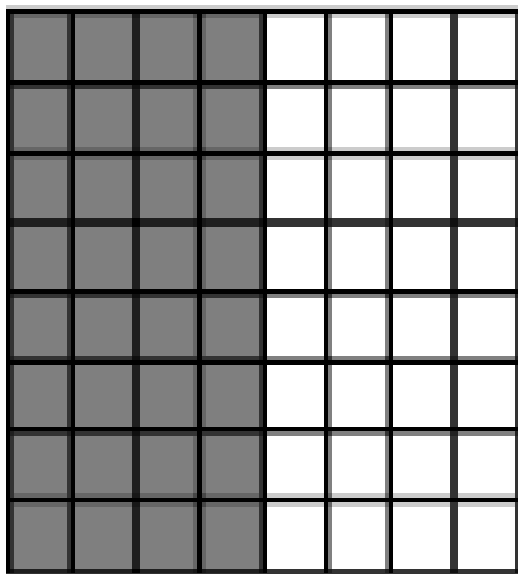
Difficultés méthodologiques associées à la manipulation de données spatiales



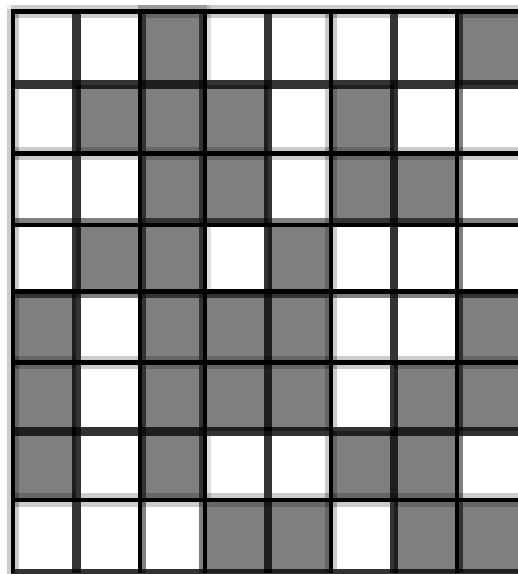
Représenter les variations de X sur un fond de carte

- ▶ Répartition aléatoire ou non des observations Si aléatoire: uniforme ou non?

Associations répulsives, neutres, ou attractives?



