

SUCCÈS CLIENT



Comment gérer plus de 500 000 m³ de terres excavées dans un contexte de qualité hétérogène des sols, tout en maîtrisant les coûts ? HAROPA PORT s'appuie sur une approche géostatistique probabiliste pour estimer les volumes, anticiper les filières et sécuriser le budget.



Client
HAROPA PORT



Maître d'ouvrage
PORT



Localisation
FRANCE

NOUS CONTACTER



[geovariances.com](https://www.geovariances.com)



binet@geovariances.com



UN ENJEU STRATÉGIQUE

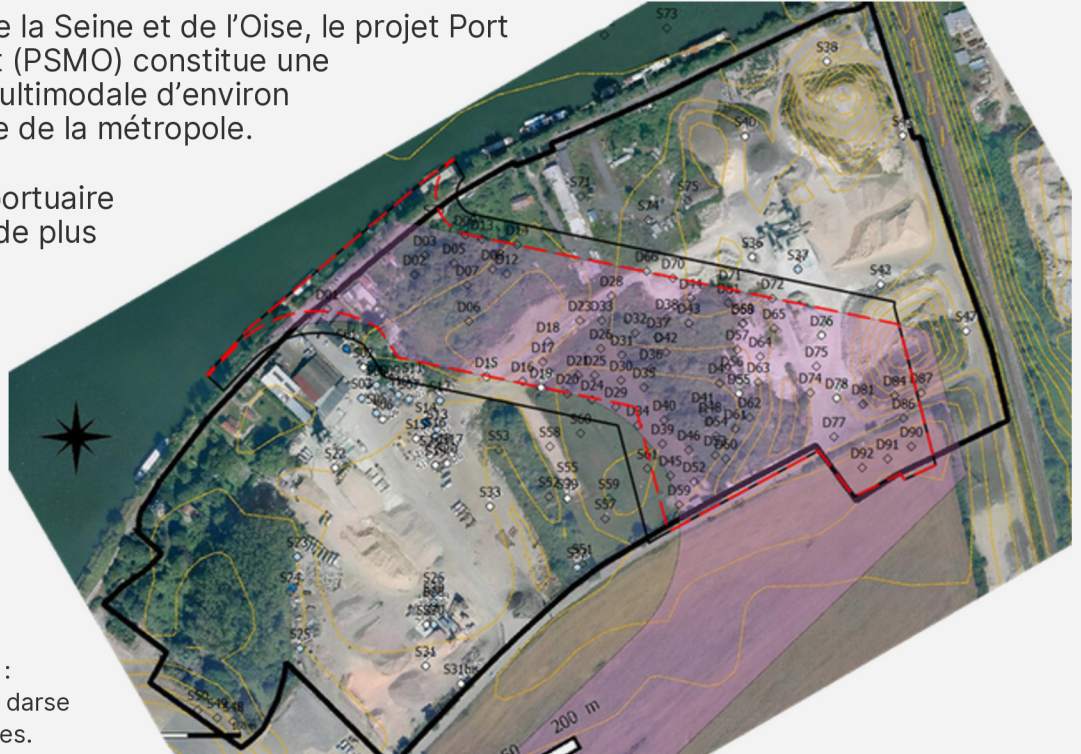
Sécuriser les coûts d'excavation grâce à une gestion géostatistique des risques

Situé à la confluence de la Seine et de l'Oise, le projet Port Seine-Métropole Ouest (PSMO) constitue une plateforme portuaire multimodale d'environ 100 hectares au service de la métropole.

La création du bassin portuaire nécessite l'excavation de plus de **500 000 m³ de sol**.

Compte tenu des volumes en jeu, l'estimation fiable des quantités en fonction des caractéristiques des sols constituait un enjeu financier majeur.

Présentation générale du site : photo aérienne, contour de la darse et emplacements des sondages.



LE DÉFI

Une problématique complexe

La gestion des terres excavées devait intégrer :

- **5 filières potentielles de gestion** (biocentre, ISDND – Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux, comblement de carrière, ISDI+ et ISDI – Installations de Stockage de Déchets Inertes)
- **9 à 10 teneurs en polluants** à analyser
- **Des seuils multiples**, parfois non hiérarchisés
- **Un critère spécifique** basé sur le ratio fraction soluble / sulfates (FS/SO₄)

Certaines filières (ISDI+ et carrière) ne présentent pas d'ordre strict, ce qui complexifie la classification des sols.

Dans ce contexte, une approche déterministe classique ne permettait pas de maîtriser suffisamment l'incertitude sur les volumes et donc sur les coûts.

SOLUTION

Intégrer l'incertitude pour mieux décider

Geovariances a déployé une méthodologie géostatistique complète combinant :

- ✓ Analyse statistique et corrélations entre paramètres
- ✓ Etude de la structure spatiale (variographie)
- ✓ Estimation par krigeage
- ✓ **Simulations conditionnelles** par bandes tournantes afin d'intégrer explicitement l'incertitude

Kartotrak, la solution intégrée dédiée à la caractérisation des sites et sols contaminés, et **Isatis.neo**, le logiciel avancé de géostatistique, deux solutions phares de Geovariances, ont été utilisés dans le cadre de cette étude.



Pour un maître d'ouvrage sur un chantier de terrassement, la classification des terres à excaver par filière de traitement, avant le démarrage des travaux, constitue un enjeu majeur. Sur ce point, la collaboration avec Geovariances nous a permis d'aboutir à des conclusions pertinentes à partir de données de sondages à densité variable. Cette démarche nous a permis de mieux connaître notre sous-sol, sans nécessiter de nouveaux sondages.

