



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Tendances · Problématiques · Solutions

Des partenaires **de nature** à vous aider

acle

association des consultants
et laboratoires experts

Ingénierie des sols et matériaux
Géoenvironnement
Toiture et étanchéité

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

ATELIER NO 3: *ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE REPRÉSENTATIFS DES MATÉRIAUX GROSSIERS CONTAMINÉS*



acle



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Membres du sous-comité

Pascal Crevier, géo. (SNC Lavalin)

Stéphane Dubé (Maxxam Analytique)

Marie-Eve Dufour, ing. (Ville de Montréal)

Marie-France Gravelle, ing. (GHD)

François Lampron, ing. (GHD)

Dominique Lebeau, géochimiste, M.Sc. (GHD)



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Plan de l'après-midi

1. Introduction
2. Notions de base – matériaux grossiers
3. Études de cas
4. Questions d'ordre général
5. Présentation des études de cas (groupes)
6. Nouvelle méthodologie pour l'analyse représentative des matériaux grossiers
7. Application de la nouvelle méthodologie avec les études de cas
8. Comparaison des résultats entre laboratoires accrédités
9. Questions/Discussion



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Introduction



acle

Notions de base

- Qu'est-ce que l'on considère un matériau grossier?
 - Particule dont le diamètre > 2 mm ou > 5 mm (selon la documentation)
- Définition d'un "sol" selon le CEAEQ: toute fraction < 2 mm
- Selon le Cahier 5, >80% >5mm



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Nos définitions

- **Matériaux fins:** $> 80\% < 5 \text{ mm}$ (sable, silt, argile)
- **Matériaux grossiers * :**
 $>20\% >5 \text{ mm}$ et $<80\% >80 \text{ mm}$ (gravier)
- **Cailloux:** $> 80\% >80 \text{ mm}$

**excluant sols cohésifs à granulométrie étalée, ex. till*

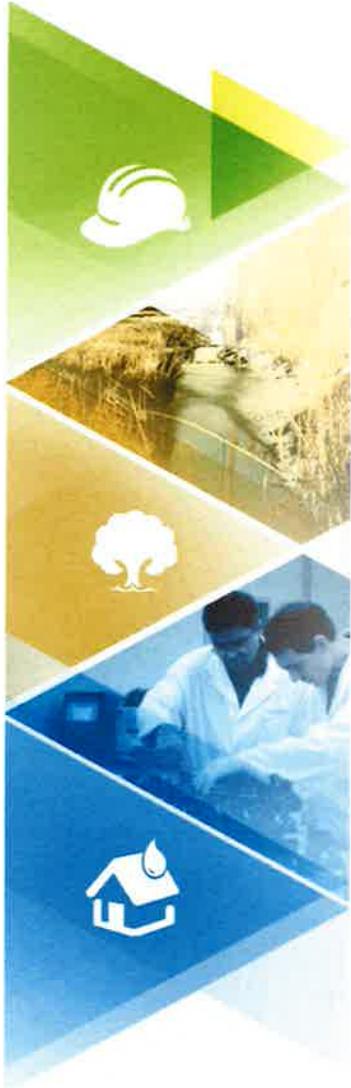


FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Notions de base

- Types de matériaux usuels considérés comme “grossiers”:
 - Pierre nette
 - Pierre concassée
 - MG-56
 - MG-80
 - MG-112



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Unified Soil Classification System (USCS)

Unified Soil Classification System (USCS)			
	MILLIMETERS	INCHES	SIEVE SIZES
BOULDERS	> 300	> 11.8	-
COBBLES	75 - 300	2.9 - 11.8	-
GRAVEL:			
COARSE	75 - 19	2.9 - .75	-
FINE	19 - 4.8	.75 - .19	14" - No. 4
SAND:			
COARSE	4.8 - 2.0	.19 - .08	No. 4 - No. 10
MEDIUM	2.0 - .43	.08 - .02	No. 10 - No. 40
FINE	.43 - .08	.02 - .003	No. 40 - No. 200
FINES:			
SILTS	< .08	< .003	< No. 200
CLAYS	< .08	< .003	< No. 200

Caillou > 80mm

Matériaux grossiers

Gravier 5-80mm

Matériaux fins

Sable < 5mm

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Questions d'ordre général



acle

Questions d'ordre général

Lors de travaux de caractérisation en vue d'établir le mode de gestion des matériaux qui seront excavés au cours de travaux de construction, des matériaux s'apparentant à une pierre concassée sont rencontrés. Aucune évidence organoleptique de contamination n'est observée dans ces matériaux.

1. Échantillonnez-vous ces matériaux, les analysez-vous?
2. Si oui, pourquoi?
3. Si non, quel mode de gestion allez-vous recommander?

Questions d'ordre général (suite)

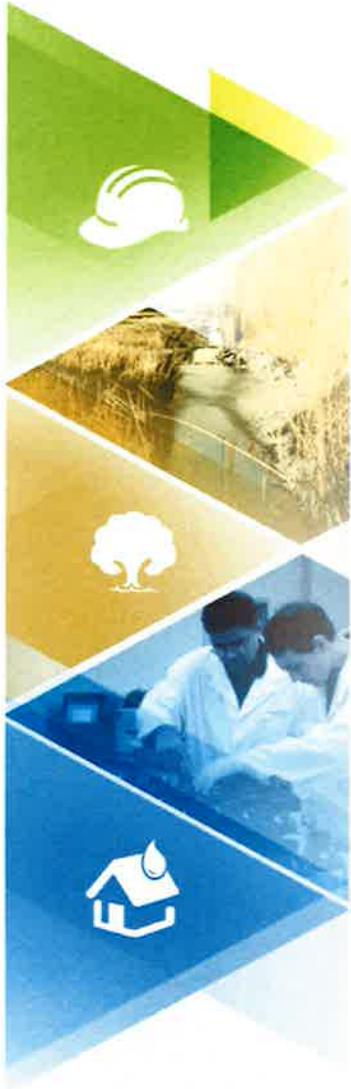
En cours de travaux de réhabilitation, un échantillon de pierre concassée visiblement contaminée est analysé pour les C10-C50 et ces derniers ne sont pas détectés (<A). Vous envoyez un duplicata dans deux autres laboratoires différents et les résultats se situent dans la plage A-B et dans la plage C-RESC respectivement.

