

# Géogène ou non géogène ? Cas du chrome et du nickel dans les sols à Genève

1ères journées d'échanges franco-suisses  
Sur la gestion des sites pollués  
14-15 juin 2012  
Genève

Guillaume Cervera – Géotechnique appliquée Dériaz SA

## PLAN DE LA PRESENTATION

- Cadre de l'étude, problème posé, objectifs
- OTD et concentrations limites « U »
- Genève: contexte général et géologie
- Étude des teneurs en ML du sous-sol genevois
- Contexte Suisse: géologie et teneurs en métaux lourds
- Valeurs de dérogation proposées pour Genève (Cr et Ni)
- Autres aspects de l'étude
- Conclusion et commentaires

# Cadre de l'étude

- A Genève, fréquents dépassements des teneurs limites pour matériaux non pollués dans le sous-sol (métaux lourds: chrome et nickel).
- Suspicion de teneurs géogènes mais manque de données de référence.
- Vers quel type de décharge évacuer les matériaux ou comment les revaloriser ?
  
- Problème posé (souci des autorités): les volumes disponibles en décharge DCMI ont spectaculairement diminué ces dernières années à GE. Priorité: ne pas les gaspiller en y amenant des terrains non pollués.
- Problème parallèle (souci des MO): pourquoi payer des taxes élevées de décharge pour des terrains non pollués ? Mais c'est le détenteur qui doit prouver que les dépassements sont liés à des raisons géogènes.
  
- Mandat attribué par le canton de Genève (GESDEC)
- Objectif: clarification de la situation + proposition de valeurs de dérogation tenant compte de la réalité géologique à Genève

# OTD et concentrations limites « U »

- Ordonnance fédérale sur le traitement des déchets (OTD - 1990)
  - Matériaux d'excavation = déchets de chantier
  - Application par les cantons (à Genève: GESDEC – Service de géologie, sols et déchets)
  - Les matériaux d'excavation sont considérés comme non pollués si les substances qu'ils contiennent ne dépassent aucune des valeurs limites de l'annexe 3 **ou qu'un dépassement de celles-ci n'est pas dû à une activité humaine** (art. 7 , al. 3)
- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation (1999)
  - Fixe des exigences de qualité pour décider si des matériaux d'excavation peuvent être valorisés (avec ou sans restrictions):
    - ❖ Valeurs indicatives « U » pour matériaux non pollués (= valeurs limites annexe 3 OTD)
    - ❖ Valeurs indicatives « T » pour matériaux tolérés (valorisables sans traitement sous certaines conditions)

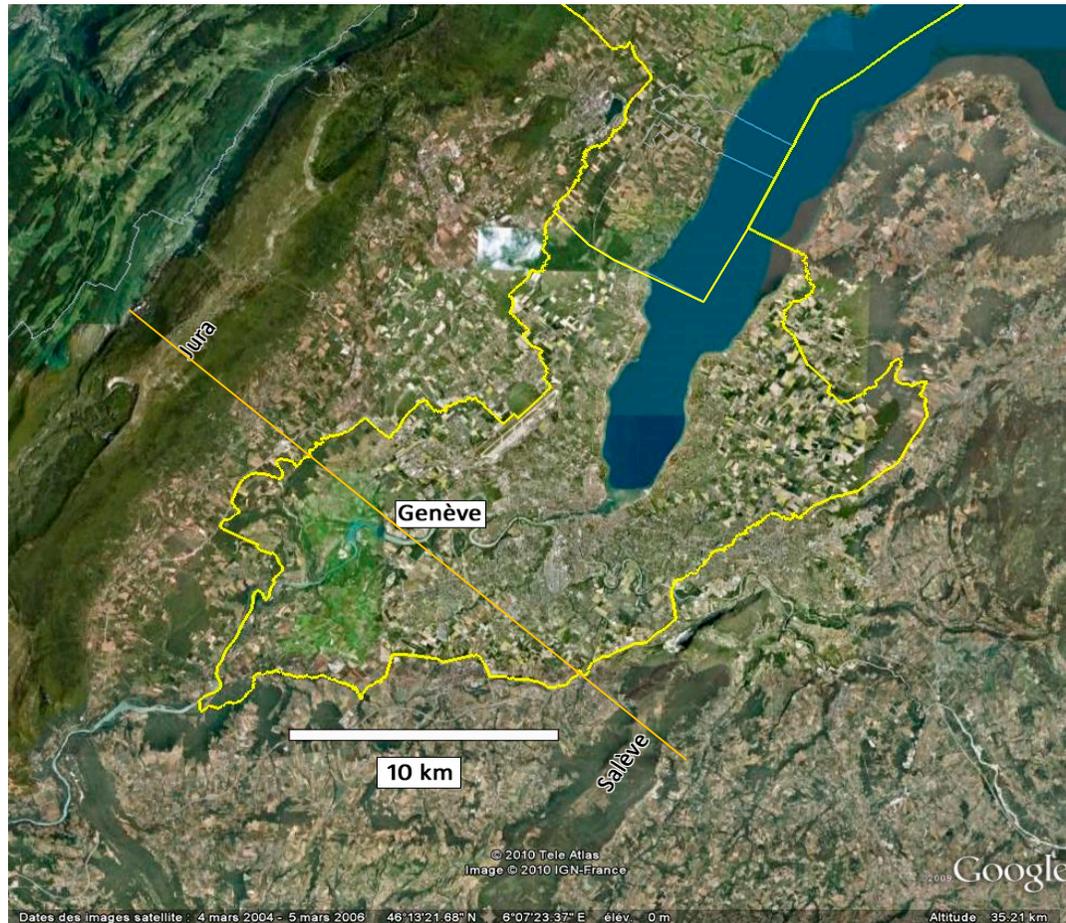
# Valeurs indicatives « U »

