

LA CARACTÉRISATION DE CONTAMINATIONS RADIOLOGIQUES DE SITES - MÉTHODOLOGIE ET ENJEUX -

Nicolas Jeannée, Yvon Desnoyers (Geovariances)

Didier Dubot (CEA)



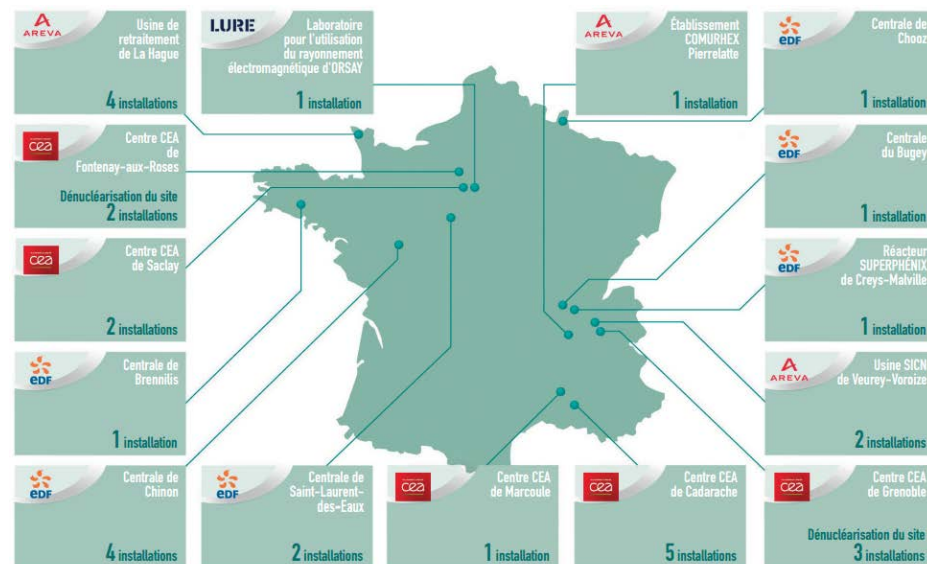
Geovariances
Where no one has gone before



Contexte & Objectifs

- Démantèlement des installations nucléaires (2013)

- Situation française (2013)
 - 30 installations en cours
 - 20 installations déjà déclassées (laboratoires de recherche, réacteurs expérimentaux...)
- Dans le monde (pour les 30 prochaines années)
 - Marché de 350 milliards d'€
 - 440 centrales nucléaires



- Objectif

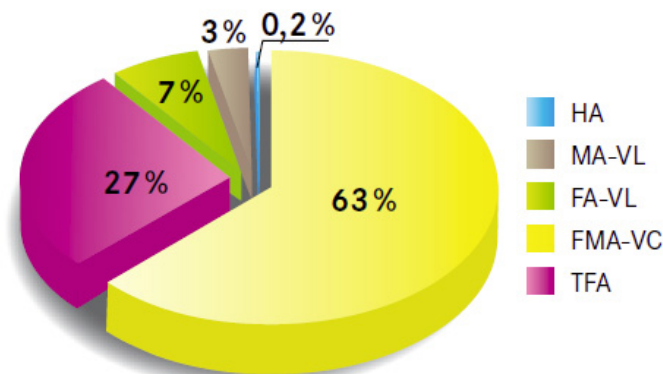
- Méthodologie pour la caractérisation de contaminations radiologiques
- Importance du traitement de données (géostatistique)
- Similarités / Différences avec le chimique... et pollutions mixtes !

Démantèlement des installations nucléaires

- A l'issue du démantèlement, la problématique des déchets (ANDRA 2010)

PÉRIODE				
	Vie très courte (Période < 100 jours)	Vie courte (Période ≤ 31 ans)	Vie longue (Période > 31 ans)	
ACTIVITÉ	Très faible activité (TFA)	Gest d'éc radioa sur le site de production puis évacuation dans les filières conventionnelles	Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage - Cires)	
	Faible activité (FA)		Stockage de surface	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
	Moyenne activité (MA)			
	Haute activité (HA)		Stockage réversible profond (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)	

Coût !!