4. Comment réagissez-vous face à la divergence dans les résultats?
5. À quoi pensez-vous que ces différences sont dues?

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas



acle

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 1: Structures métalliques

- Terrain vacant prévu pour un développement résidentiel
- Source de contamination: antenne de télécommunication sur pierre concassée (MG-20)
- Contaminants d'intérêt: métaux



Études de cas no 1: Structures métalliques

Présentation des groupes

Question 1: Quel serait votre programme de travail en chantier pour échantillonner ces matériaux?

Question 2: Quel programme d'essais allez-vous soumettre au(x) laboratoire(s)?

Question 3: Selon vous, comment est traité l'échantillon au laboratoire d'analyse?

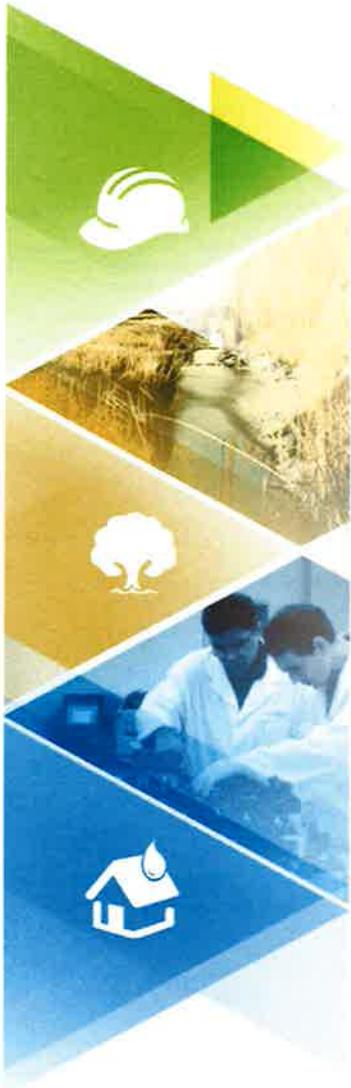
Question 4: Les résultats vous indiquent que les résultats sont >C en zinc (6 800 mg/kg). Un volume de 300 m³ de matériel est à gérer. Quelles sont vos recommandations de gestion au client?

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 2: Assiette de chaussée

- Tronçon de rue existante (500 m) sur terrain municipal
- Travaux de remplacement de conduites d'égout et d'aqueduc
- Matériaux granulaires (MG-56) visiblement contaminés
- Établir mode d'élimination des matériaux lors des travaux
- Contaminants d'intérêt: HP C₁₀-C₅₀



acle

Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Présentation des groupes

Question 1: Quel serait votre programme de travail en chantier pour échantillonner ces matériaux?

Question 2: Quel programme d'essais allez-vous soumettre au(x) laboratoire(s)?

Question 3: Selon vous, comment est traité l'échantillon au laboratoire d'analyse?

Question 4: Les résultats vous indiquent en caractérisation préalable que les résultats sont $<A$ en HP $C_{10}-C_{50}$. Quelles sont vos recommandations de gestion à la Ville?



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 3: Transformateur de puissance

- Remplacement de transformateur sur poste électrique en région urbaine
- Pierre concassée (MG-56) tachée d'huile
- Pierre retirée et doit être caractérisée pour déterminer le mode de gestion
- Élimination nécessaire
- Contaminants d'intérêt: HP C₁₀-C₅₀ et BPC



Études de cas no 3: Transformateur de puissance

Présentation des groupes

Question 1: Quel serait votre programme de travail en chantier pour échantillonner ces matériaux?

Question 2: Quel programme d'essais allez-vous soumettre au(x) laboratoire(s)?

Question 3: Selon vous, comment est traité l'échantillon au laboratoire d'analyse?

Question 4: Comment proposez-vous de gérer ces matériaux dans un scénario où le résultat est dans la plage B-C en BPC?



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

- Déversement de mazout lourd dans pierre nette (20-5 mm)
- Pierre nette visuellement contaminée a été retirée
- Client veut confirmer que toute la pierre contaminée a été retirée; Critère B s'applique
- Délais serrés
- Contaminants d'intérêt: HP C₁₀-C₅₀ et HAP



Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Présentation des groupes

Question 1: Quel serait votre programme de travail en chantier pour échantillonner ces matériaux?

Question 2: Quel programme d'essais allez-vous soumettre au(x) laboratoire(s)?

Question 3: Selon vous, comment est traité l'échantillon au laboratoire d'analyse?

Question 4: Comment proposez-vous de gérer ces matériaux dans un scénario où les résultats sont dans la plage B-C en C_{10} - C_{50} ?



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Nouvelle méthodologie pour l'analyse
représentative des matériaux grossiers



acle

FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Nouvelle méthodologie

- La documentation indique de contacter le CEAEQ et/ou le laboratoire d'analyse lorsque la fraction $> 5\text{mm}$ représente $> 80\%$ (matériaux grossiers)
- Notre sous-comité a contacté le CEAEQ et a obtenu un protocole pour l'analyse des matériaux grossiers
- La nouvelle méthodologie est basée sur ce protocole.