Métaux lourds	Valeur indicative Teneur totale [mg/kg]
Arsenic	15
Cadmium	1
Chrome total	50
Cuivre	40
Mercure	0.5
Nickel	50
Plomb	50
Zinc	150

Valeur U = « environ la valeur géogène moyenne pour les matériaux d'excavation en Suisse »

Critères d'établissement: pas toujours très clairs...(moyennes suisses, seuils de détection)

# Genève: contexte général



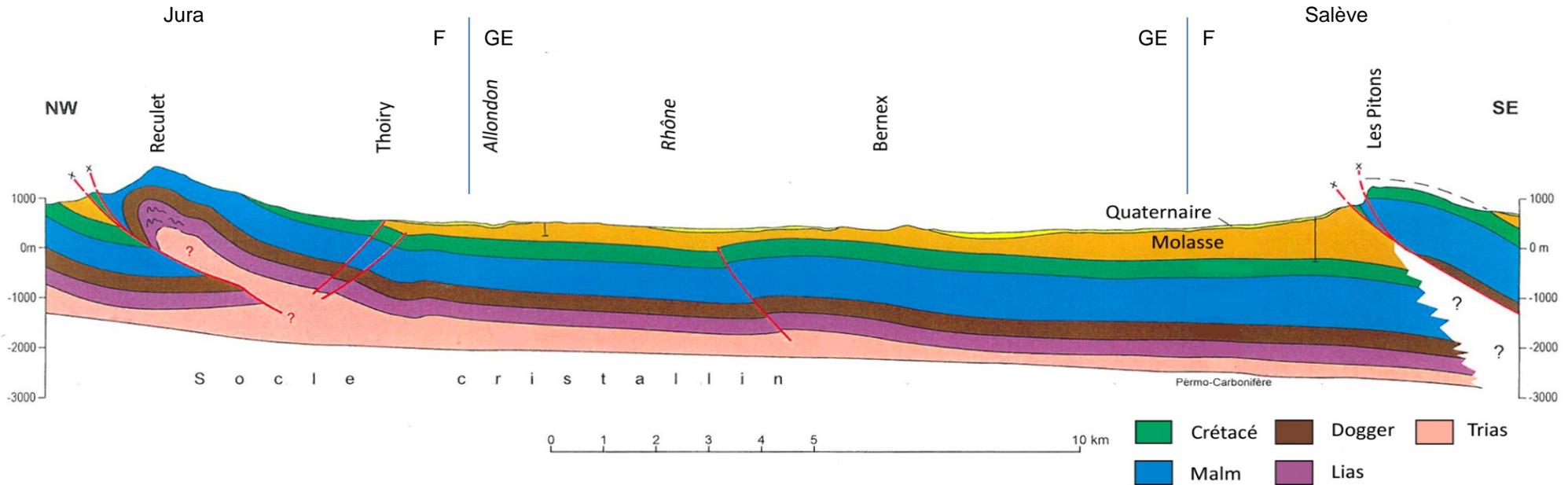
## Canton de Genève

- 282 km<sup>2</sup>
- 465'000 habitants
- 1650 hab/km<sup>2</sup>
- 100 km de frontière avec la France
- 4.5 km de frontière avec la Suisse (Vaud)
  
- alt. max. : 516 m
- alt. min. : 332 m
- Les reliefs montagneux de la région (Jura, Salève, Voirons, Vuache) sont tous situés en France)