Positive



Aléatoire

Autocorrélation

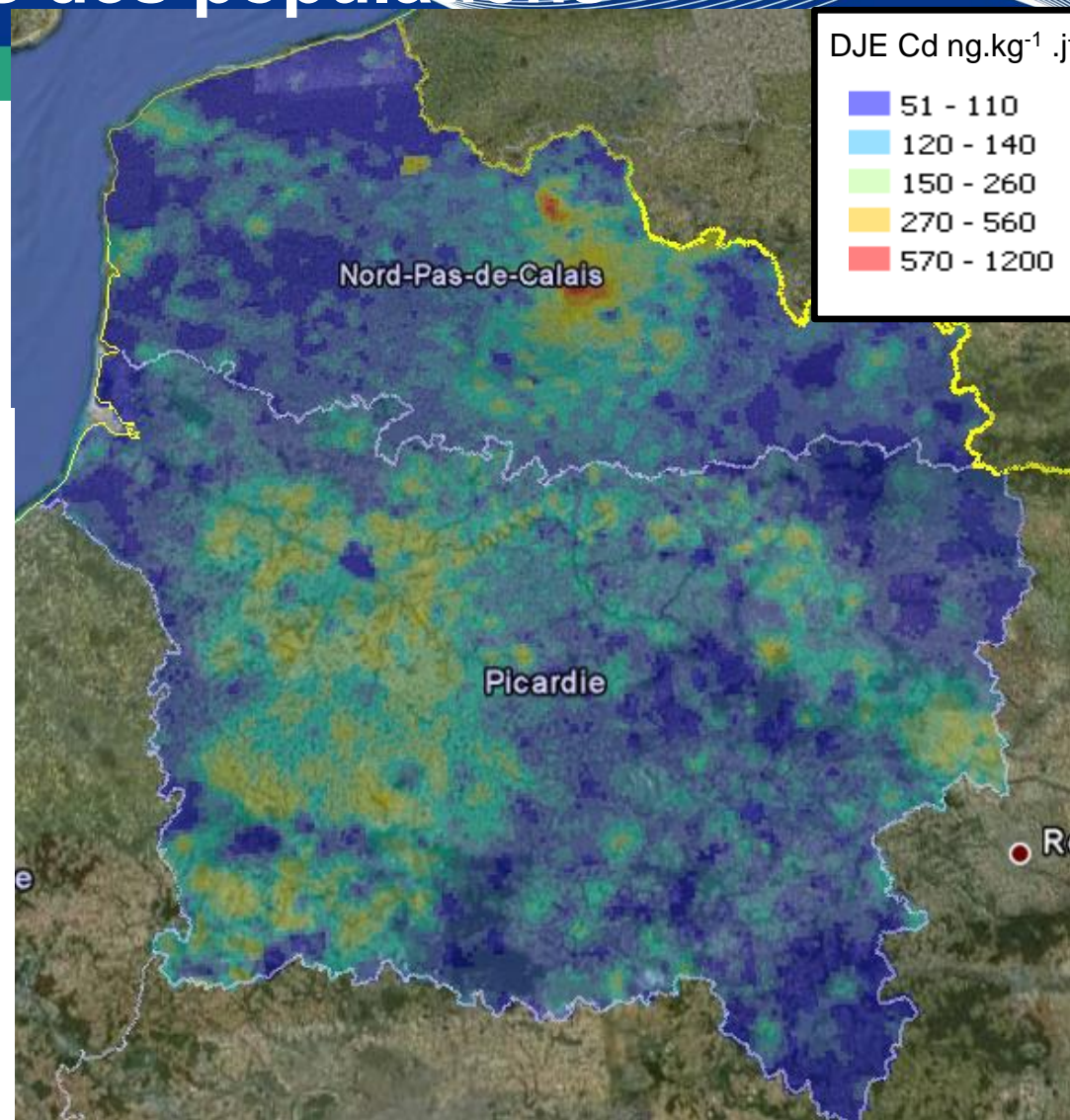
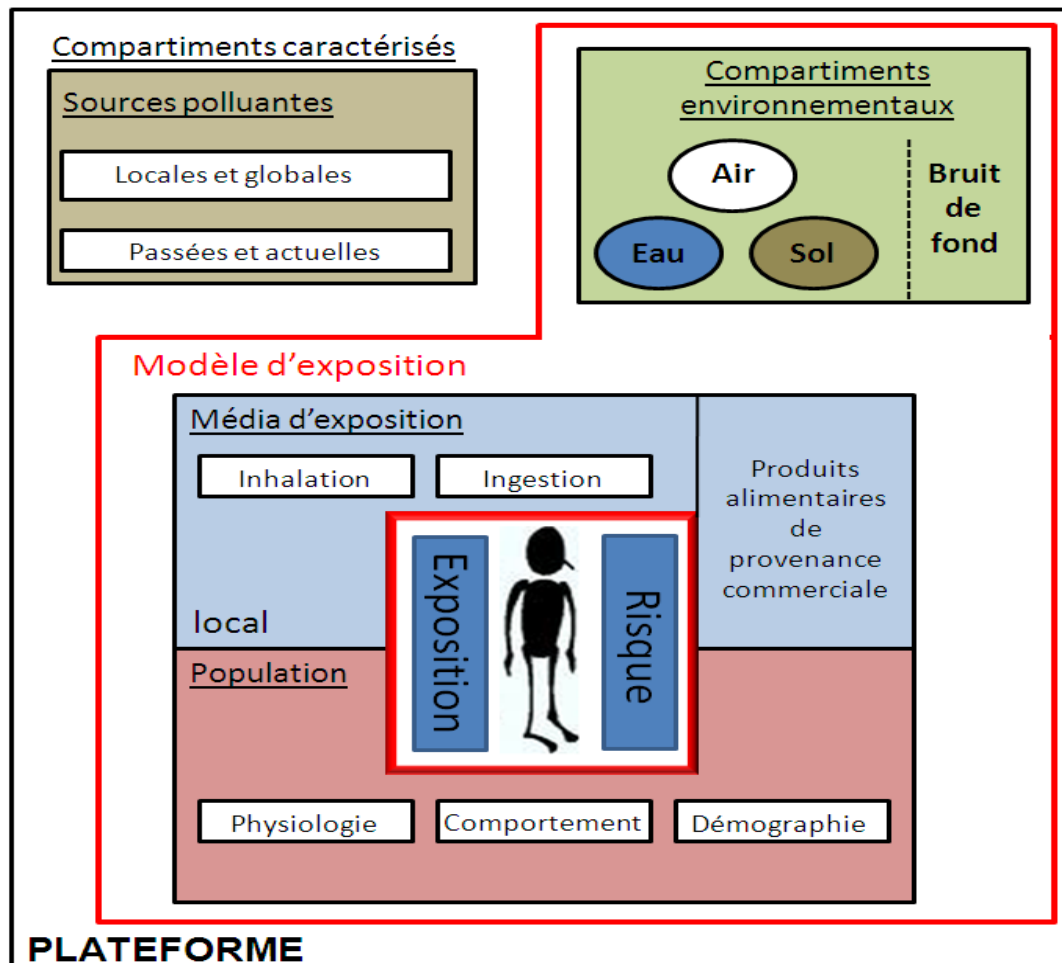
Illustration de la loi de Tobler : les objets proches se ressemblent plus que les objets éloignés