Matériaux grossiers avec potentiel de contamination (1) (2)

Prélèvement d'un échantillon ponctuel pour les COV

Évaluation visuelle des fractions au chantier

Matériau fin
>80% <5 mm

Matériau grossier
>20% >5mm
et
<80% >80mm

Cailloux
>80% >80 mm

Méthodologie non applicable

Traiter comme un sol

Granulat Naturel (ex. pierre concassée)
ou
Sol grossier (ex. sable et gravier)

Méthodologie applicable

Sol cohésif à granulométrie étalée (ex. Till)

Méthodologie non applicable

Méthodologie non applicable

Voir CEAÉQ

CHANTIER

sol

Méthodologie applicable

Méthodologie non applicable

Prélever un volume minimal de 5 kg

Traiter comme un sol

Tamisage en laboratoire pour confirmer les fractions ⁽³⁾

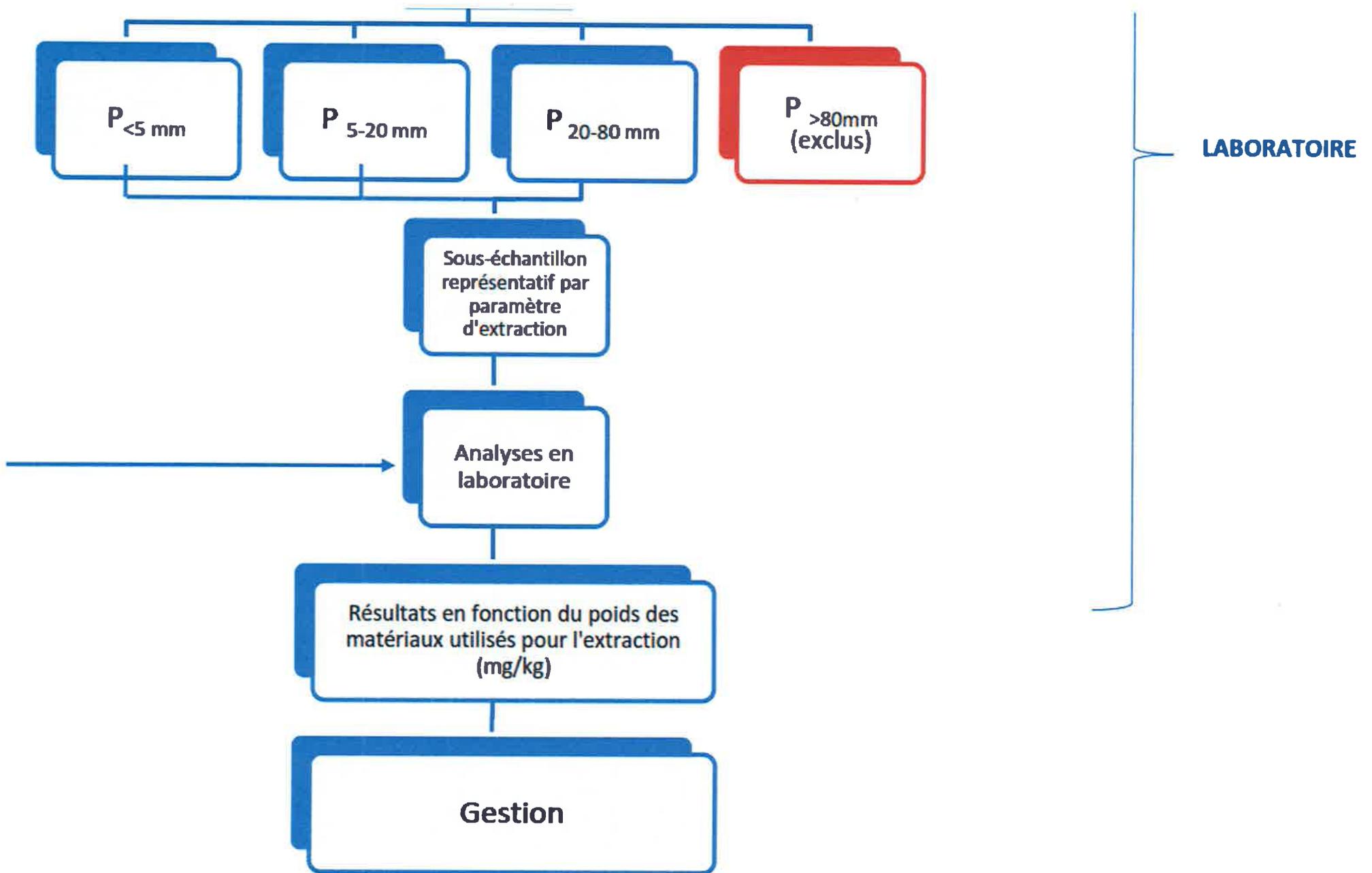
Confirmation des fractions

$P_{<5 \text{ mm}}$

$P_{5-20 \text{ mm}}$

$P_{20-80 \text{ mm}}$

$P_{>80 \text{ mm}}$
(exclus)



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Application de la nouvelle méthodologie – Études de cas



acle

Études de cas no 1: Structures métalliques

Question 1 (Chantier)

- Gravier MG-20 (0-20 mm) est un sol grossier, contient moins de 20% de matières résiduelles, *a priori* la fraction >5mm est majoritaire dans l'échantillon : **la méthodologie est applicable**
- Prélever minimalement 5 kg (idéalement 20 kg) de matériel par échantillon



Études de cas no 1: Structures métalliques

Question 2/3 (Laboratoire)

1. Au laboratoire de sols:

- Tamisage général pour confirmer fractions granulométriques
- Constituer un (1) échantillon représentatif selon la pondération massique (m/m) de la masse totale de la fraction 0-80 mm

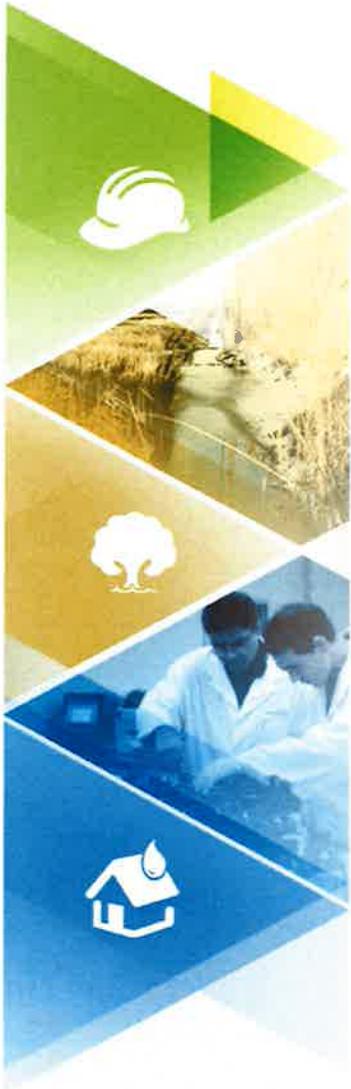
Résultats

Matériaux fins (fraction < 5 mm) : **49,9%**

Matériaux grossiers (fraction 5-20 mm) : **46,1%**

Matériaux grossiers (fraction 20-80mm) : **3,9%**

- Reconstitution d'un échantillon représentatif



Études de cas no 1: Structures métalliques

Question 2/3 (Laboratoire)

