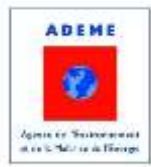


Cession de site entre deux industriels avec maintien de l'activité

Florine Garcia¹, Christian Cornet²,
Michel H. Garcia¹, Jean-Baptiste Mathieu¹, Julien Dumont³

¹KIDOVA, ²CETIM, ³SERPOL



JT Géostatistique appliquée aux sites pollués – Paris – 23 janvier 2019



Cession de site avec maintien de l'activité ; comment gérer le passif environnemental ?

- Une activité industrielle depuis les années 80
- Un impact en chrome VI dans les sols et la nappe identifié ~2010
- Une activité industrielle soutenue ne permettant pas l'accès aux zones sources / ateliers
 - Contraintes investigations
 - Contraintes travaux

L'état 0 dans le cadre de la transaction ; une utopie ?

- Des attentes diverses de la part de l'exploitant, du propriétaire, de l'acquéreur
 - ... En particulier une acquisition subordonnée à l'absence de pollution
- Les travaux de dépollution ne sont pas et ne seront pas terminés au moment de la vente
 - Nécessaire consensus

Avec une première demande de couverture de la pollution avec 99% de fiabilité, révisée à 90%, et une obligation de résultat ...

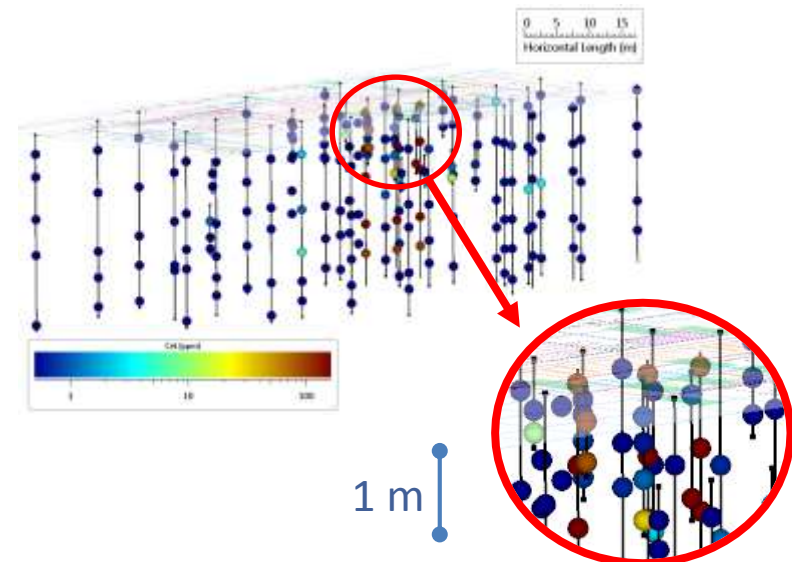
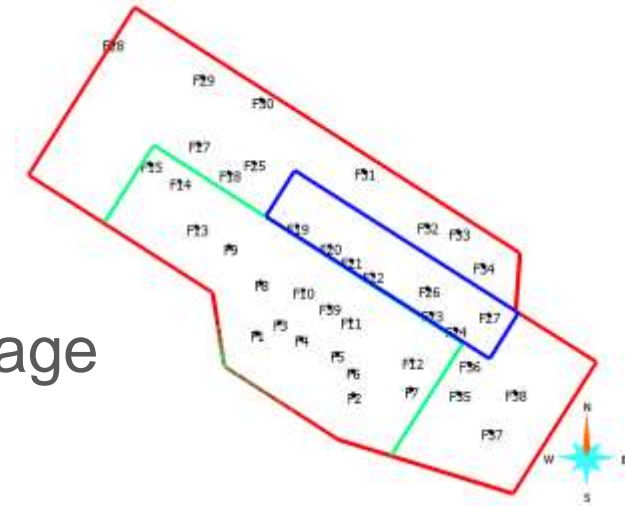
En réponse aux attentes : fournir un état 0 fiable et l'incertitude associée

- Optimiser les moyens (nombre et localisation des sondages, prélèvements, ...) malgré les contraintes d'accès
- Et surtout une interprétation géostatistique permettant de déduire les informations « manquantes »
 - Analyse critique des résultats
 - Estimation du stock
 - Contours de l'anomalie