Négative

Caractérisation des expositions des populations

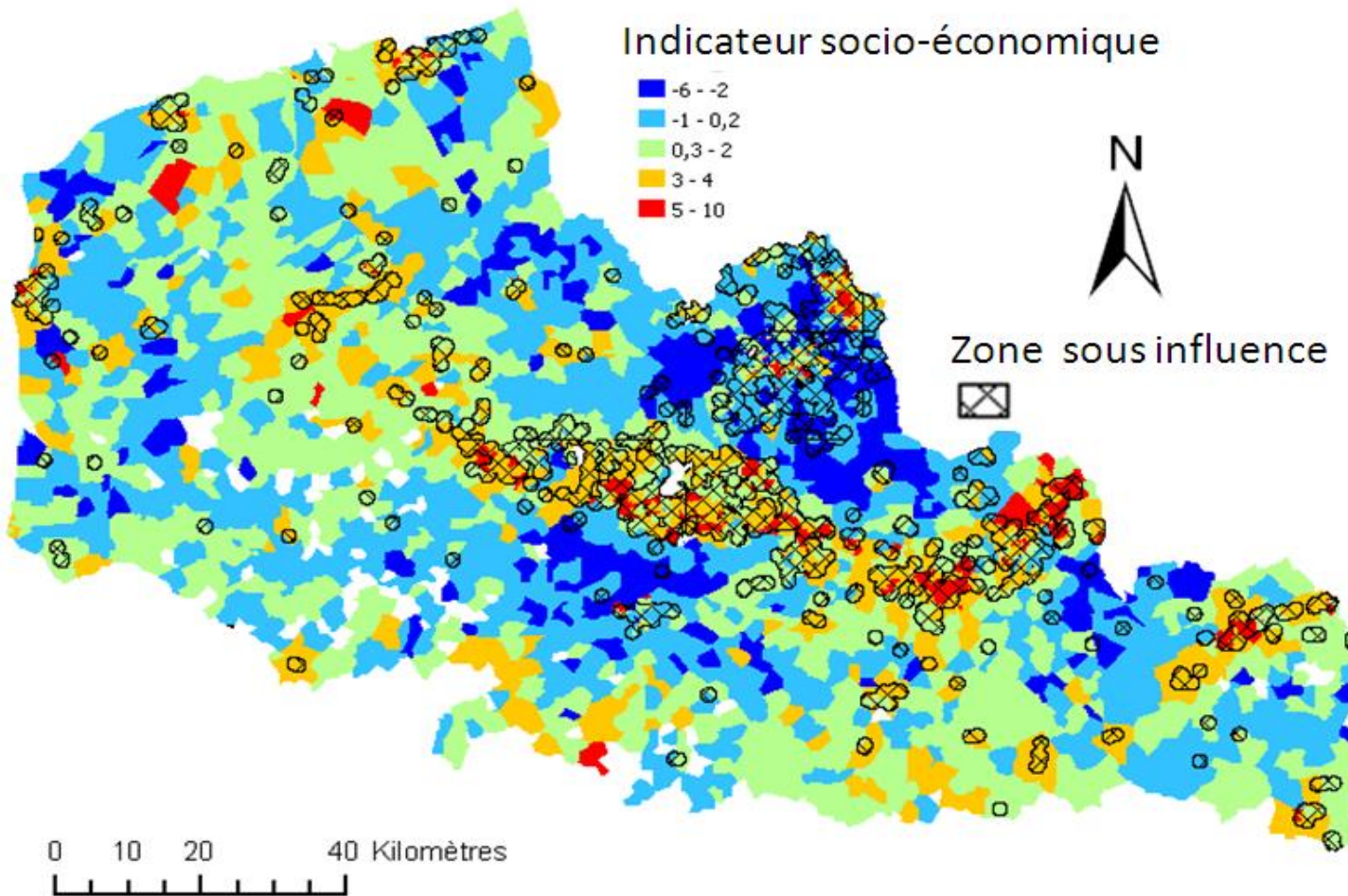
Intégration de la dimension spatiale au modèle d'exposition