2. Au laboratoire d'analyses

- **Extraction:**

- Aliquote de 80 à 500 g sur l'échantillon représentatif.
- Échantillon extrait à chaud en milieu acide (nitrique et chlorhydrique) (métaux)

- **Analyses chimiques :**

- Métaux
- Exprimer les résultats en fonction du poids total des matériaux pour l'extraction (mg/kg)



Études de cas no 1: Structures métalliques

Résultats des essais

Échantillon de type vrac (procédure « usuelle »)

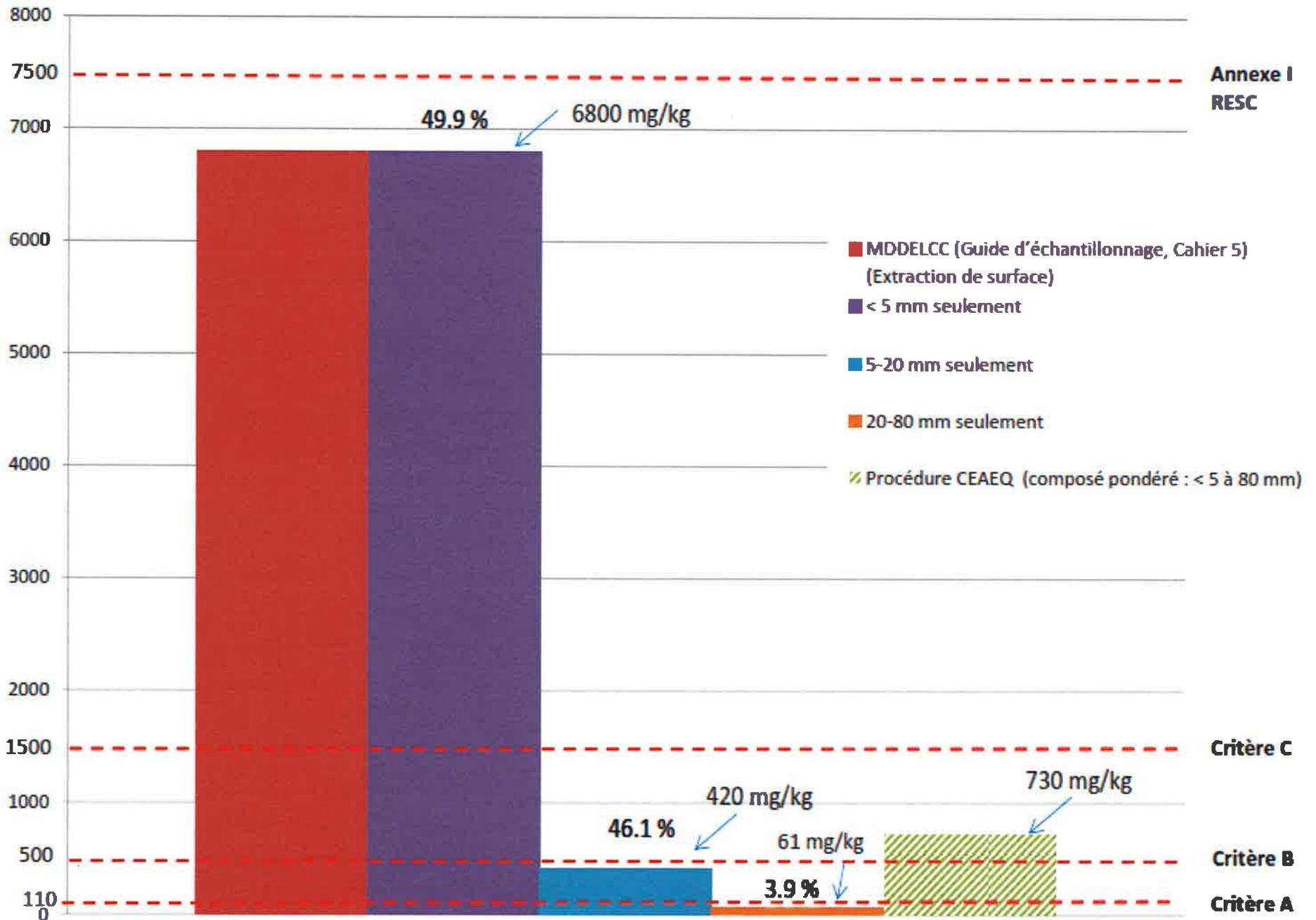
- Zn = 6,800 mg/kg (>C)
- Cd, Cu, Pb = A-B
- Autres = <A

Échantillon représentatif (nouvelle méthode)

- Zn = 730 mg/kg (B-C)
- Autres = <A



Étude de cas no 1: Structures métalliques - Zinc



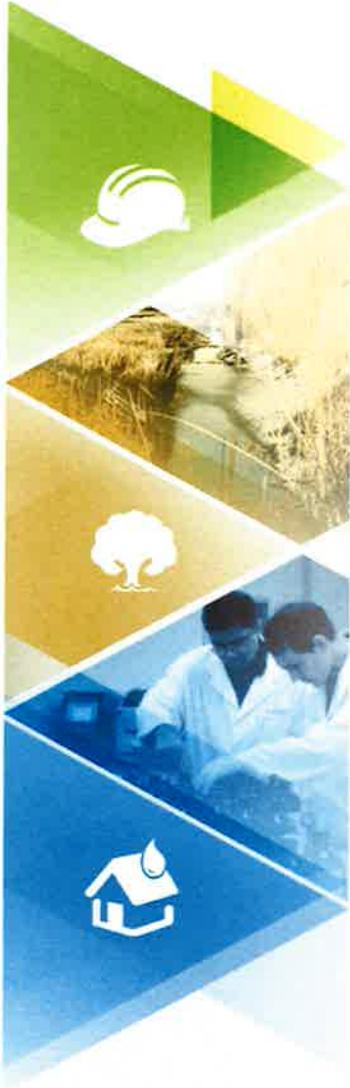
FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 1: Structures métalliques