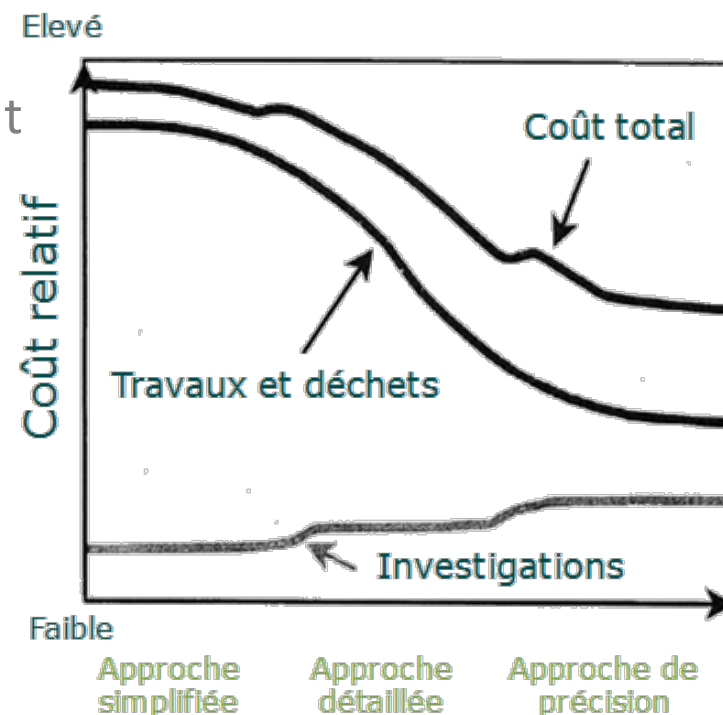


En volume

Caractérisation de l'état radiologique initial

- Phase cruciale pour le bon déroulement des projets d'assainissement / démantèlement

- Inventaire radiologique
- Choix des techniques d'assainissement
- Planification, dimensionnement et coût des travaux !