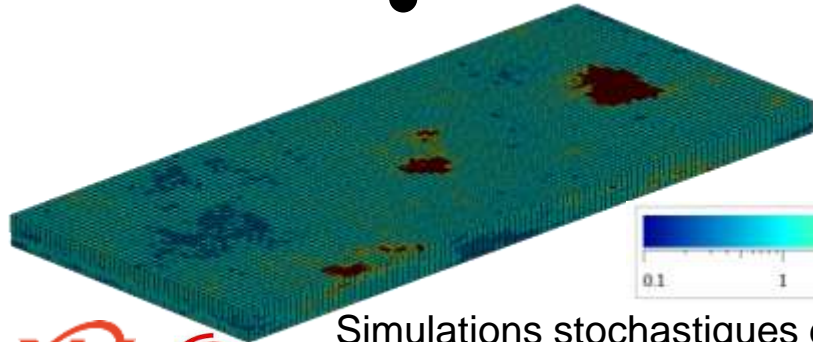
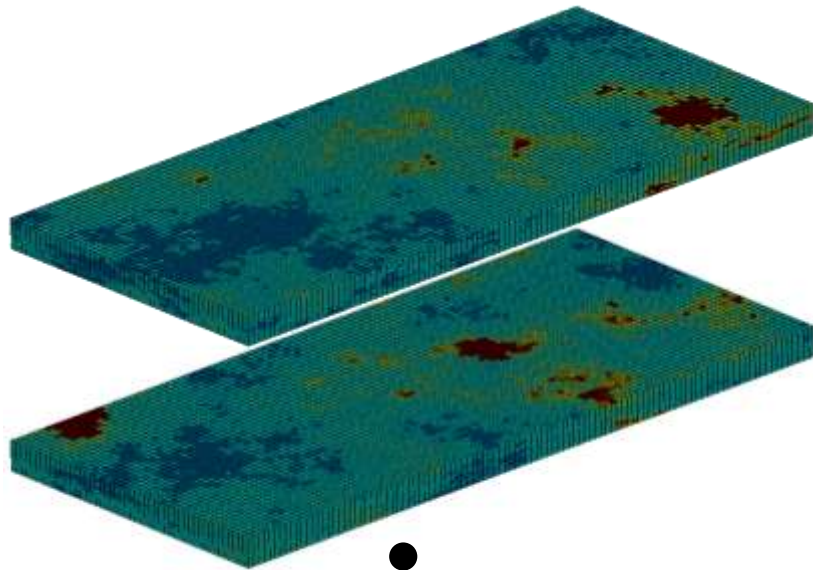
Avec un vocabulaire partagé et des visuels (masse, contour, coût, incertitude, ...)

Présentation du cas d'étude

- Surface < 1 ha
- 2 ateliers de production, 1 zone de stockage
- Polluant : Chrome VI
- Accès « difficile »
- 38 sondages (1 à 6 m)
- Zone non saturée : 4,5 m