Question 4

- Les matériaux peuvent être éliminés dans un LET
- Économie d'échelle (environ 50%)



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Question 1 (Chantier)

- Un horizon de gravier MG-56 (0-56 mm) est un matériau grossier, il contient moins de 20% de matières résiduelles : **la méthodologie est applicable**
- Prélever minimalement 5 kg (idéalement 20 kg) de matériel par échantillon



Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Question 2/3 (Laboratoire)

1. Au laboratoire de sols:

- Tamisage général pour confirmer fractions granulométriques
- Constituer un (1) échantillon représentatif selon la pondération massique (m/m) de la masse totale de la fraction 0-80 mm

Résultats

Matériaux fins (fraction < 5 mm) : **54,5%**

Matériaux grossiers (fraction 5-20 mm) : **33,2%**

Matériaux grossiers (fraction 20-80mm) : **12,3%**

Matériaux grossiers (fraction >80mm) : **0,0%**

- Reconstitution d'un échantillon représentatif

Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Question 2/3 (Laboratoire)

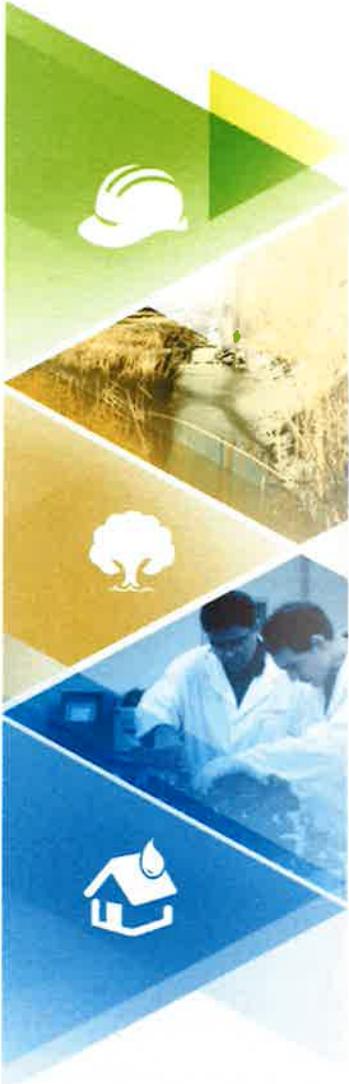
2. Au laboratoire d'analyses

- **Extraction:**

- Aliquote de 80 à 500 g sur l'échantillon représentatif.
- Composés organiques : Échantillons extraits dans un bain ultrasons

- **Analyses chimiques :**

- HAP, HP C₁₀-C₅₀
- Exprimer les résultats en fonction du poids total des matériaux pour l'extraction (mg/kg)



Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Résultats des essais

Échantillon de type vrac (procédure « usuelle »)*

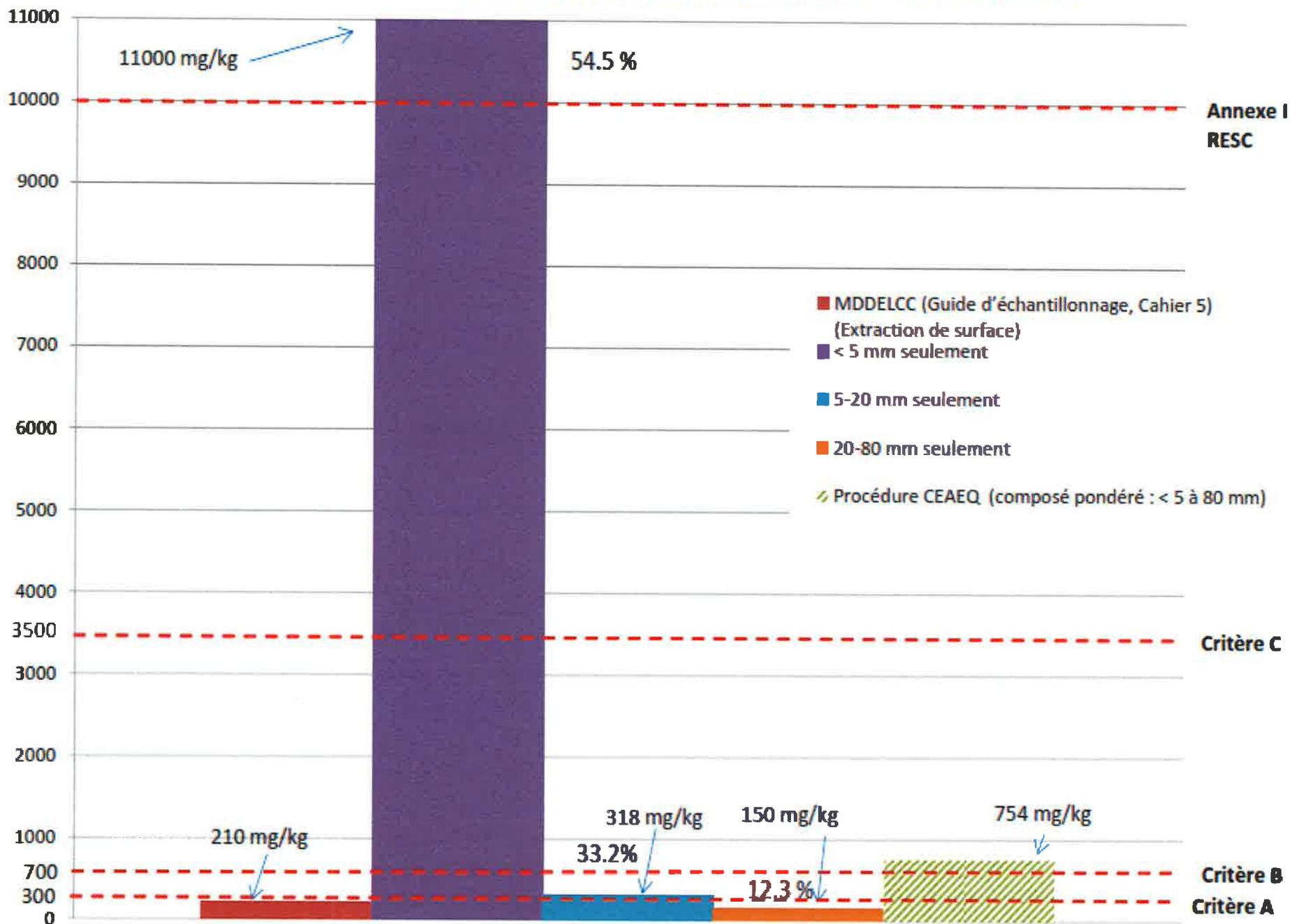
- HP C₁₀-C₅₀ = 210 mg/kg (< A)
- HAP léger (anthracène) = 5,6 mg/kg (A-B)
- HAP lourd (chrysène) = 15 mg/kg (>C)