Dose Journalière d'Exposition (DJE : quantité de substance ingérée par un individu) de cadmium

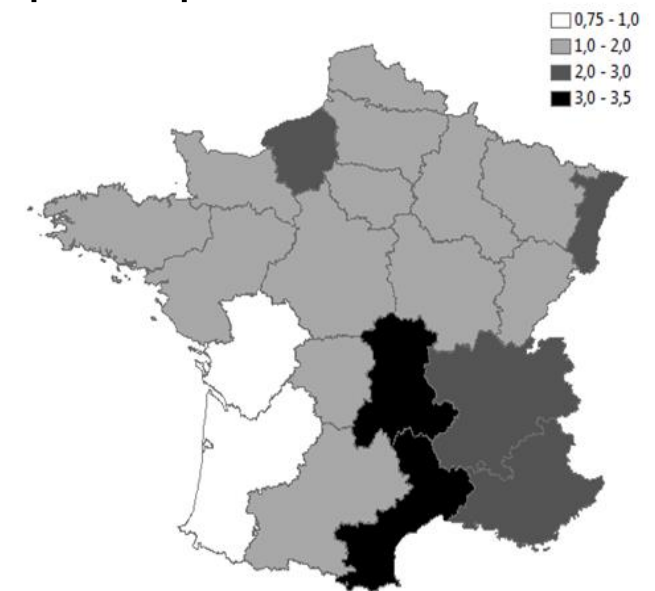
Associations spatiales entre facteurs de risques environnementaux et situation socio-économique

...du fait des effets distributifs des politiques environnementales : inégal effet des politiques environnementales selon la catégorie sociale, notamment l'inégale répartition des effets des politiques fiscales ou réglementaires entre les individus et les groupes, selon leur position dans l'échelle des revenus et/ou dans l'espace social