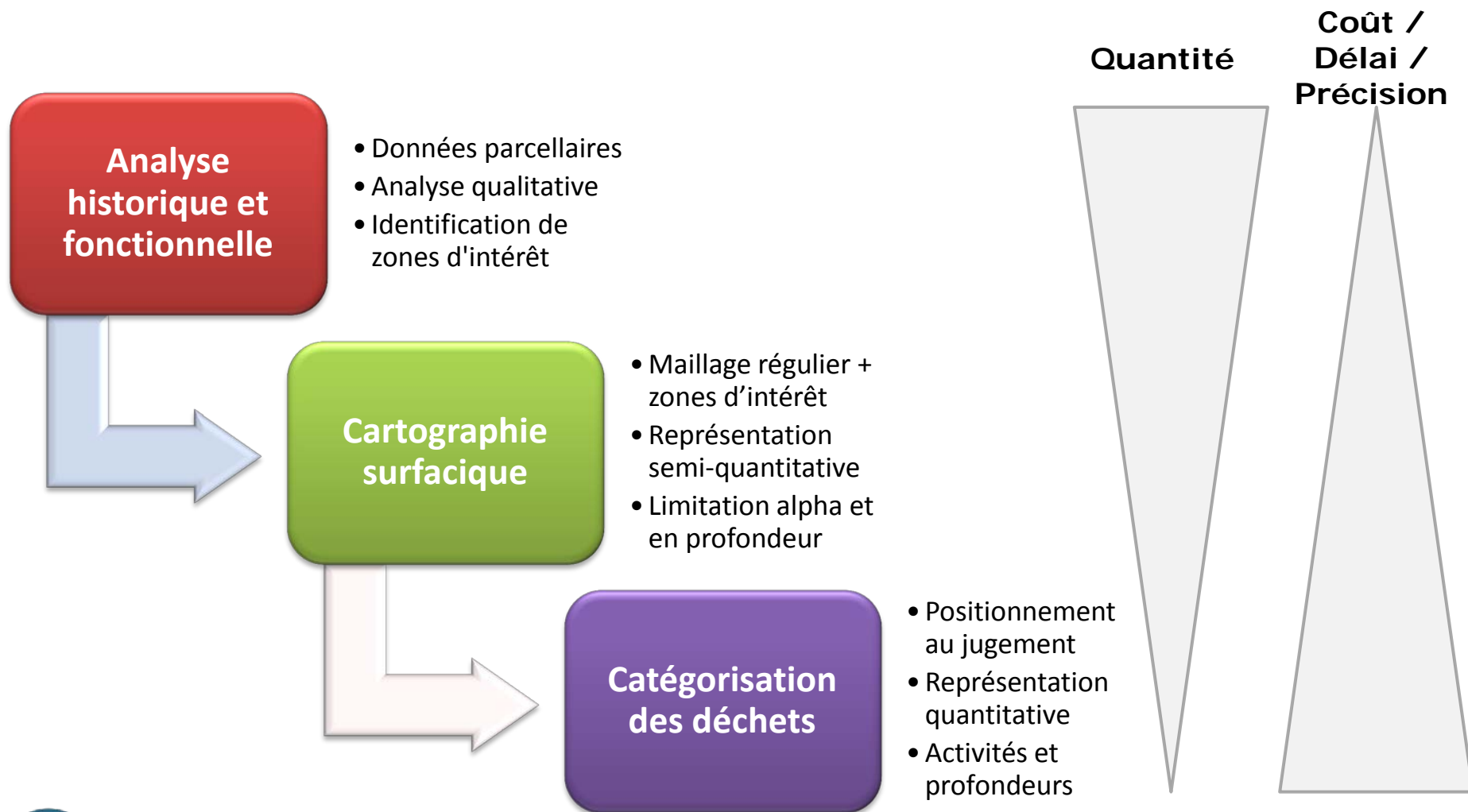


“Segregation and **characterization of contaminated materials** are the key elements of **waste minimization**”

(Methods for the Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities, IAEA)

Caractérisation de l'état radiologique initial

- Méthodologie



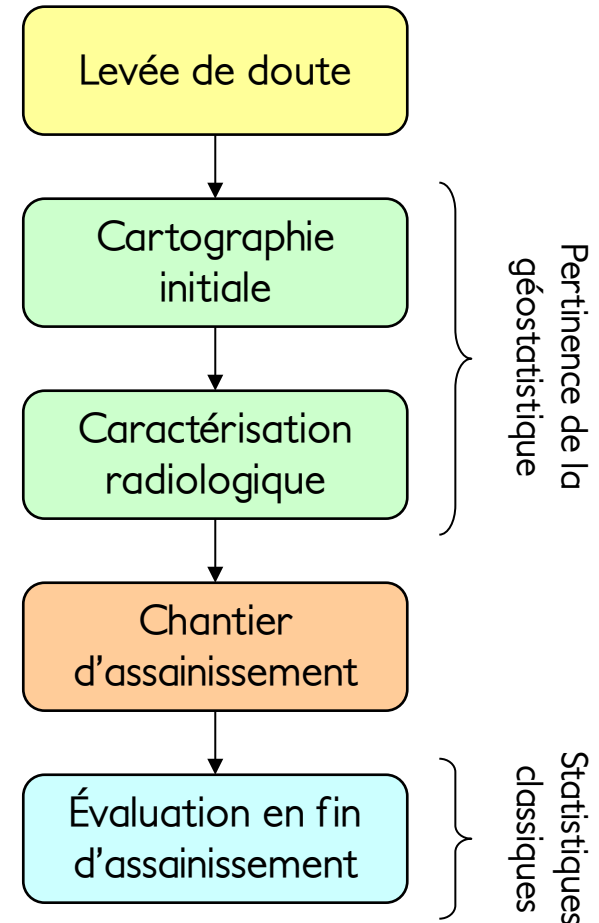
Géostatistique et évaluation radiologique

- Apports de la méthodologie géostatistique

- Valorisation des données
- Intégration de la variabilité spatiale de la contamination
- Quantification des incertitudes
- Optimisation des coûts d'investigation

→ Après >10 ans de caractérisations, un outil reconnu pour sa **profitabilité** lors de la gestion d'un chantier d'assainissement

Méthodologie d'évaluation radiologique des sols contaminés (approche CEA)



Développements méthodologiques

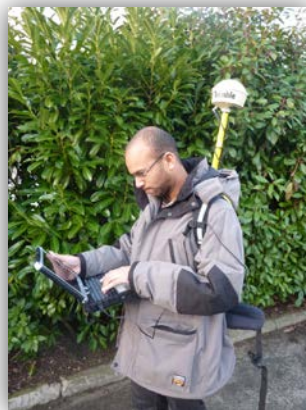
- Méthodologie de caractérisation (CEA Fontenay-aux-Roses)
- Moyens mobiles d'investigation (Lamas, Vegas)
- Logiciel Kartotrak
 - Commercialisé depuis 2011 (partenariat CEA-Geovariances)
 - SIG intégré, connectique GPS et voies de mesure
 - Traitement optimisé pour la caractérisation de contaminations chimiques et/ou radiologiques