— Coupe géologique

# Genève: géologie (1)

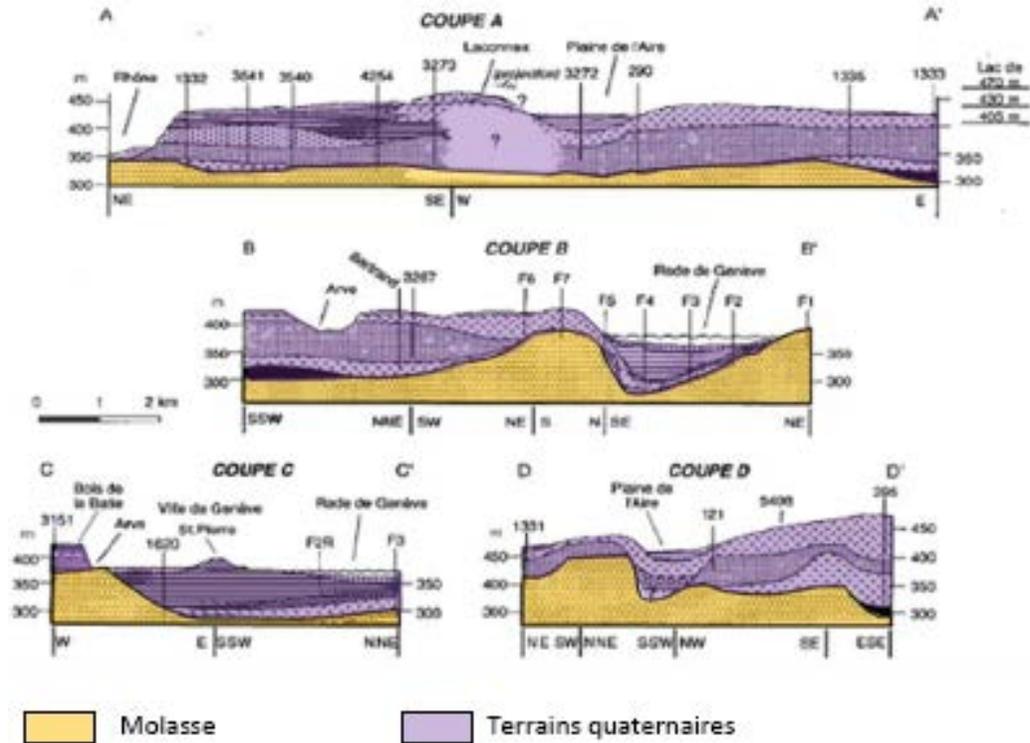
## Coupe géologique du Bassin genevois entre Jura et Salève



Charollais 2007

# Genève: géologie (2)

## Coupes géologiques dans le canton



Simplifiées d'après  
Moscariello et al. (1998)

## Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois (1)

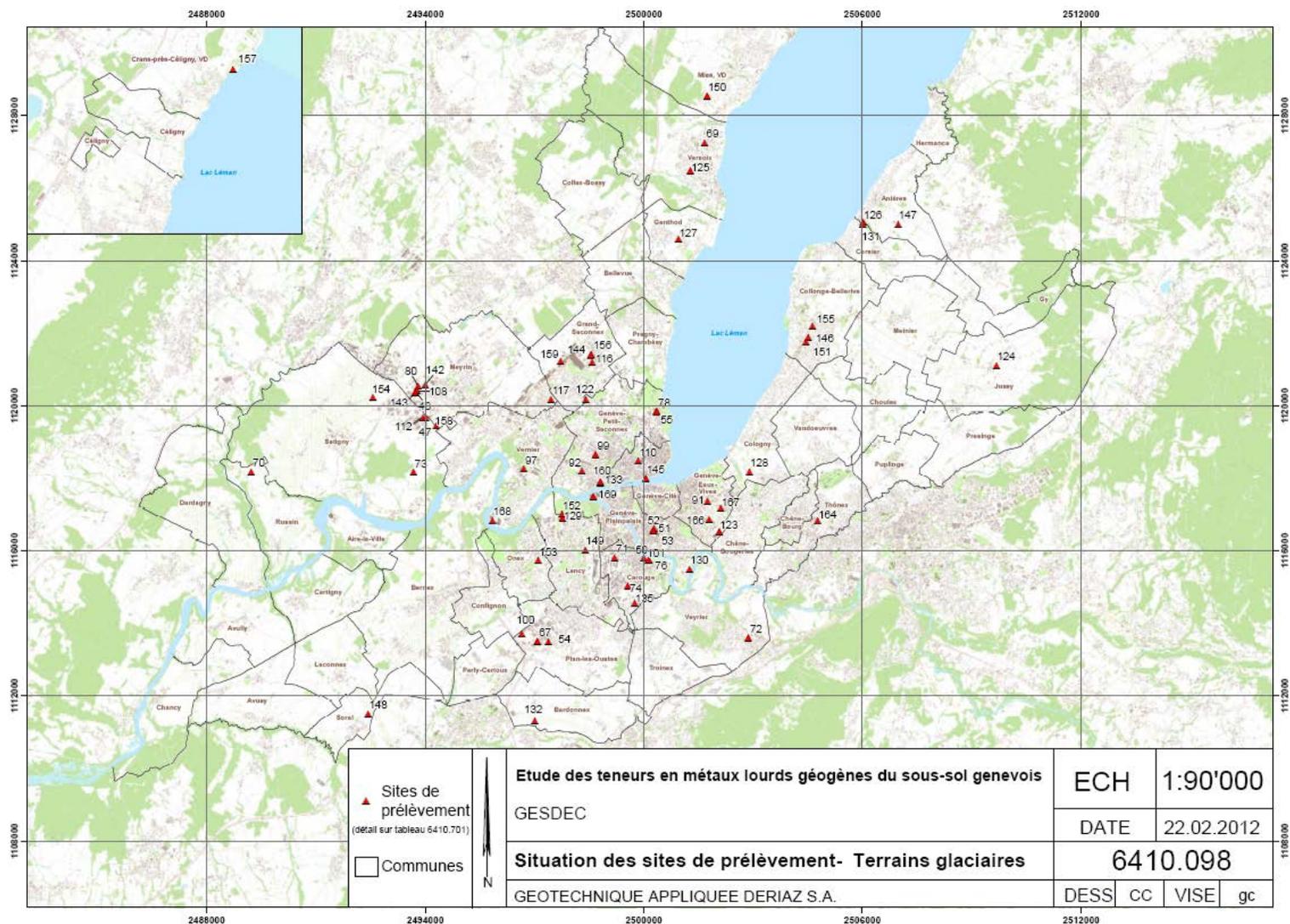
### Principe:

Etude ciblée principalement sur terrains morainiques (moraine et retrait morainique; « 7 » et « 6 » selon la classification des sols genevois en vigueur depuis les années 1960).