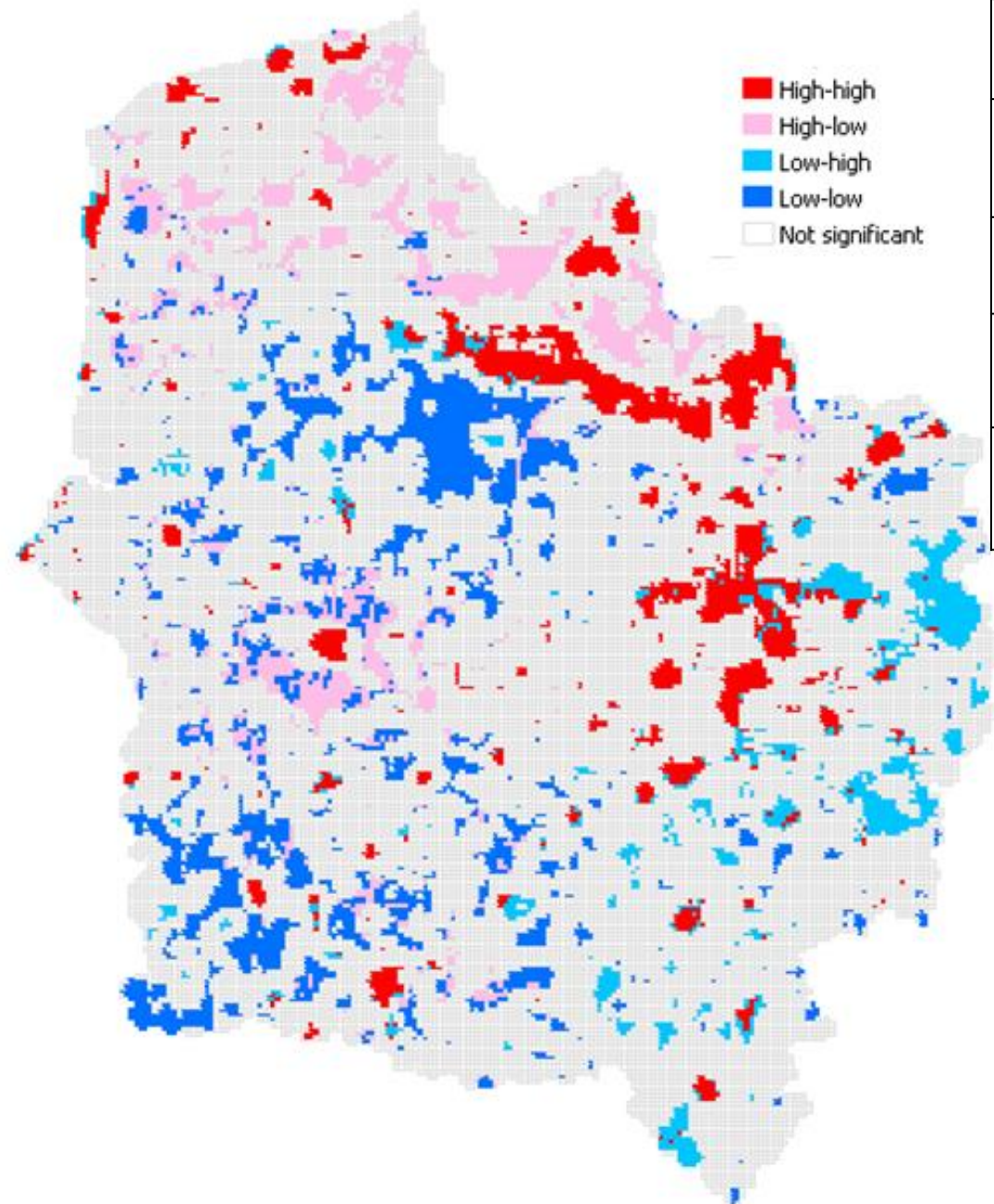
Spatialisation de l'indicateur de défaveur aux zones sous influence des Sites Potentiellement Dangereux en Nord-Pas-de-Calais

Agrégation des indicateurs sur des supports géographiques ou des groupes populationnels spécifiques



Indice régional de désavantage socio-environnementale

Associations spatiales entre facteurs de risques environnementaux et situation socio-économique



| Category | Color | Correlation | Interpretation |
|-----------|-------|-------------|--|
| high-high | Red | positive | Environmental and socio-economic deprivation |
| high-low | Pink | negative | Environment (+) and socio-economic (-) |
| low-low | Blue | positive | Environment (+) and socio-economic (+) |
| low-high | Cyan | negative | Environment (-) and socio-economic (+) |

Particules atmosphériques (PM₁₀)
versus
Statut socio-économique
(Townsend indicator)