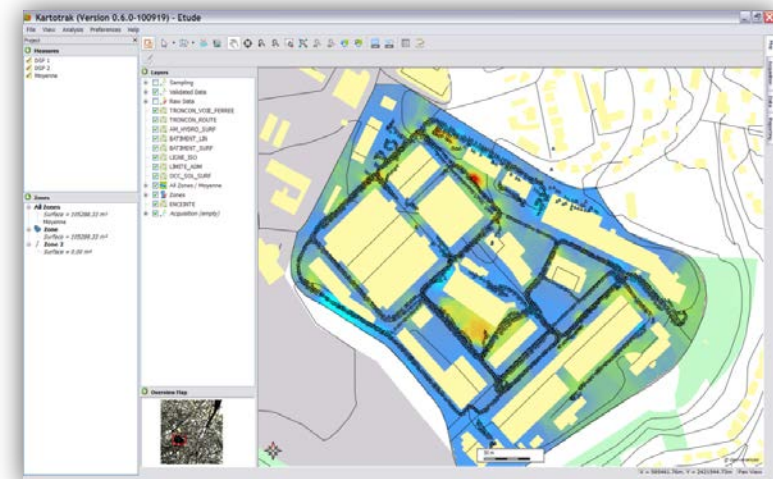
 **kartotrak**



Véhicule VEGAS

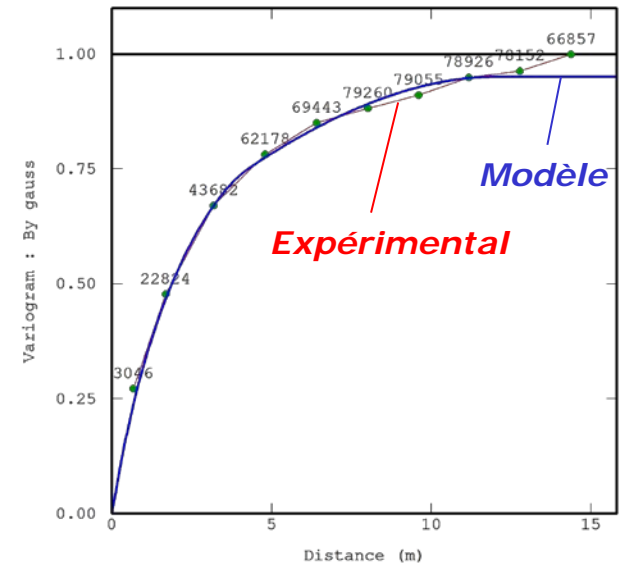
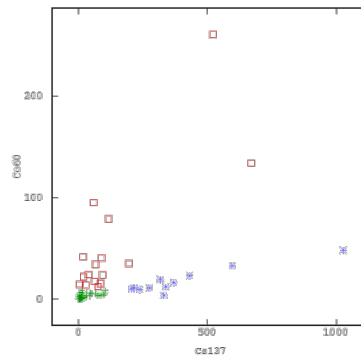
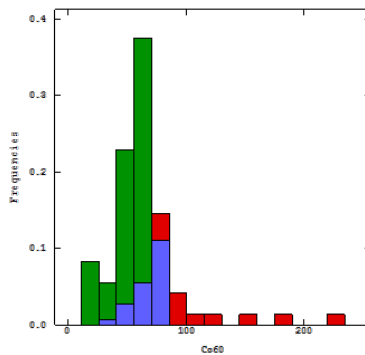
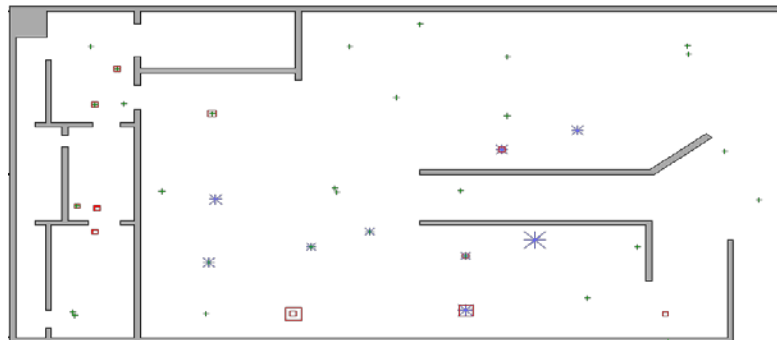


