



Axe de  
recherche

Mines Paris - Centre de Géosciences  
35, rue Saint-Honoré - 77305 Fontainebleau cedex  
Tel : +33 (0)1 64 69 48 96 / 47 10  
contact@geosciences.mines-paristech.fr  
www.geosciences.minesparis.psl.eu



# Géostatistique environnementale Environmental geostatistics

La géostatistique environnementale traite d'une grande diversité de milieux et de phénomènes, à différentes échelles d'observation et dans un contexte multivariable.

## Milieux anthropisés

Concernant la pollution dans les différents milieux (air, cours d'eau et nappes, sédiments, sols), les problématiques restent pour certaines très classiques :

- recherche de relations entre variables observées et paramètres « explicatifs » ;
- exploitation de ces relations pour définir ou adapter un schéma d'échantillonnage ;
- amélioration de la précision des estimations ;
- comparaison des concentrations à un seuil de qualité, impliquant la mise en œuvre d'estimateurs non linéaires ou de simulations ;

mais peuvent aussi prendre des caractères très spécifiques :

- confrontation de prévisions fournies par des modèles phénoménologiques aux mesures ;
- développement de modèles de fonctions aléatoires en topologie non euclidienne (par exemple, l'étude des concentrations dans les cours d'eau ou dans leurs sédiments nécessite des modèles de Fonctions Aléatoires définis sur des graphes).

## Qualité de l'air

L'expérience acquise concerne aussi bien la pollution urbaine ou en bord de route que la qualité de l'air à l'échelle de l'Europe, avec une réflexion sur les problèmes posés par l'automatisation de la cartographie des pollutions.

## Qualité de l'eau

Des indicateurs géostatistiques permettent de caractériser les flux et les concentrations en polluants à des stations de mesure à partir d'un échantillonnage irrégulier dans le temps. Ces indicateurs peuvent être étendus le long des cours d'eau grâce à des modèles de fonction aléatoire spécifiques à des graphes ou en relation avec un modèle phénoménologique. En collaboration avec des universités italiennes, des études sont en cours sur la pollution dans les nappes (nitrates, pesticides).

*Environmental geostatistics deals with a wide variety of environments and phenomena at different observation scales and in a multivariate context.*

## *Anthropogenised environments*

*Regarding the pollution in the different environments (air, rivers and aquifers, sediments, soils), issues remain very classic for some of them :*

- *searching for relationships between observed variables and "explanatory" parameters ;*
- *using these relationships to define or adapt a sampling scheme ;*
- *improving the accuracy of estimates ;*
- *comparing concentrations at a quality level, involving the implementation of nonlinear estimators or simulations ;*

*but can also have very specific characteristics :*

- *comparing forecasts provided by phenomenological models to measures ;*
- *developing models of random functions in non-Euclidean topology (for example, the study of concentrations in rivers or in their sediments requires models of Random Functions defined on graphs).*

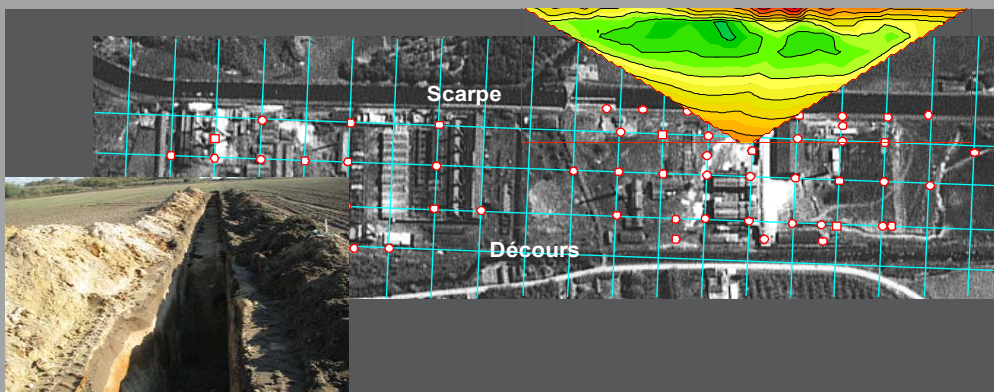
## Air quality

*The experience covers urban or roadside pollution as well as air quality across Europe, with a reflection on problems related to the automation of pollution mapping.*

## Water quality

*Geostatistical indicators allow flows and pollutant concentrations at measurement stations to be characterized from an irregular sampling over time.*

*These indicators can be extended along rivers through random function models peculiar to graphs or in relation with a phenomenological model. In collaboration with Italian universities, studies are underway on pollution in aquifers (nitrates, pesticides).*







# Géostatistique environnementale

## Environmental geostatistics



### Pollution de sols

Les méthodes géostatistiques de base qui permettent de caractériser des sites et sols pollués sont maintenant bien établies et sont diffusées auprès des professionnels par l'association GeoSiPol dont le Centre Géosciences est membre fondateur (<http://www.geosipol.org>). Les recherches récentes ou en cours portent sur la validation d'outils de mesure indirecte sur site et sur l'échantillonnage d'installations nucléaires préalablement à leur démantèlement (collaboration avec le CEA et Géovariances).

### Assimilation de données

En océanographie, météorologie, etc., les variables étudiées présentent une variabilité spatiale et temporelle. L'évolution temporelle peut souvent être prédite avec une plus ou moins bonne approximation par une modélisation du système physique (équations d'évolution et conditions aux limites). Les méthodes stochastiques d'assimilation de données permettent d'affiner les paramètres statistiques et les prédictions au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles données.

### Océanographie

Les premières recherches dans ce domaine ont été réalisées en collaboration avec le NERSC (Norvège) et concernaient les courants côtiers, la température de l'océan.

### Exploitation pétrolière

Actuellement le calage de modèles numériques de réservoir à un historique de production par filtre de Kalman d'ensemble est étudié en collaboration avec l'IFP.

### Technologie nucléaire

La dégradation des performances des générateurs de vapeur de centrales nucléaires est surveillée par des mesures indirectes assimilées dans un modèle physique au moyen d'un algorithme de filtrage particulaire.

### Soil pollution

*The basic geostatistical methods which allow polluted sites and soils to be characterized are now well established and professional users are kept informed of them through the GeoSiPol association the Geosciences and Geoengineering Research Department is a founding member of (<http://www.geosipol.org>). The recent or ongoing research deals with the validation of tools for on site indirect measurement and with the sampling of nuclear facilities prior to their dismantling (collaboration with the CEA and Geovariances).*

### Data assimilation

*As for oceanography, meteorology, etc., the variables studied have a space and time variability. The time evolution can be predicted often with a more or less good approximation, through a modelling of the physical system (equations of the evolution and boundary conditions). The stochastic methods of data assimilation allow statistical parameters and predictions to be updated as new data become available.*

### Oceanography

*The first researches in this area have been carried out in collaboration with the NERSC (Norway) and concerned coastal currents and ocean temperature.*

### Oil exploitation

*The calibration of numerical models of reservoir with previous production data through a generalized Kalman filter is currently studied in collaboration with the IFP.*

### Nuclear technology

*The degradation of the performances of steam generators from nuclear power plants is monitored by indirect measurements assimilated in a physical model using a particle-filtering algorithm.*