***Extraction de surface**

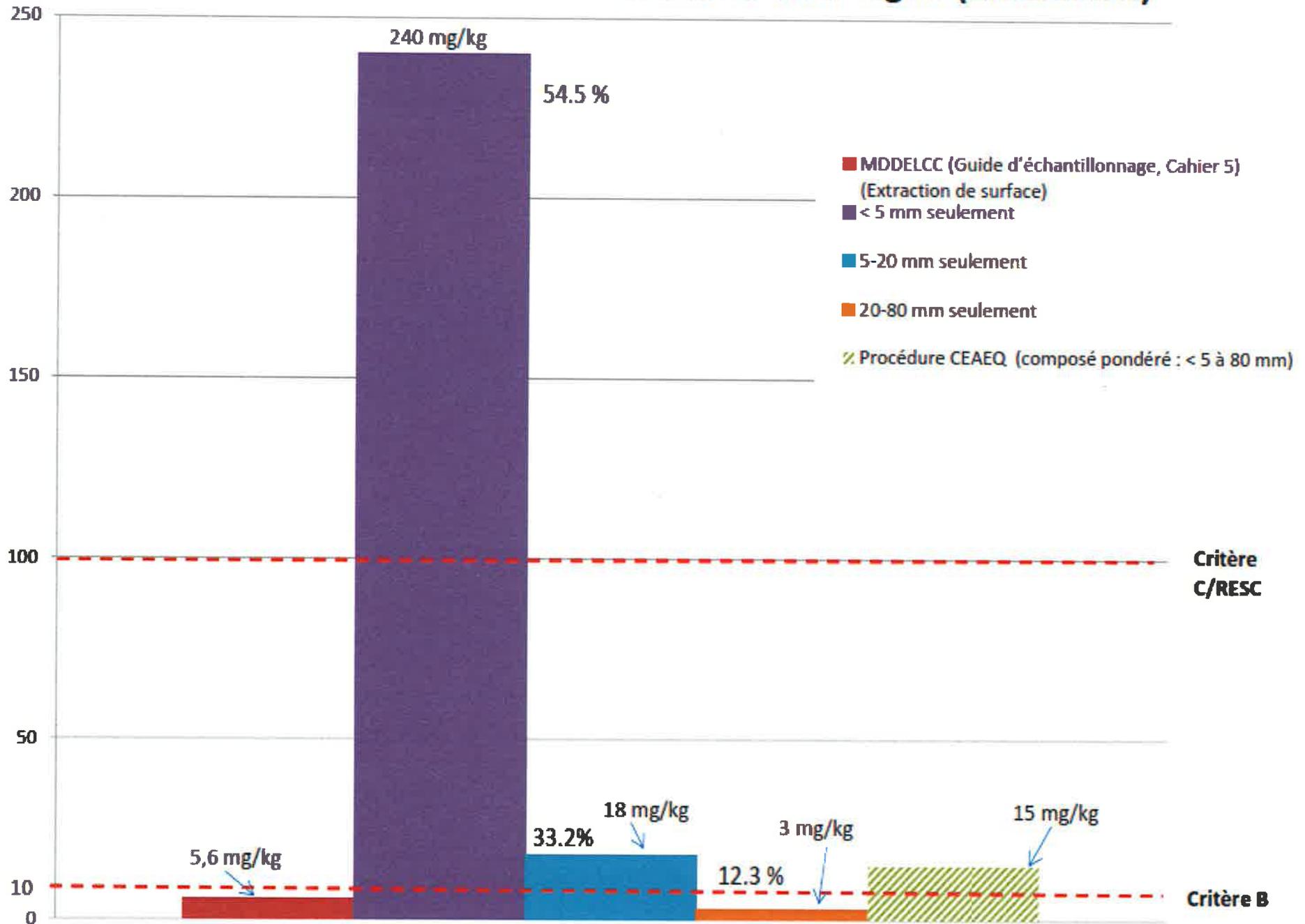
Échantillon représentatif (nouvelle méthode)

- HP C₁₀-C₅₀ = 754 mg/kg (B-C)
- HAP léger (anthracène) = 15 mg/kg (B-C)
- HAP lourd (chrysène) = 100 mg/kg (>C)