### Base de données:

- Données existantes GADZ (92 utilisables sur 637)
- Données existantes GESDEC (48 / 363)
- Données complémentaires spécifiques à l'étude (39)
  
- Total: 179 échantillons (tous terrains confondus)  
110 pour terrains morainiques avec Cr et Ni

# Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois (2)



## Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois (3)

### Etape 1: étude générale sur l'ensemble des terrains et des métaux lourds

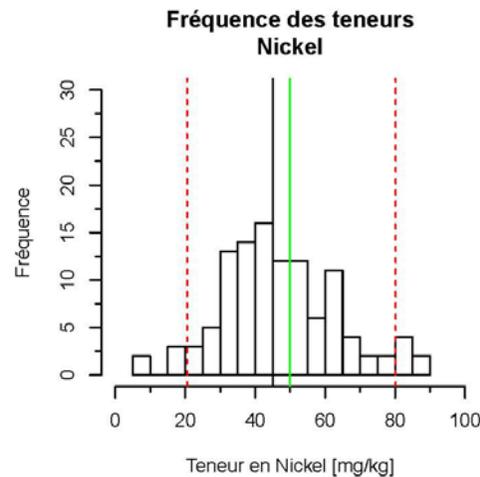
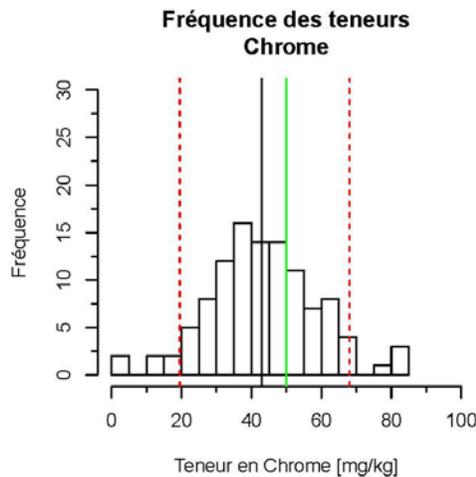
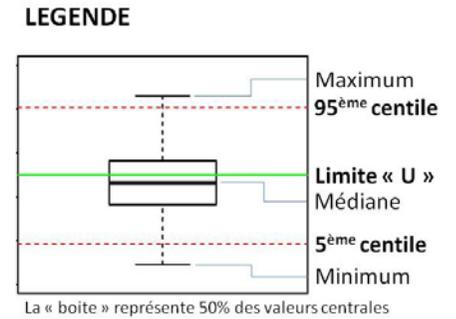
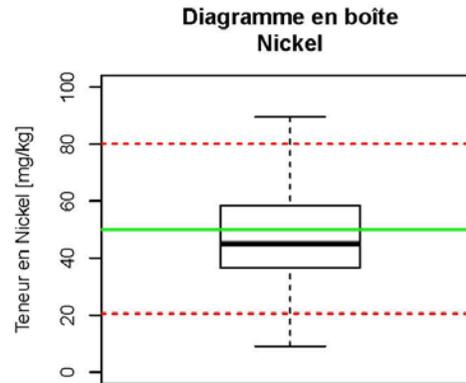
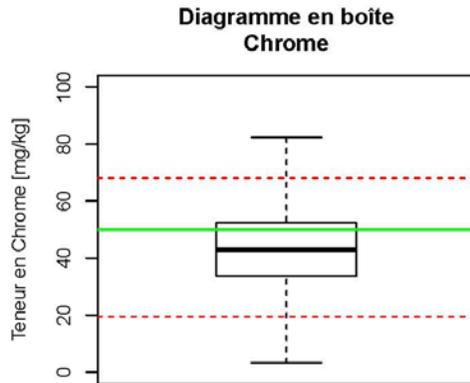
Métaux Lourds	Nombre ech.	Médiane [mg/kg]	minimum [mg/kg]	maximum [mg/kg]	95 <sup>ème</sup> centile [mg/kg]	Limite "U" [mg/kg]
Arsenic	71	2.5	<1	12.0	9.5	15
Cadmium	111	0.40	<0.1	1.80	1.20	1
Chrome	148	43.9	3.3	194.0	81.3	50
Cuivre	125	16.3	<1	39.8	28.1	40
Mercuré	44	0.05	<0.1	0.62	0.40	0.5
Nickel	155	45.0	9.1	163.4	96.7	50
Plomb	129	12.0	<1	50.0	31.8	50
Zinc	116	47.2	14.8	95.0	75.0	150

#### Bilan:

- As, Cu, Pb, Zn: respect des limites « U »
- Cd, Hg: rares anomalies diagnostiquées comme non significatives
- Cr et Ni: fréquents dépassements des limites « U »

