

## Résumé

Les dangers des métaux lourds sur l'environnement ne sont pas à démontrer. Cependant, la provenance des concentrations nocives est très souvent mal définie. En effet, on a habituellement tendance à confondre la pollution de l'environnement avec l'activité anthropique, alors qu'une étude des mécanismes physico-chimiques naturels et de leur comportement spatial peut démontrer que ce n'est pas toujours le cas.

Dans les études classiques des pollutions en métaux lourds, les échantillons prélevés sont soumis à des traitements statistiques assez simples car dénués d'un aspect fondamental qui est la dimension spatiale du phénomène qui a engendré cette pollution. Nous entendons par-là une modélisation mathématique émanant des dépendances spatiales des différentes parties de l'événement étudié, il s'agit de la théorie de la géostatistique. Cette approche, permet en outre de réaliser la meilleure estimation du phénomène là où il n'est pas connu, en tenant compte des échantillons existants.

L'objectif de cette thèse est de réaliser une étude statistique et géostatistique de l'Inventaire géochimique des ressources métallifères de la Wallonie (Inventaire Martin) en vue de comprendre la répartition des métaux lourds et leur relation avec leur environnement géologique, lithologique, anthropique, etc. Le but ultime est de réaliser des cartes de référence retraçant la probabilité de la répartition de certains métaux lourds (As, Co, Ni, Zn, Pb, Cu) à l'échelle régionale de la Wallonie et d'interpréter leur origine probable.

Le programme de l'Inventaire Martin est venu dans le cadre du prolongement d'une campagne de prospection alluvionnaire systématique du Paléozoïque de Belgique pour l'uranium menée en 1979-1980 par le Service Géologique de Belgique et la CEE. Le programme, qui a débuté en octobre 1981, s'est étalé sur une période de quatre ans au cours desquels 10163 échantillons de sédiments de berges de cours d'eau ont été récoltés et analysés pour 20 éléments chimiques par l'équipe du professeur Henri Martin (géochimie, UCL).

Dans ce travail, le traitement des données s'est fait en deux parties principales, l'une statistique et l'autre géostatistique. La première partie a été essentiellement destinée à une analyse factorielle des données de l'Inventaire Martin afin de distinguer les principales associations géochimiques. La seconde partie a également comporté deux étapes. La première étape a été consacrée à la production et à l'interprétation de cartes de probabilité de répartition des métaux lourds à l'échelle de la Wallonie. Dans la seconde étape nous nous sommes particulièrement intéressés à la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse (ESM) par une étude variographique et une analyse factorielle krigéante dont le but était de séparer les différentes échelles spatiales contrôlant la répartition des anomalies en métaux lourds. Dans tous ces calculs la nature du milieu, calcaire ou non-calcaire, a été prise en compte.

L'analyse factorielle a montré l'existence d'un facteur principal dominant auquel sont liés les métaux de transition (Fe, Co, Ni ...) représentant non seulement le milieu secondaire mais aussi les minéralisations ferrifères en Wallonie. Les autres associations ont montré l'existence d'un facteur représentant les minéralisations métalliques (Zn, Pb, Cu ...) particulièrement présentes dans le milieu carbonaté, ainsi que d'un facteur reprenant les terres rares (Y, La). Des statistiques locales en fenêtre mobiles ont permis de constater un effet proportionnel lié aux principaux milieux en présence (carbonaté et non-carbonaté) pour certains métaux lourds, ce qui a justifié la séparation des données en conséquence.

Les calculs géostatistiques ont permis de tracer des cartes de probabilité en métaux lourds régionales à l'aide de la méthode des indicatrices. Une comparaison régionale avec les autres cartes géologiques, lithologiques, etc, récoltées dans le cadre de ce travail, a montré qu'il y avait bien une correspondance entre les anomalies régionales en métaux lourds et les grands ensembles géologiques. Ceci est particulièrement visible entre des métaux comme le Zn, le Pb et le Cu et les séries carbonatées wallonnes, notamment d'âge frasien. Le Massif de Stavelot et ses environs renferment également des anomalies en métaux lourds. Par contre, l'évidence de pollutions anthropiques a été rarement établie, malgré la présence de nombreuses petites zones anormalement riches en métaux lourds. Dans des cas pareils, une vérification in situ des sites douteux est le meilleur moyen de lever le doute.

L'étude variographique et l'analyse factorielle krigéante appliquées aux données de l'ESM ont montré, d'une part, l'existence d'un comportement spatial commun à certains groupes de métaux, comme (Fe, Co, Ni) et (Zn, Pb, Cu, Sr). Ceci nous a fait conclure que la mise en place d'un tel groupe de métaux, spatialement identiques, a probablement été provoquée par un même phénomène naturel.

D'autre part, l'analyse factorielle krigéante a permis de dissocier trois échelles spatiales différentes au sein des données: une échelle ponctuelle inférieure à la maille d'échantillonnage, une échelle locale d'environ 800m attribuée aux minéralisations filoniennes et une échelle régionale de plus de 8000m due à l'influence des grands ensembles géologiques comme les bandes carbonatées ou le domaine argileux de la Fagne. Ces observations ont été étayées par des cartes de facteurs régionalisés.