Approche géostatistique

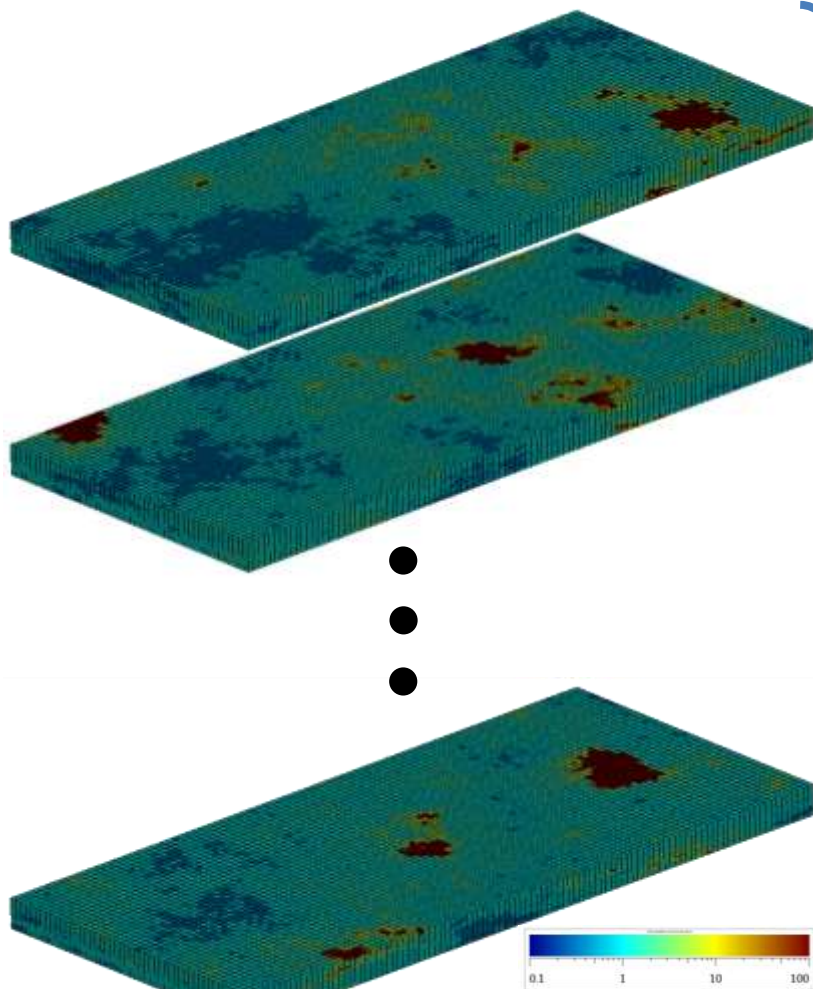


Utilisation de simulations séquentielles gaussiennes

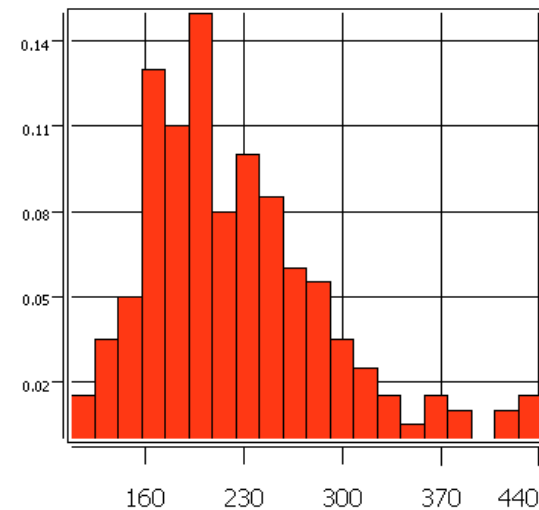
=> Génération d'images 3D réalistes des teneurs