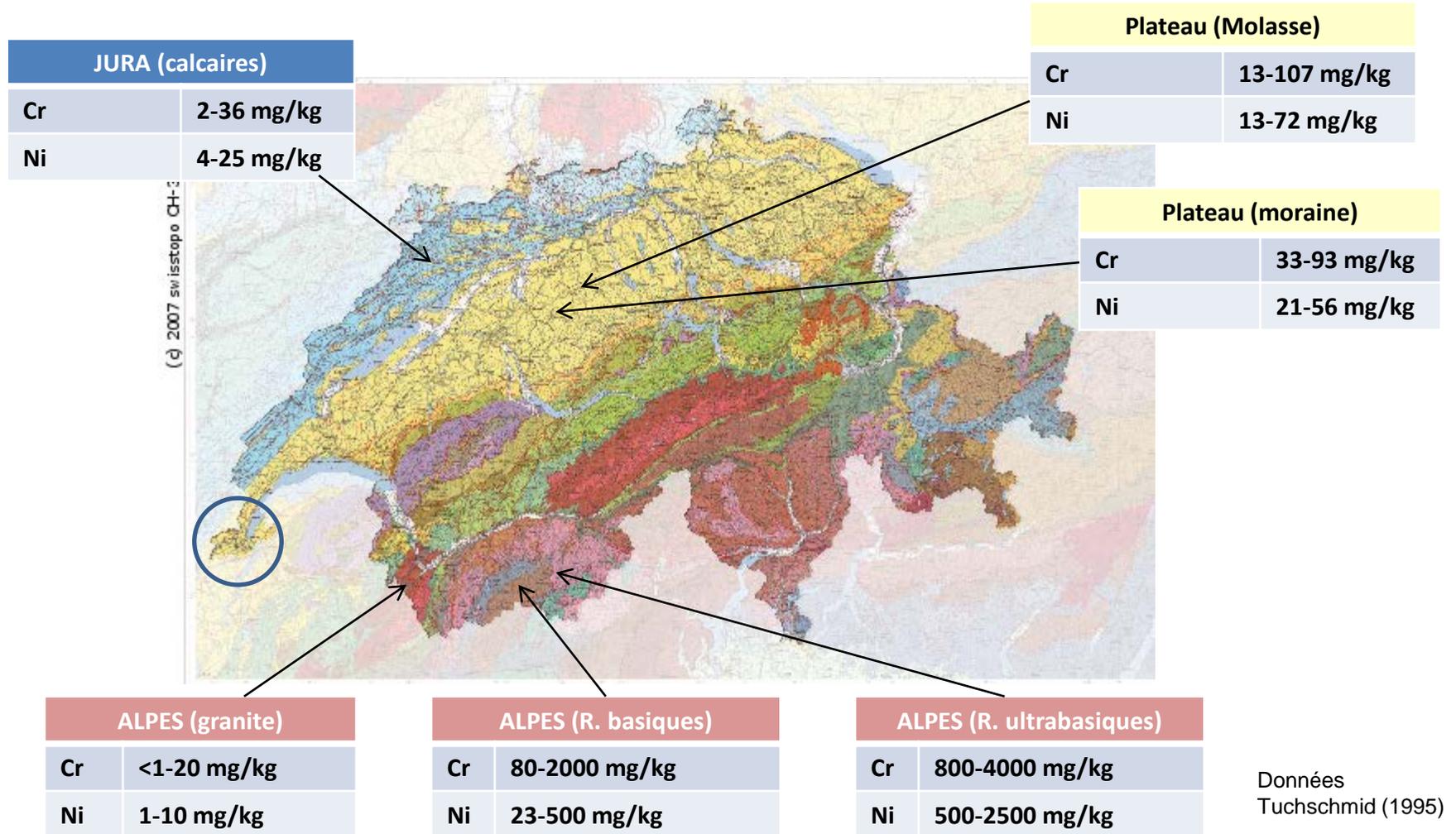
## Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois (4)