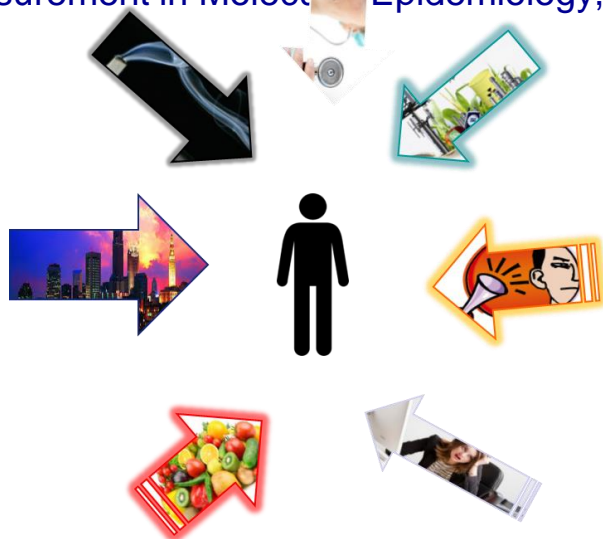
Local Moran test

Exposome: définition

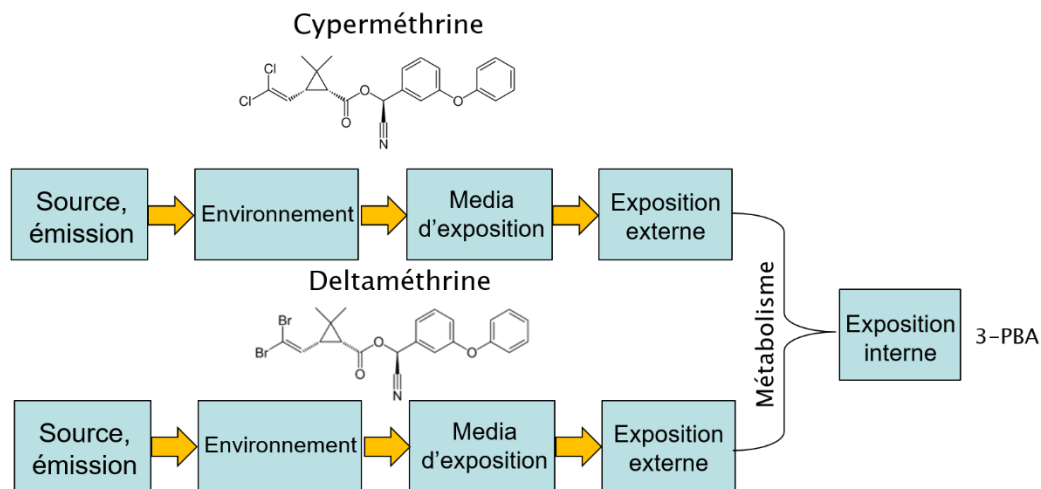
Dans sa forme la plus achevée, **l'exposome englobe toutes les expositions environnementales au cours de la vie** (y compris les facteurs liés au mode de vie), dès la période prénatale. Elaborer des outils de mesure fiables pour un historique aussi complet des expositions humaines est extrêmement difficile. Contrairement au génome, **l'exposome est une entité très variable et dynamique qui évolue tout au long de la durée de la vie de l'individu.**"

Christopher P. Wild

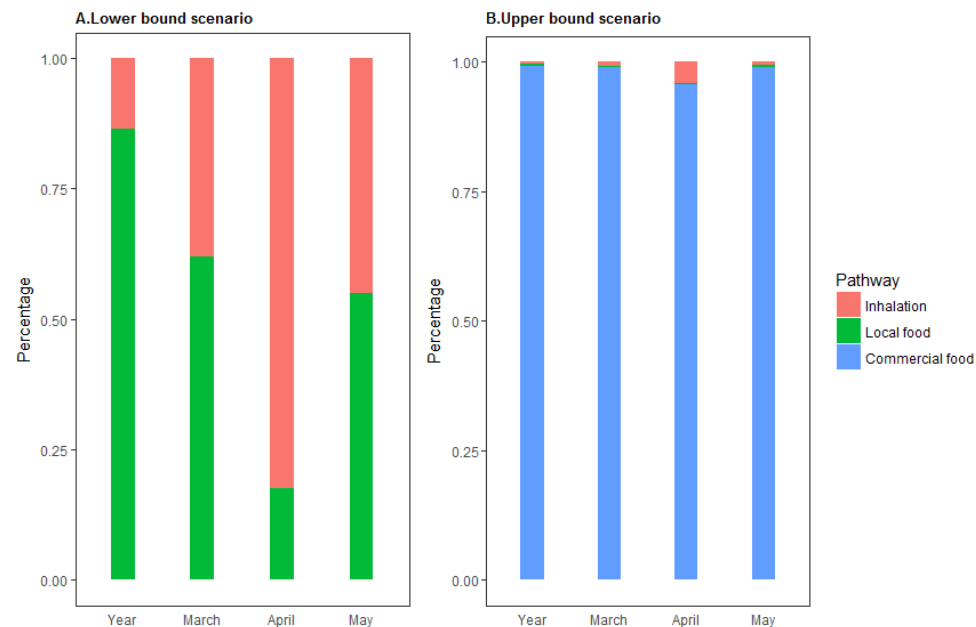
Complementing the Genome with an "Exposome": The Outstanding Challenge of Environmental Exposure Measurement in Molecular Epidemiology, Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, August 2005,14;1847.