Simulations stochastiques des teneurs

Utilisation des résultats des simulations

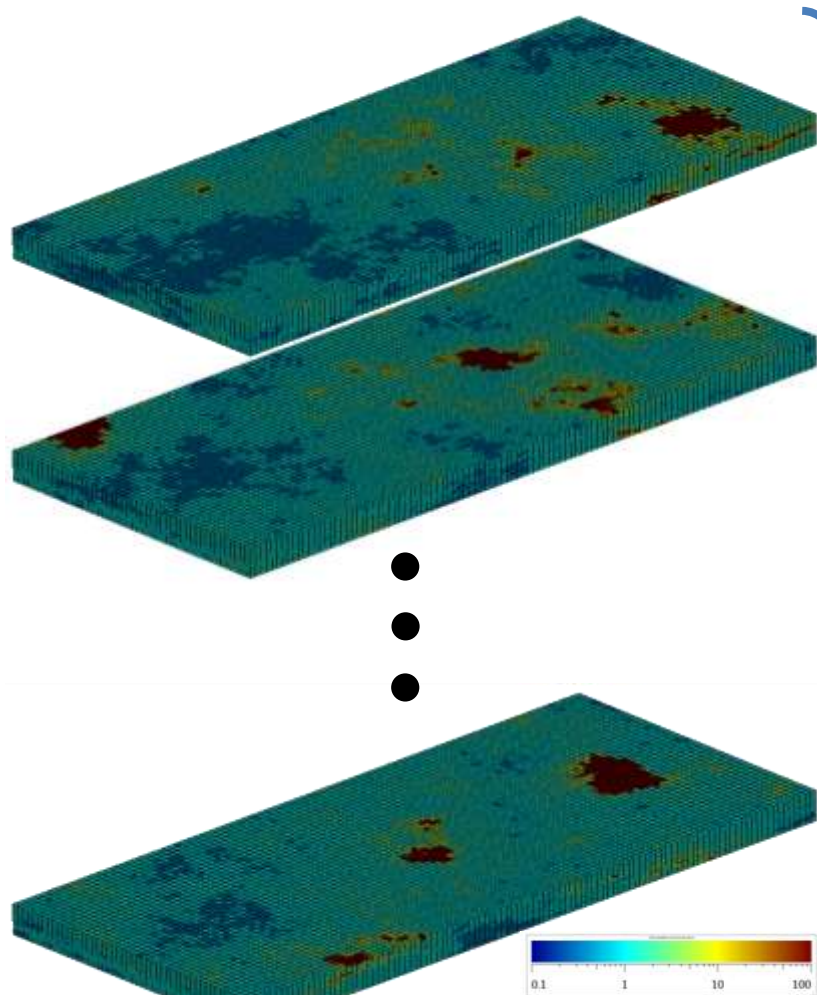


Estimation des masses de polluant en place



200 simulations stochastiques des teneurs

Utilisation des résultats des simulations

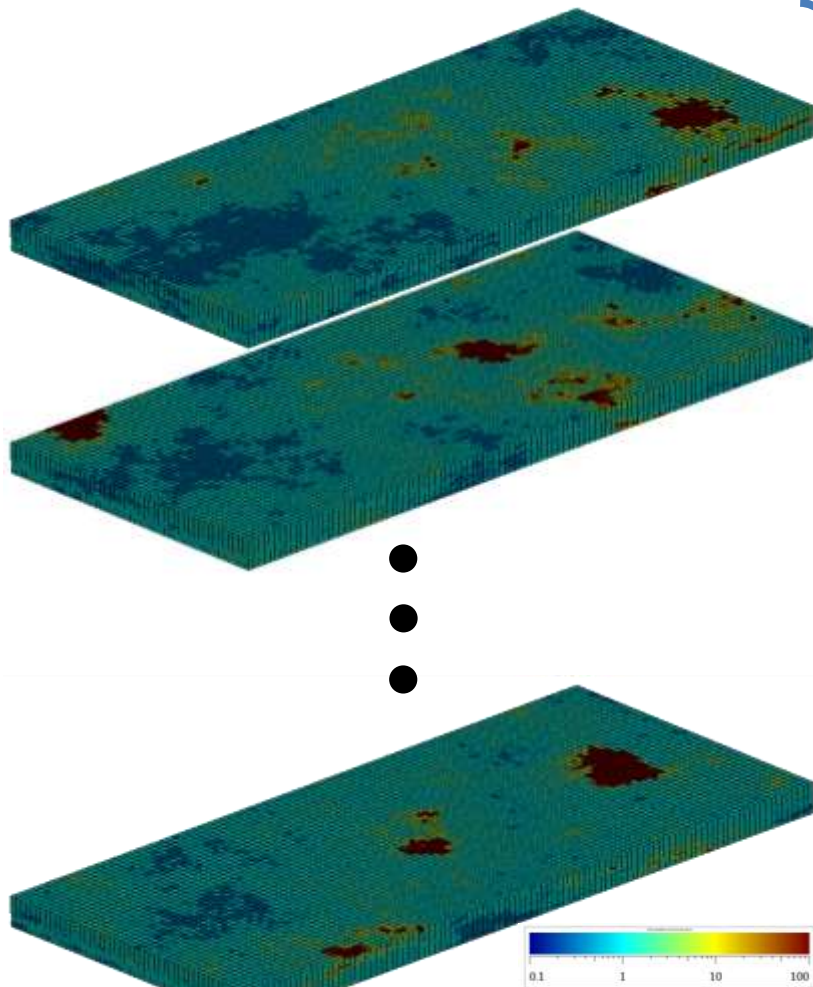


200 simulations stochastiques
des teneurs

Délimitation des sols pollués à partir des probabilités de dépassement d'un seuil critique



Utilisation des résultats des simulations

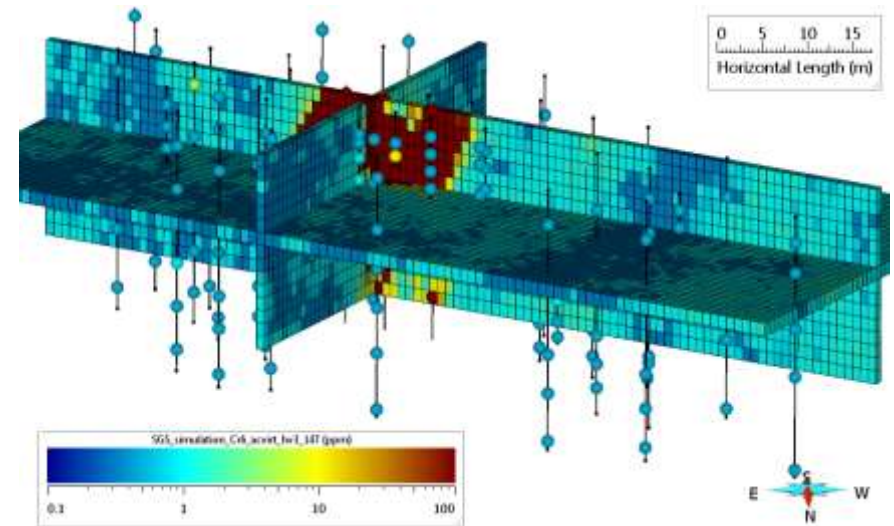
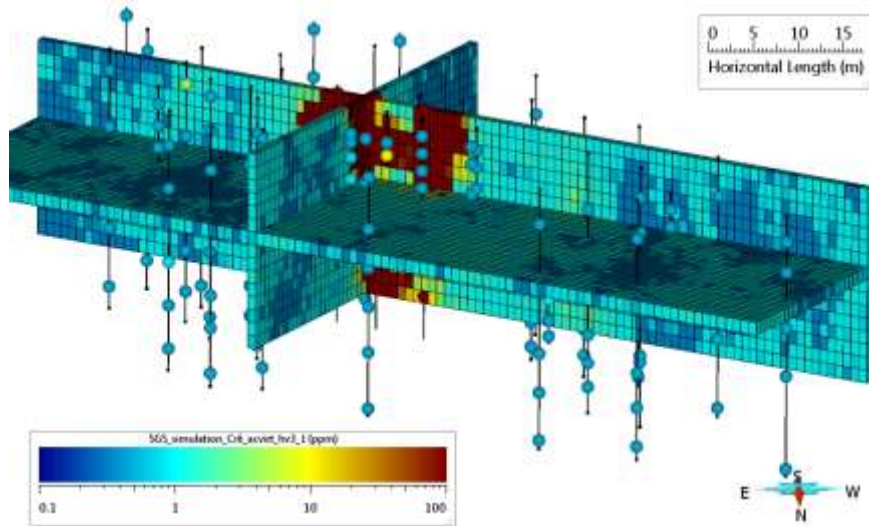