### Etape 2: étude ciblée sur les terrains morainiques (Cr et Ni)

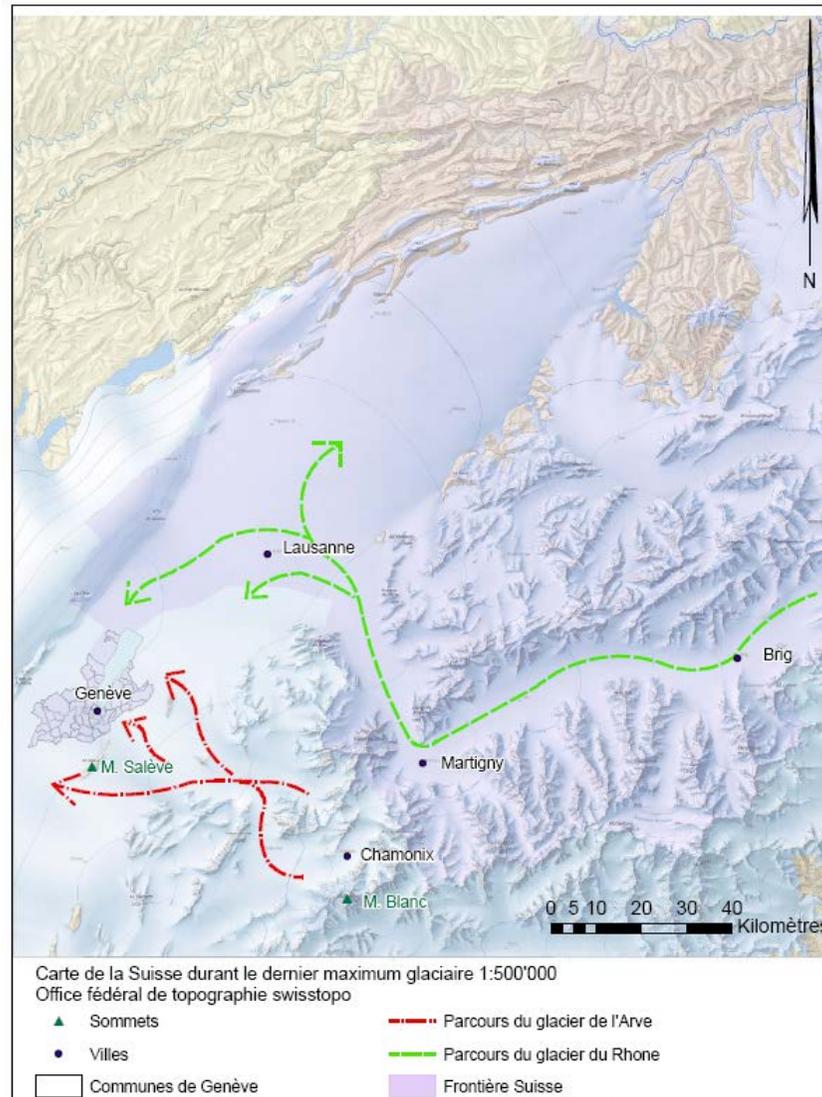


Cr: 109 échantillons  
Ni: 111 échantillons

# Suisse: géologie et teneurs naturelles en ML



## Influence des glaciers du Rhône et de l'Arve

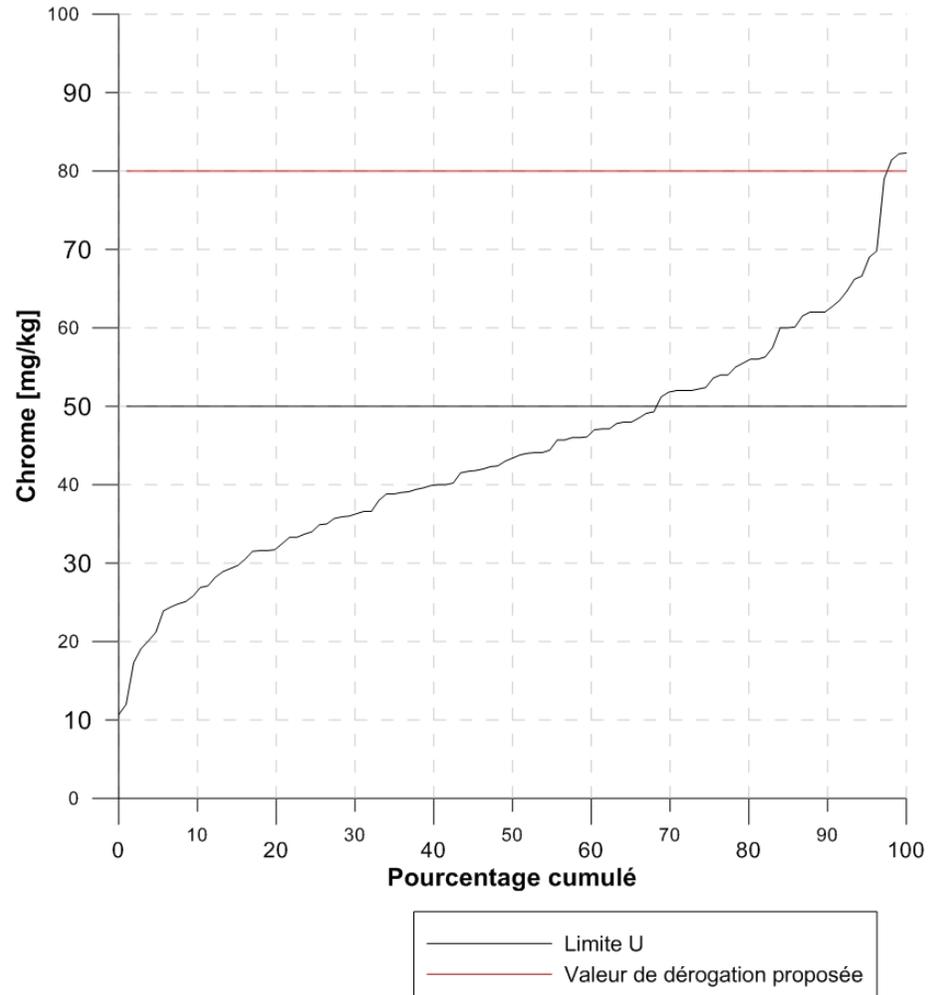


### Contrôle de cohérence géologique (p. ex. Cr)

- Etude Achard et Jayet (1967): 20% de matériaux penniques dans la moraine rhodanienne genevoise (riches en roches basiques et ultrabasiques)
  - Calcul simple: 80% de matériaux à 20 mg/kg + 20 % de matériaux à 300 mg/kg / 100 = 76 mg/kg
- Ordre de grandeur cohérent.

# Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois

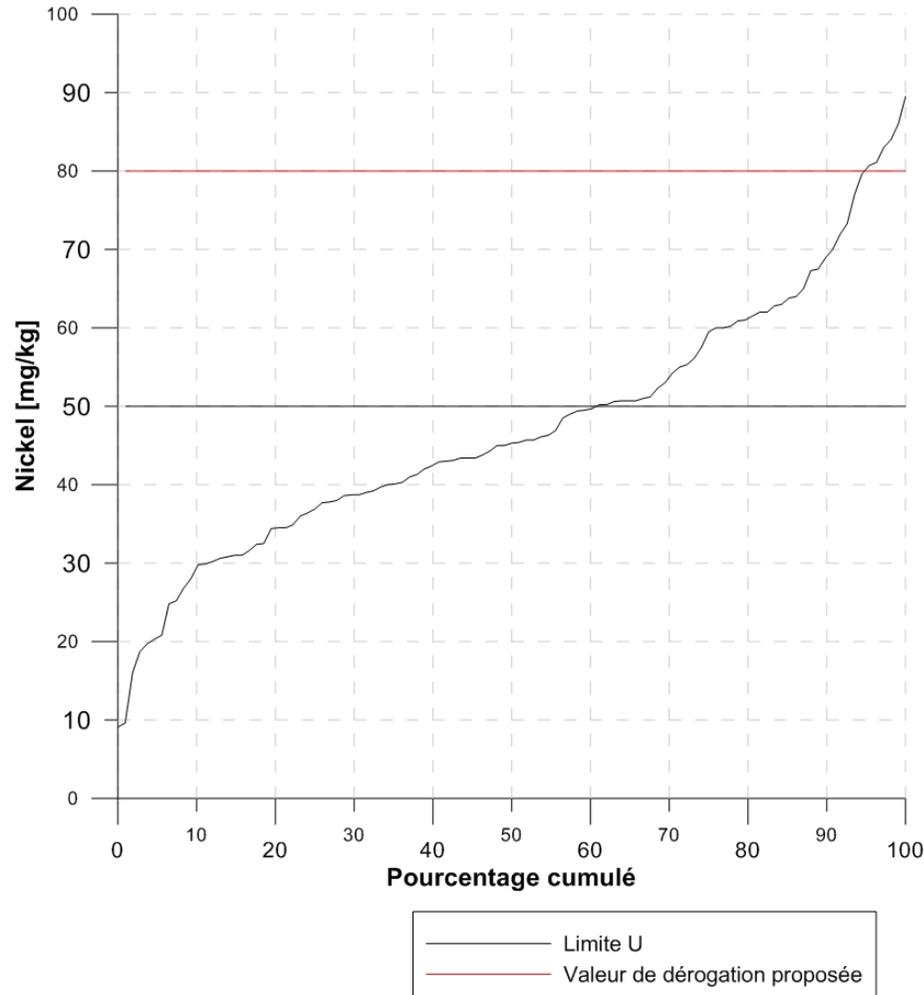
## Etape 3: valeur de dérogation (chrome)