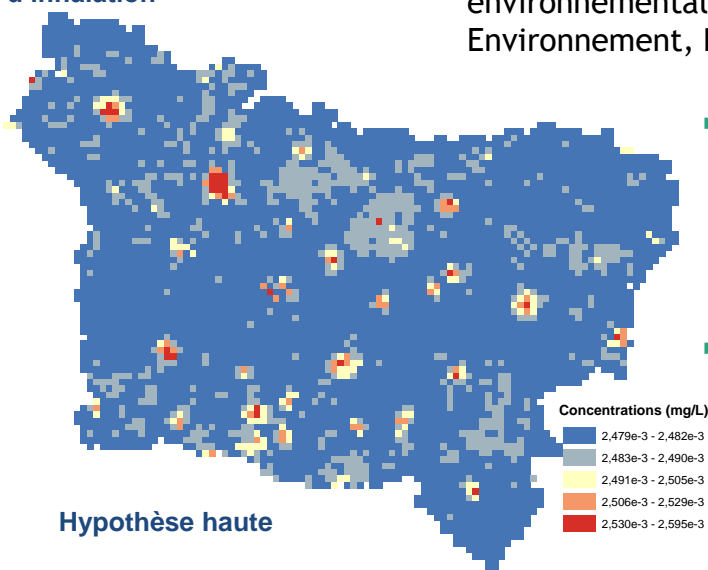
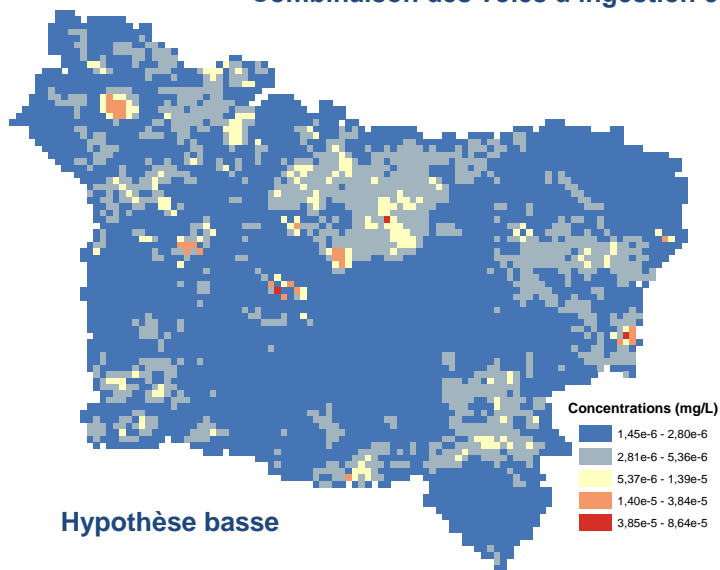
Exemple de résultats types



Contributions des media d'exposition aux concentrations de chlorpyrifos dans le sang



Cartographies des doses internes du 3-PBA (mg/l dans les urines) pour la femme enceinte. Combinaison des voies d'ingestion et d'inhalation