Kit piéton



Géostatistique : analyse exploratoire

- Contrôle qualité des données
 - Validation de la base de données (erreurs, campagnes différentes...)
 - Distribution statistique (histogramme)
 - Liens entre variables (nuage de corrélation)
- Outil fondamental de la géostatistique : le variogramme
 - Caractérisation de la variabilité entre deux points
 - en moyenne, l'écart entre deux mesures proches est petit
 - en moyenne, l'écart entre deux mesures éloignées est grand

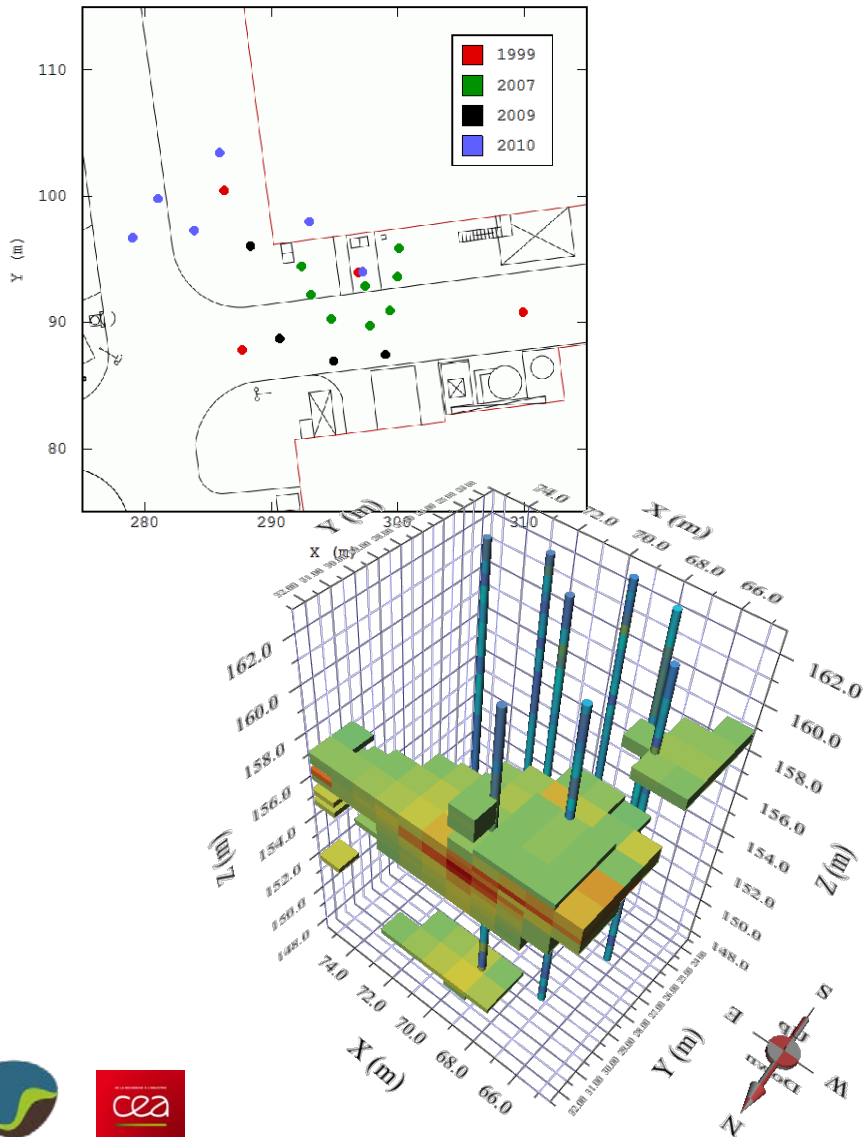


Géostatistique : cartographie & risques

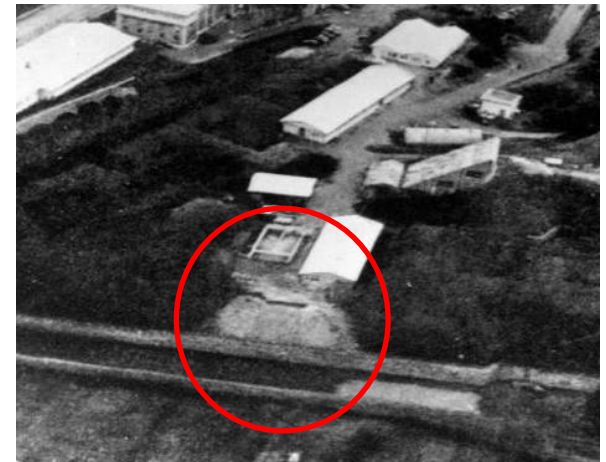