200 simulations stochastiques des teneurs

Evaluation de l'extension latérale des sources de pollution en utilisant une classification des sols basée sur la probabilité que les masses cumulées verticalement > seuil critique

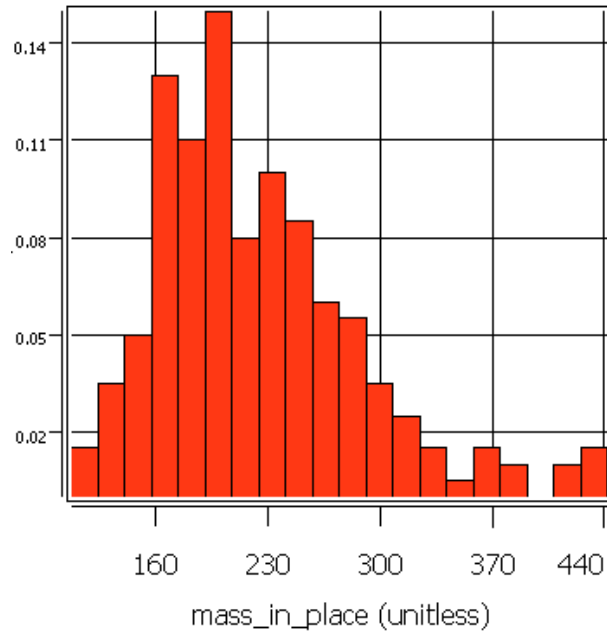


Simulations des teneurs



- 200 simulations stochastiques
- Images 3D équiprobables et réalistes des teneurs en Cr6
- Variabilité locale d'une image à une autre = incertitude locale