Cr: 80 mg/kg

# Etude des teneurs en métaux lourds du sous-sol genevois

## Etape 3: valeur de dérogation (nickel)

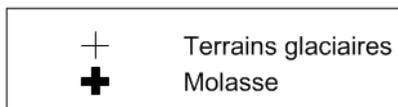
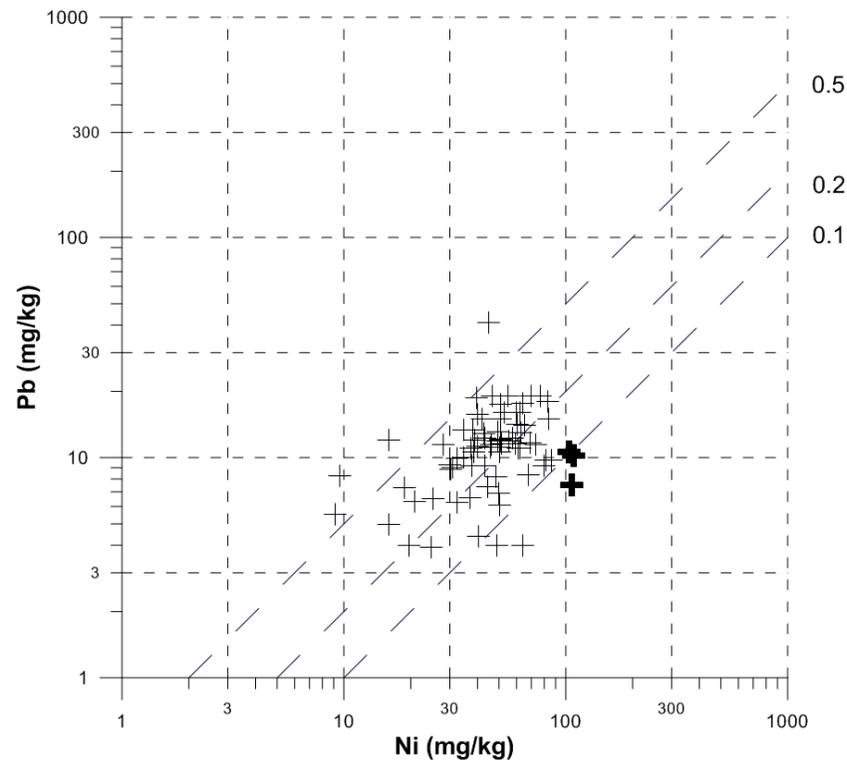
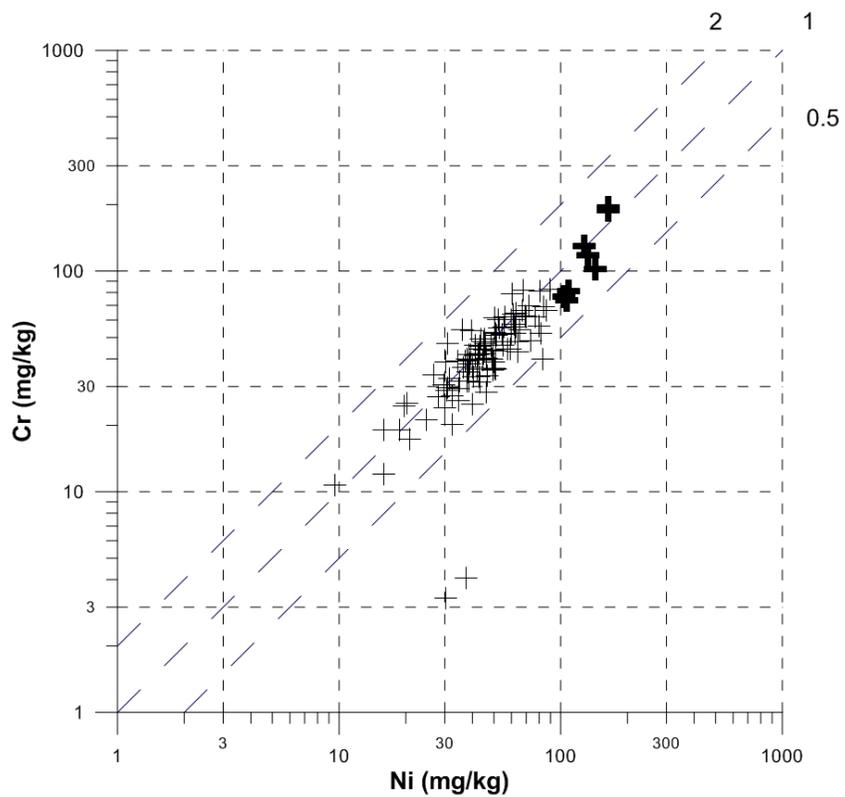


Ni: 80 mg/kg

### Autres aspects de l'étude

- Teneurs légèrement plus élevées en rive droite qu'en rive gauche (influence respective des glaciers du Rhône et de l'Arve)
  - Pas suffisamment déterminant pour justifier une zonation géographique
  
- Corrélations des teneurs entre différents métaux lourds
  - Aide au diagnostic
  
- Problème des autres terrains:
  - Remblais légèrement pollués mais moins que la limite de dérogation géogène
  - Molasse non polluée dépasse aussi les limites « U ».
- La problématique doit être examinée plus globalement

# Corrélations entre métaux lourds



# Conclusion et commentaires (1)

- Confirmation de dépassements géogènes pour le Cr et le Ni dans le sous-sol genevois justifiant des valeurs de dérogation cantonales.
- Ces dérogations restent toutefois à appliquer au cas par cas. Pour obtenir la dérogation, il faut toujours apporter la preuve de l'origine géogène des dépassements. La présente étude permet toutefois de faciliter cette étape.
- La demande de dérogation doit être présentée au GESDEC qui se réserve le droit de la refuser si le caractère géogène n'est pas prouvé ou si un suivi de l'excavation n'est pas garanti.
- Tant que les valeurs limites U ne sont pas modifiées à l'échelle nationale, les valeurs de dérogation proposées concernent uniquement les matériaux provenant de chantiers genevois et réutilisés/évacués sur le territoire cantonal (pas d'exportation en France).

# Conclusion et commentaires (2)

- La régionalisation à grande échelle des teneurs géogènes (et des valeurs limites U) n'est pas satisfaisante. Se méfier des moyennes.
- Les outils existent en Suisse pour diagnostiquer les problèmes (carte géotechnique de la Suisse, à croiser avec l'étude Tuchs Schmid – 1995).
- A partir de ces premières données, les cantons peuvent ensuite cibler leurs propres études spécifiques.
- Une analyse statistique n'est pas suffisante. Elle doit être confrontée à une approche géologique pour comprendre l'origine des dépassements, ce qui permet d'appliquer plus sereinement d'éventuelles dérogations.
- ! Attention à l'échantillonnage et au mode de préparation des échantillons dans les laboratoires.
  - Dialogue indispensable entre le géologue/ingénieur et le laboratoire.