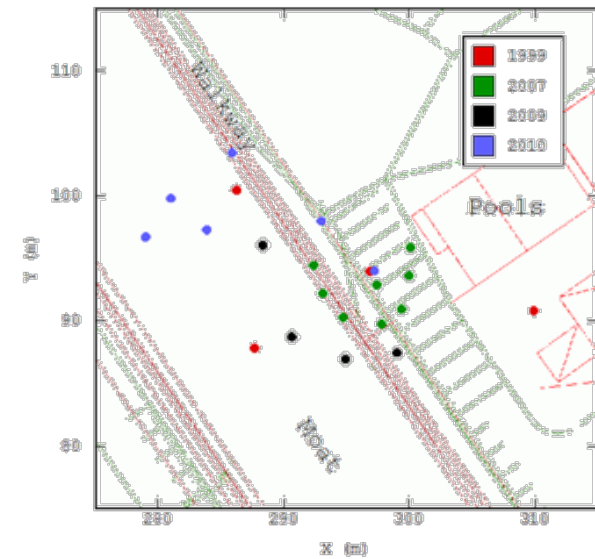
- Interpolation et incertitudes (krigeage)
 - Sur la base du variogramme, **cartographie** de la pollution
 - Quantification de l'**incertitude** associée à l'estimation
- Analyse de risque (simulations)
 - Cartographies du risque local de dépassement de seuils pour établir la **classification des déchets**
 - Estimation globale de grandeurs caractéristiques : surface / volume dépassant un seuil, terme source...

Cas d'application : Contamination historique

Vision 2010



Mise en contexte



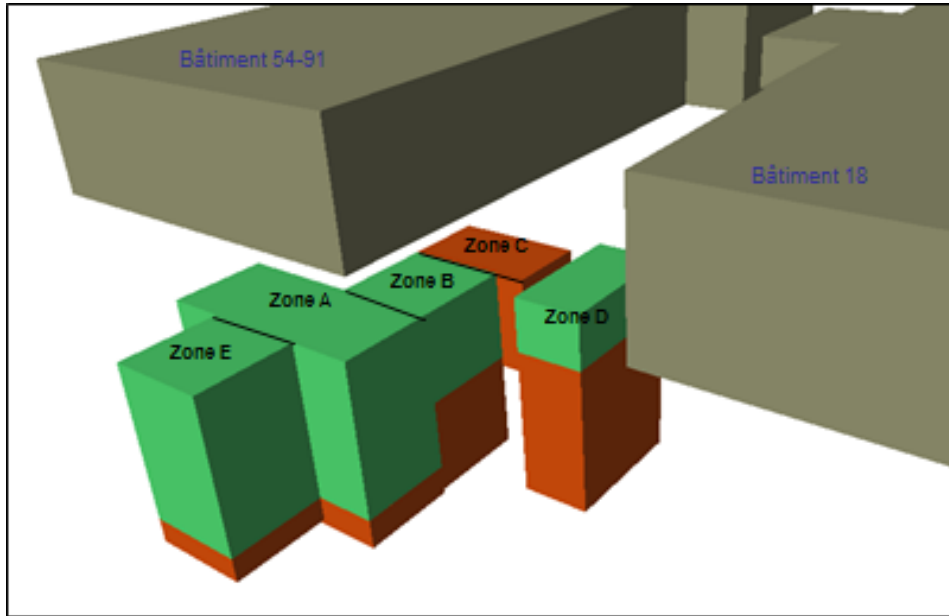
Cas d'application : Contamination historique