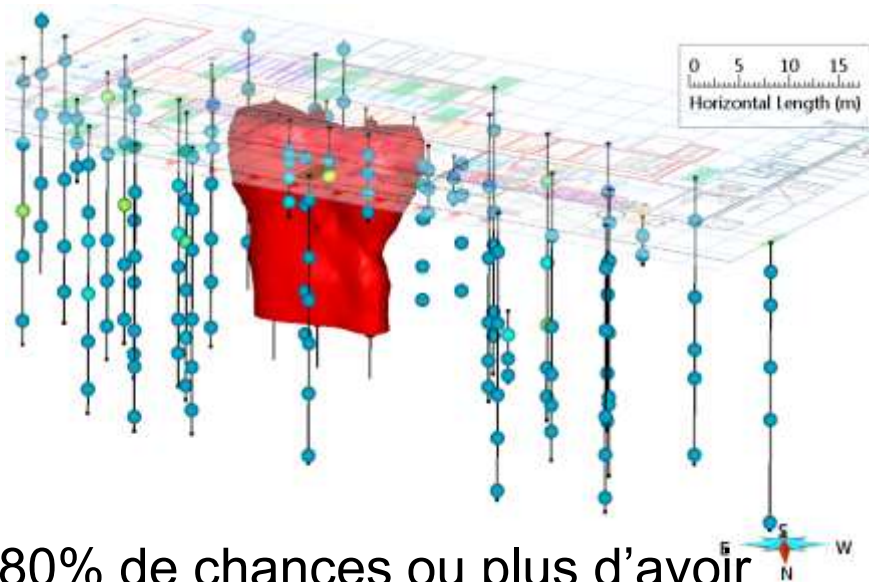
Masses des polluants en place



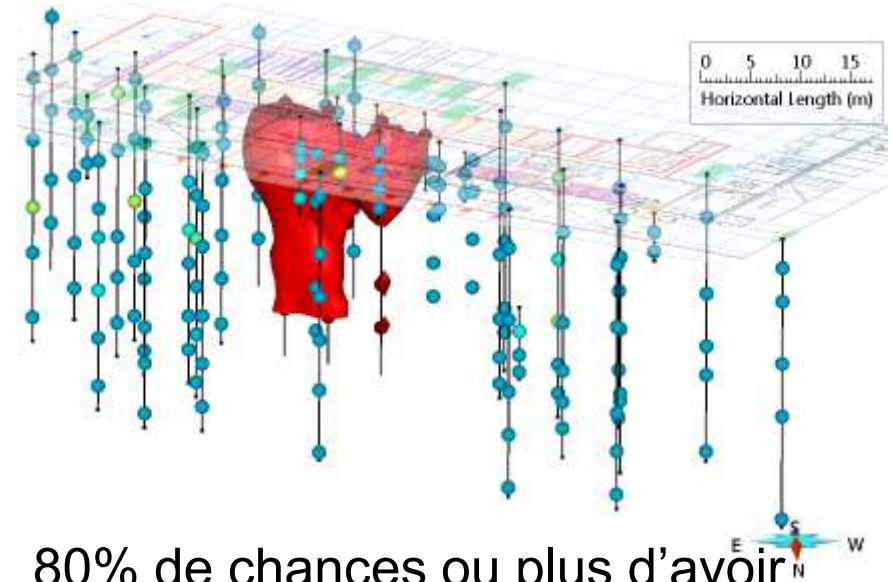
- A partir des 200 simulations
- Histogramme des masses en place
- Volume de sols pollués contenant 80% des masses en place

Chrome VI	Moy	σ	Min	Q02.5	Q05	Q10	Q20	Q25	Q30	Q40	Q50	Q60	Q70	Q75	Q80	Q90	Q95	Q97.5	Max
Masse en place (kg)	224	64	108	135	140	156	171	178	187	196	210	228	247	256	270	305	349	390	442
Volume de sols pollués (m ³)	252	70	129	154	161	177	193	202	211	223	237	256	278	289	303	341	388	434	493

Visualisation 3D des teneurs



80% de chances ou plus d'avoir des teneurs en Cr6 > 2 ppm

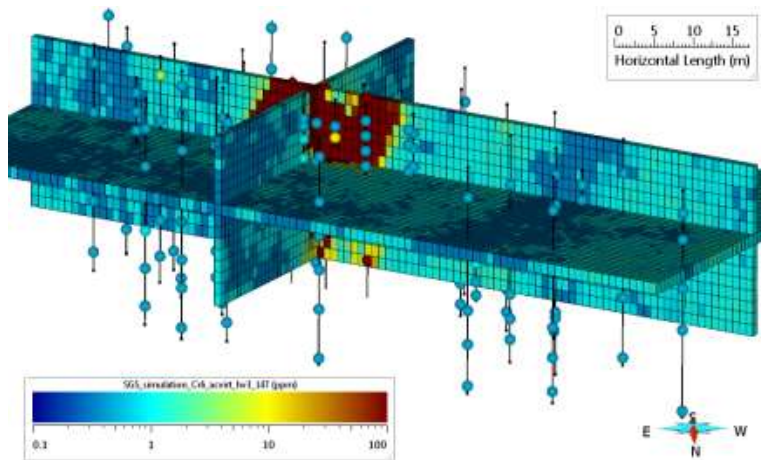
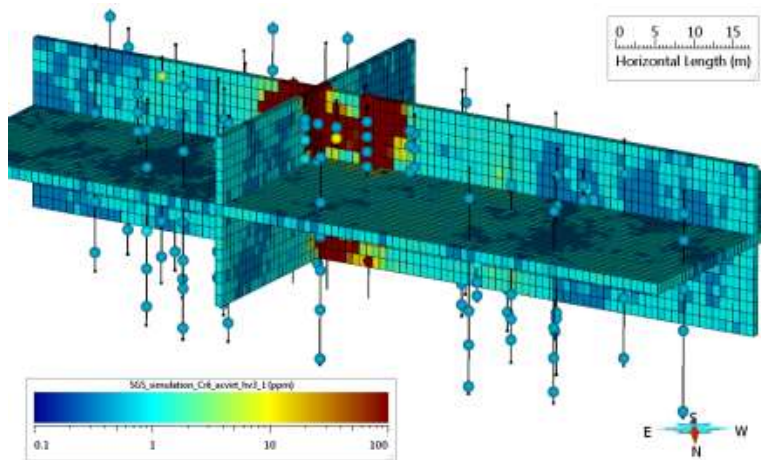