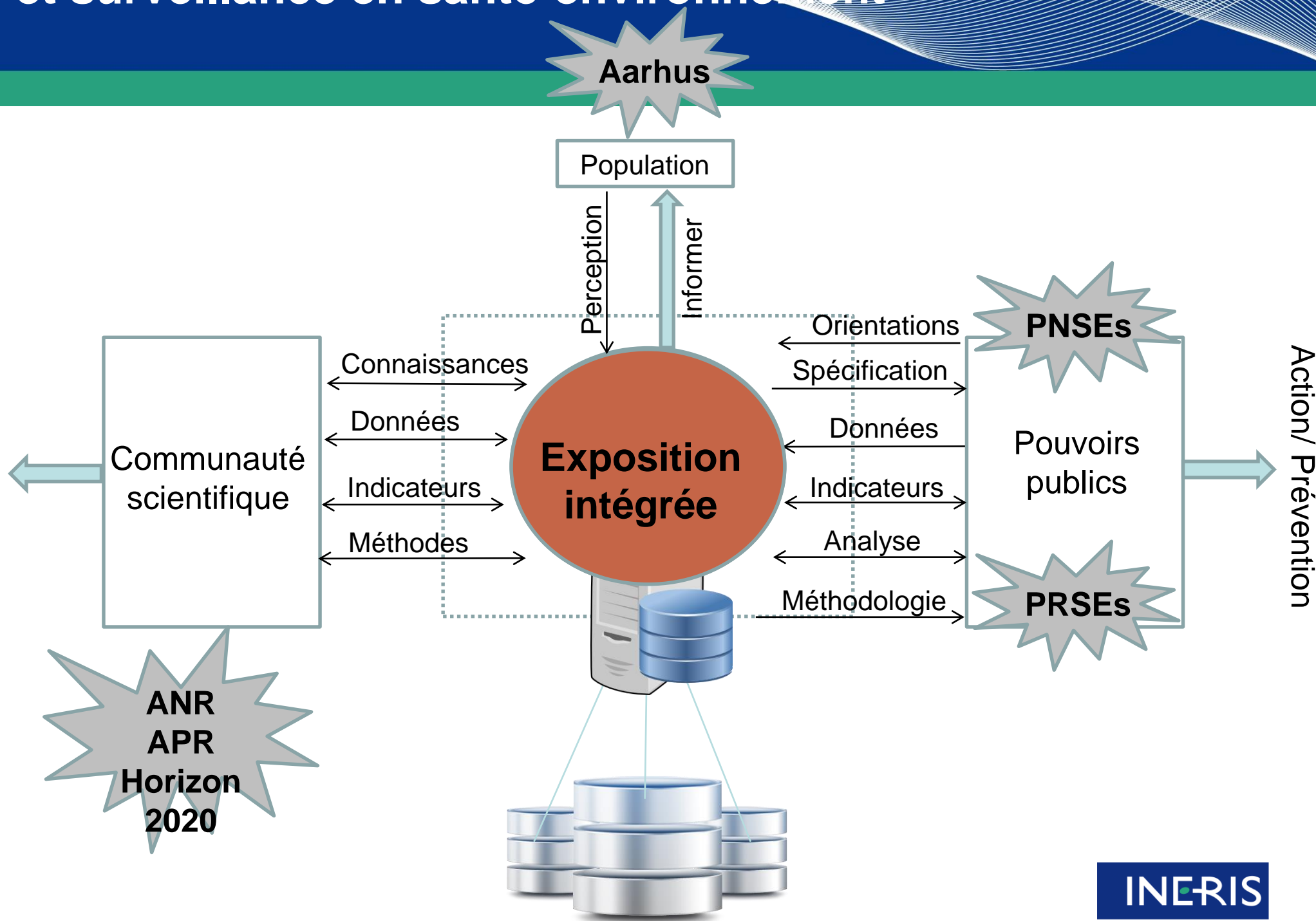


Caudeville J, et al. Caractérisation de l'exposition environnementale spatialisée à un pyréthrianoïde en Picardie. Environnement, Risque et Santé (publication en septembre 2019).

- les populations les plus exposées vivent à proximité des parcelles sur lesquelles les substances sont potentiellement plus épandues
- la contribution des voies d'inhalation est très faible dans le calcul de la concentration interne sur certaines zones très localisées

Suivi et surveillance en santé-environnement

Améliorer les connaissances sur les relations entre environnement et santé



Intégration des bases de données nationales ou régionales