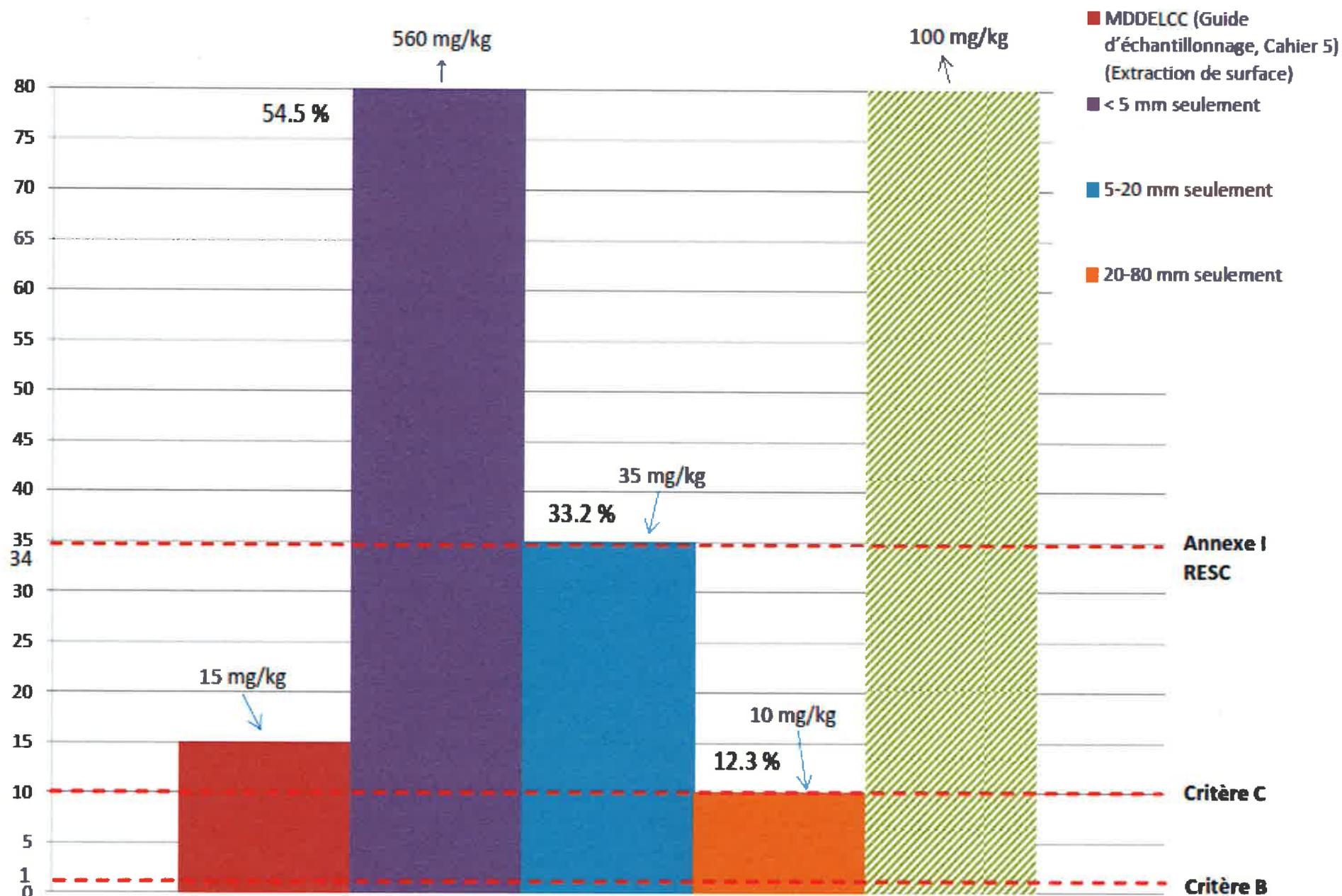
Étude de cas no 2: Assiette de chaussée - HP C10-C50



Étude de cas no 2: Assiette de chaussée - HAP légers (anthracène)



Étude de cas no 2: Assiette de chaussée - HAP lourds (chrysene)



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 2: Assiette de chaussée

Question 4 (Gestion)

- Élimination dans un centre de traitement de sols car résultats pour HAP lourds >C



Études de cas no 3: Transformateur

Question 1 (Chantier)

- Gravier MG-56 (0-56 mm) est un sol grossier, contient moins de 20% de matières résiduelle: **la méthodologie est applicable**
- Prélever minimalement 5 kg (idéalement 20 kg) de matériel par échantillon



Études de cas no 3: Transformateur

Question 2/3 (Laboratoire)

1. Au laboratoire de sols:

- Tamisage général pour confirmer fractions granulométriques
- Constituer un (1) échantillon représentatif selon la pondération massique (m/m) de la masse totale de la fraction 0-80 mm

Résultats

Matériaux fins (fraction < 5 mm) : **46,7%**

Matériaux grossiers (fraction 5-20 mm) : **49,6%**

Matériaux grossiers (fraction 20-80mm) : **3,7%**

- Reconstitution d'un échantillon représentatif



Études de cas no 3: Transformateur

Question 2/3 (Laboratoire)

2. Au laboratoire d'analyses

- **Extraction:**

- Aliquote de 80 à 500 g sur l'échantillon représentatif.
- Composés organiques : Échantillons extraits dans un bain ultrasons

- **Analyses chimiques :**

- BPC, HP C₁₀-C₅₀
- Exprimer les résultats en fonction du poids total des matériaux pour l'extraction (mg/kg)