80% de chances ou plus d'avoir des teneurs en Cr6 > 5 ppm

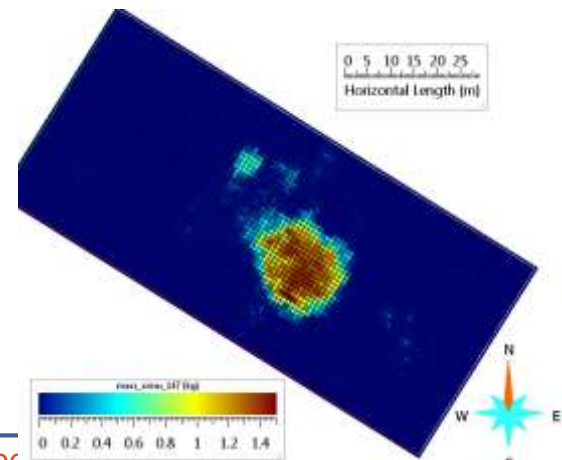
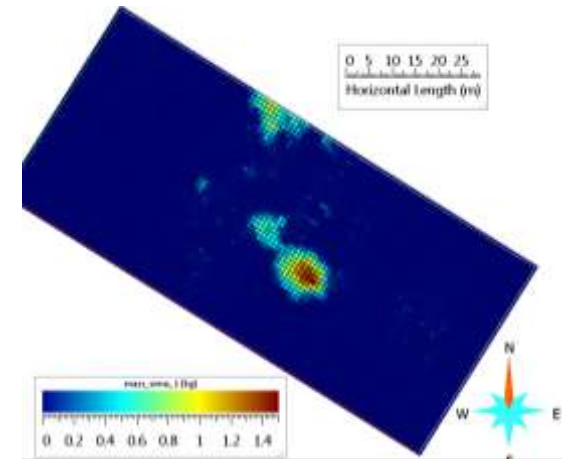
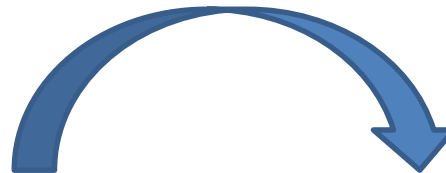
- Identification & compréhension de l'extension des sols pollués
- Prise en compte de l'incertitude spatiale

Calcul des masses cumulées en Cr6

Réalisations 3D des teneurs simulées

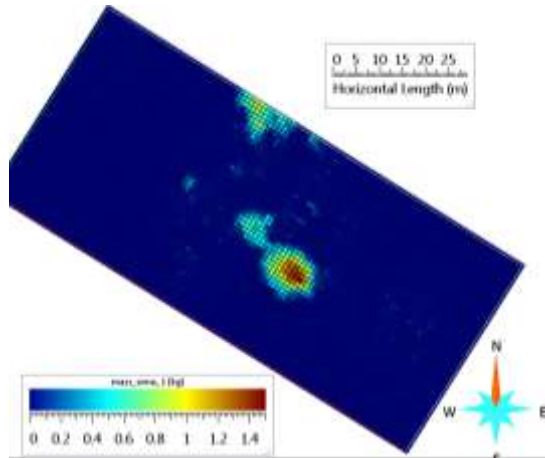


Réalisations 2D des masses cumulées verticalement

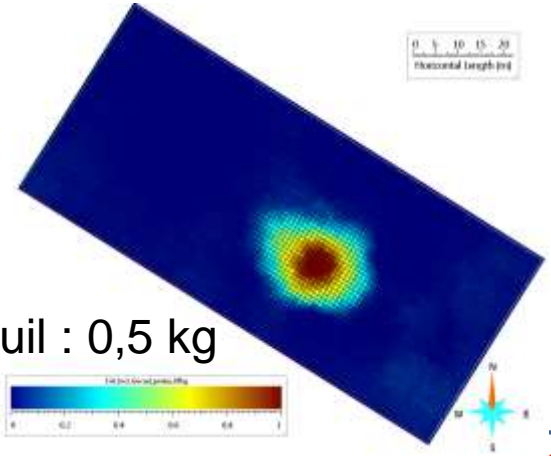
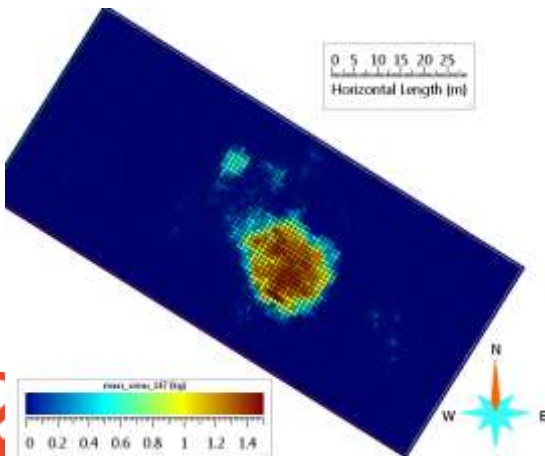
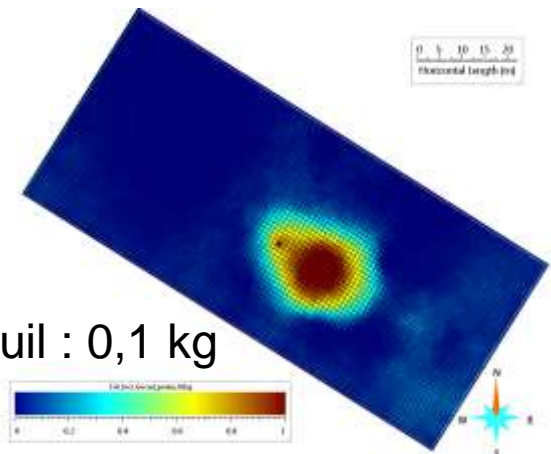
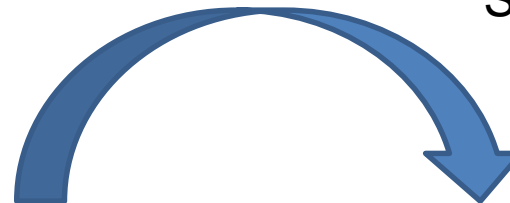