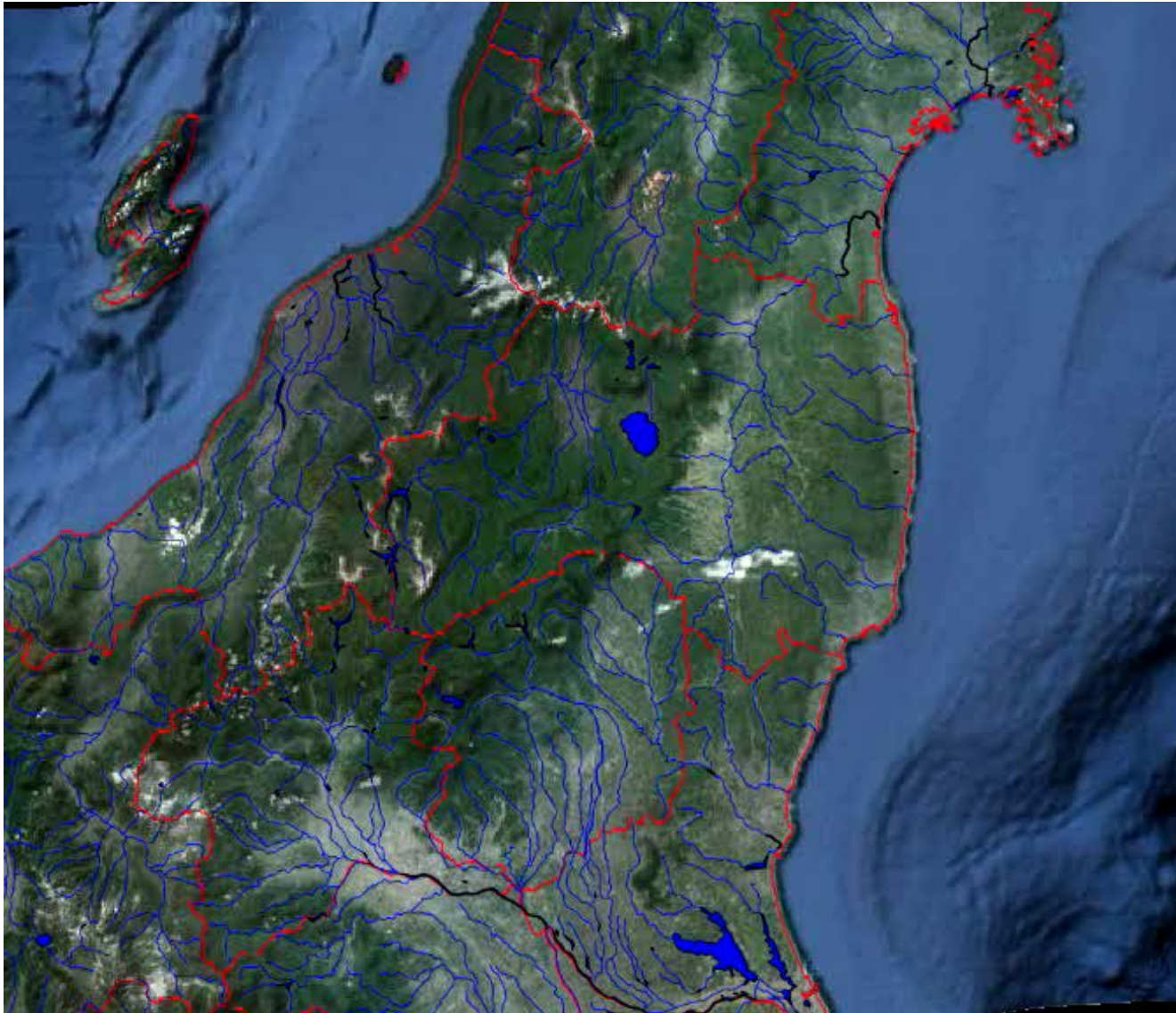
Cas d'application : Contamination historique

Seule la **compréhension** de la mise en place de la contamination a rendu possible le lancement de l'assainissement !!