— Erwan Le Priol
Responsable d'opérations, Mission PSMO - HAROPA PORT


”

LES RÉSULTATS


L'approche probabiliste avec la mise en œuvre des simulations géostatistiques a permis :




La production de cartographies décisionnelles adaptées à la maille d'excavation



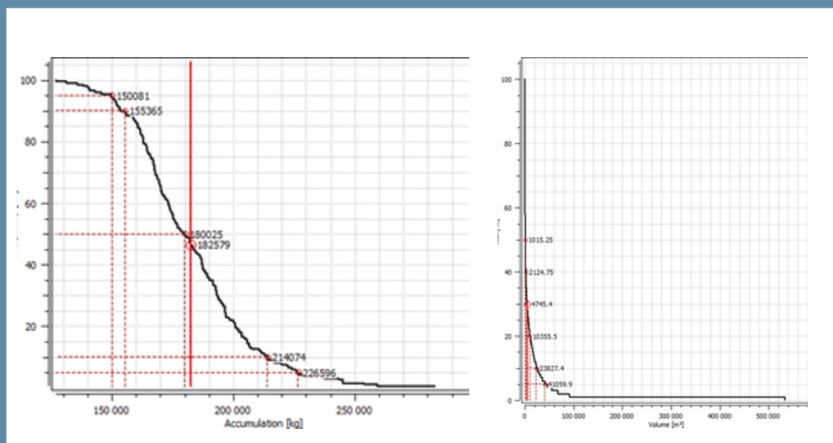
Le calcul des probabilités de dépassement de seuil



L'estimation robuste des volumes et masses par filière



L'évaluation du risque avec un critère fixé à 30% max de probabilité de dépassement par seuil et par filière

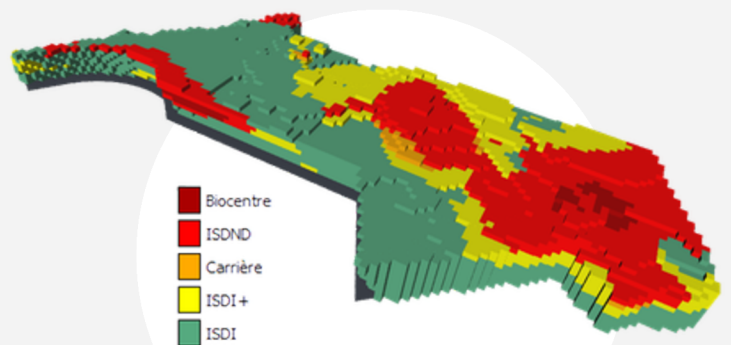


A gauche : exemple de courbe de répartition de la masse de polluant, ici, des hydrocarbures totaux C10-C40 en place. Moyenne = 183 t.
A droite : volumes de terre dont la teneur en C10-C40 dépasse 2000 mg/kg, en fonction du risque de dépassement. Avec un risque de 30%, le volume de terre estimé est de 4745 m3.

On entend par **risque** le risque maximal de laisser partir des terres impactées dans la filière *inférieure* : en envoyant les volumes correspondants dans la filière *supérieure*, on peut alors assurer que les terres envoyées dans la filière *précédente* auront au maximum un risque de x % de dépasser les seuils de la filière.



Probabilité de dépassement du seuil de 2000 mg/kg en C10-C40 (seules les mailles avec un risque supérieur ou égal à 30% sont représentées)



Répartition des terres entre les différentes filières sur l'ensemble du site.

COMPARAISON AVEC UNE APPROCHE CLASSIQUE

Afin d'éclairer la décision, les résultats ont été comparés à une approche plus traditionnelle utilisée lors d'études antérieures : le calcul des volumes par filière à partir du quantile 75 % (Q75) des simulations, plutôt qu'à partir d'un niveau de risque explicite fixé à 30 %.

● Quelle différence ?

— Approche probabiliste (30 % de risque)

Les volumes orientés vers une filière supérieure garantissent que les terres restantes présentent au plus 30 % de risque de dépasser les seuils.

— Approche Q75

Une valeur prudente est retenue pour chaque paramètre. L'approche est conservatrice, mais sans lien direct et explicite avec un niveau de risque défini.

● Que montrent les résultats ?

Les cartographies obtenues sont très proches : les grandes zones affectées aux différentes filières demeurent similaires, ce qui confirme **la robustesse globale du modèle**.

En revanche, l'approche Q75 conduit à des **volumes légèrement plus élevés dans les filières les plus contraignantes**, car elle est plus sécuritaire. Elle constitue donc une analyse de sensibilité intéressante.



LES BÉNÉFICES POUR LA MAÎTRISE D'OUVRAGE

L'approche à 30 % présente un avantage décisif pour la maîtrise d'ouvrage : elle relie directement les volumes estimés à un niveau de risque clairement défini et maîtrisé.

La décision repose ainsi sur un arbitrage explicite entre niveau de sécurité et impact budgétaire.

Les avantages :

- Une vision claire et chiffrée des volumes par filière
- Une meilleure anticipation des coûts de traitement
- Une réduction du risque de dérive budgétaire
- Une prise de décision éclairée, basée sur des scénarios probabilistes

En intégrant explicitement l'incertitude, la méthodologie permet de sécuriser le budget d'une phase clé du projet.

Un outil d'aide à la décision stratégique

Au-delà de la cartographie de la qualité des sols, cette démarche illustre comment la géostatistique devient un levier de pilotage financier et opérationnel pour les grands projets d'infrastructure.