Calcul des probabilités de dépassement

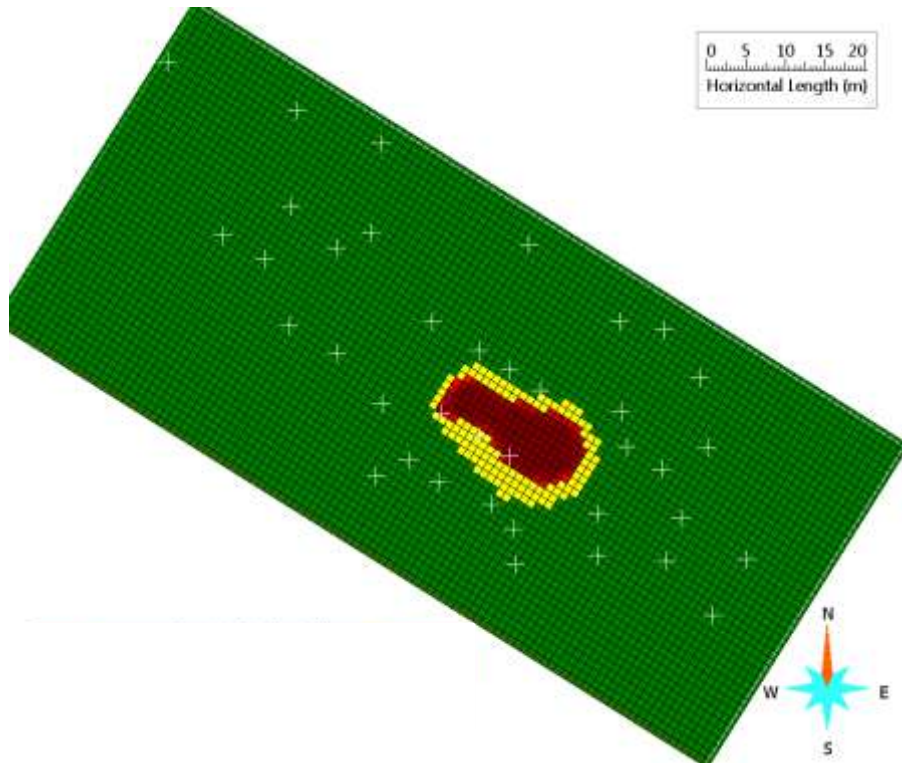
Réalisations 2D des masses cumulée verticalement



Cartes de probabilité pour différents seuils



Classification des sols dérivée de la carte de probabilité



- Zones où les sources de pollution ont de grandes chances d'être trouvées
- Zones incertaines
 - Continuer les investigations ?
 - Les inclure dans les sources de pollution ?

Localisation de sources de pollution ($P > 0,8$)
Sols sains ($P < 0,1$)
Sols incertains

Aide à la compréhension

- L'interprétation géostatistique a permis un consensus rapide et une appropriation par les juristes et financiers, grâce à
 - Approche rationnelle
 - Restitution visuelle 2D, 3D
 - Estimation des masses et volumes → coûts
 - Calcul d'incertitude
- La base de donnée, constituée par les mesures, a évolué pendant les investigations
 - Associer la géostatistique dès le plan d'échantillonnage, puis lors des investigations

... mais également après les investigations

Adaptabilité de la démarche

- Prise en compte de scénarios avec sondages virtuels pour compléter les données sur les sources et l'activité industrielle
 - Contours des anomalies plus cohérents
 - Incertitudes réduites (contours et stocks)
- Adaptation possible à la densité d'information et à la taille réduite de la zone d'étude
- Évaluation de l'efficacité des travaux de dépollution déjà réalisés

Aide à la décision

- Capacité à répondre à des enjeux industriels et définir un état 0 (contours et stock)
 - 1) Préciser les responsabilités et permettre la transaction
 - 2) Disposer des données d'entrée nécessaires au dimensionnement des travaux ultérieurs de démantèlement et de dépollution

Merci de votre attention