- 2000 m³ de **conventionnels**
- 2000 m³ de **déchets TFA**

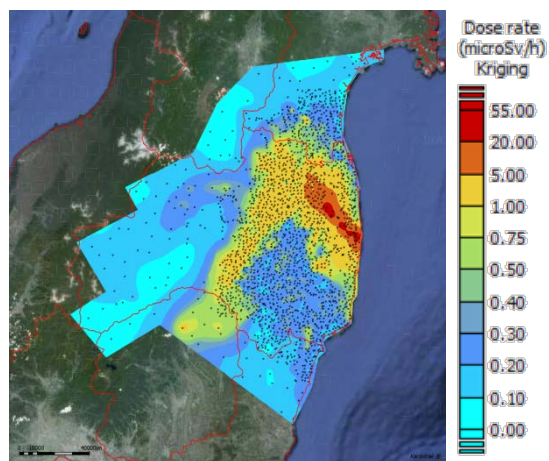


Cas d'application : Fukushima

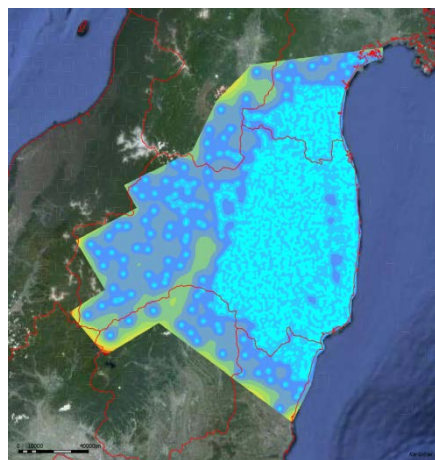


Cas d'application : Fukushima

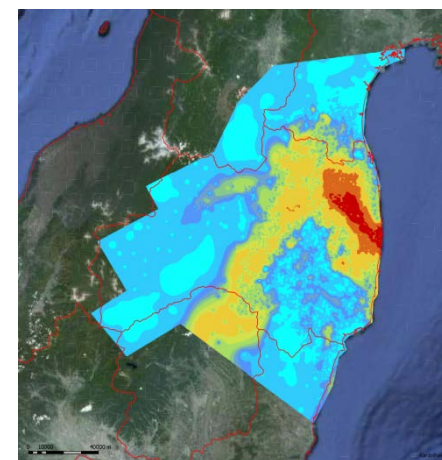
Krigage



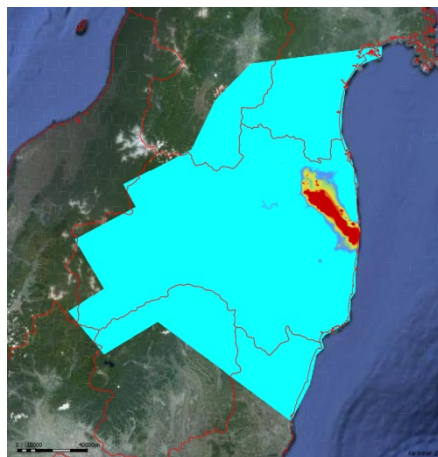
Variance de l'erreur



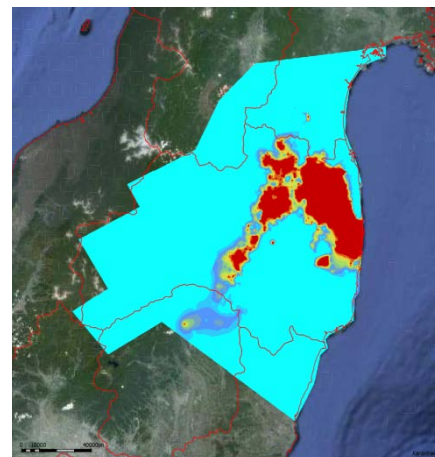
Intervalle de confiance



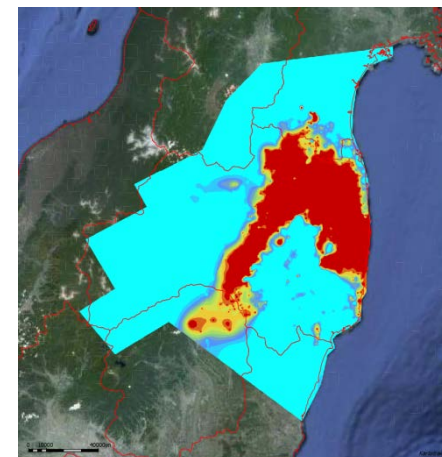
Probabilité $> 5 \mu\text{Sv/h}$



$> 1 \mu\text{Sv/h}$



$> 0.5 \mu\text{Sv/h}$



Conclusion et perspectives

- Une méthodologie
 - Développée pour répondre à un besoin opérationnel
 - Robuste et éprouvée sur + de 250 sites
- Caractéristiques de l'approche
 - Importance cruciale de la **caractérisation initiale** !
 - Trois étapes
 - Analyse historique
 - Mesures surfaciques
 - Echantillons
 - Valorisation géostatistique des données
 - Contrôle Qualité des données
 - Compréhension de la pollution en place
 - Catégorisation des déchets
 - Evaluation des incertitudes associées
- Plusieurs groupes de travail et projets de normalisation en cours : CETAMA, OCDE, AIEA...

Merci de votre attention !