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 3: Transformateur

Résultats des essais

Échantillon de type vrac (procédure « usuelle »)*

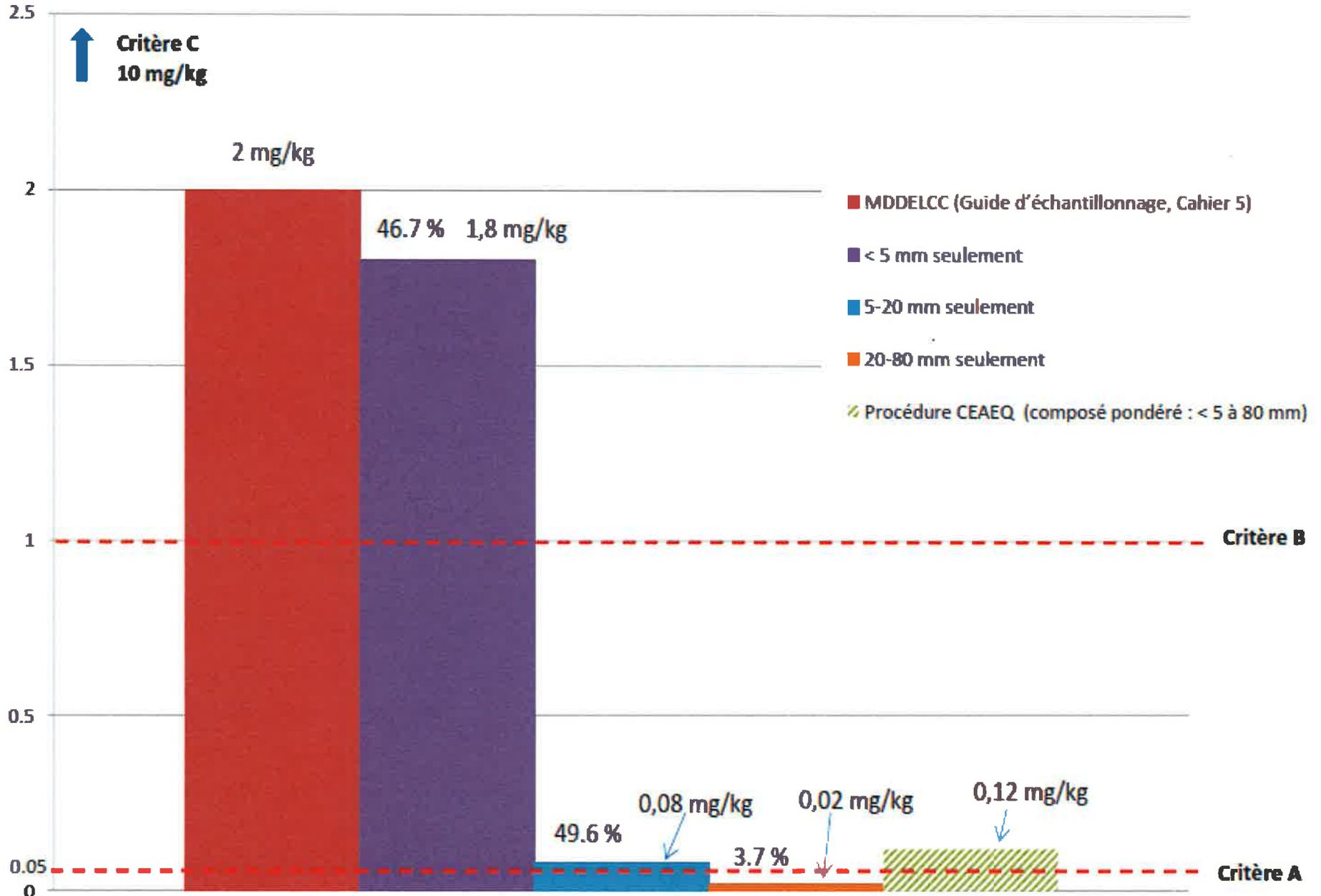
- HP C₁₀-C₅₀ = < 100 mg/kg (<A)
- BPC = 2 mg/kg (B-C)

***Extraction sur les fines**

Échantillon représentatif (nouvelle méthode)

- HP C₁₀-C₅₀ = < 100 mg/kg (<A)
- BPC = 0,12 mg/kg (A-B)

Étude de cas no 3: Transformateur de puissance - BPC Totaux



Études de cas no 3: Transformateur

Question 4 (Gestion)

- Résultat A-B avec nouvelle méthodologie vs. B-C avec méthode « usuelle »
- Options de gestion:
 - Élimination à moindre coût?
 - Même mode de gestion?



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Question 1 (Chantier)

- L'horizon de pierre est un matériau grossier, il contient moins de 20% de matières résiduelles : **la méthodologie est applicable**
- Prélever minimalement 5 kg (idéalement 20 kg) de matériel par échantillon



Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Question 2/3 (Laboratoire)

1. Au laboratoire de sols:

- Tamisage général pour confirmer fractions granulométriques
- Constituer un (1) échantillon représentatif selon la pondération massique (m/m) de la masse totale de la fraction 0-80 mm

Résultats

Matériaux fins (fraction < 5 mm) : **3,2%**

Matériaux grossiers (fraction 5-20 mm) : **8,8%**

Matériaux grossiers (fraction 20-80mm) : **88%**

- Reconstitution d'un échantillon représentatif

Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Question 2/3 (Laboratoire)

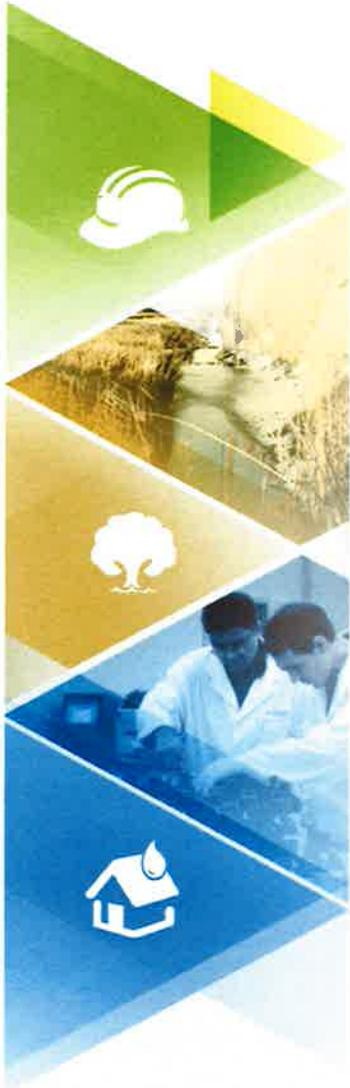
2. Au laboratoire d'analyses

- **Extraction:**

- Aliquote de 80 à 500 g sur l'échantillon représentatif.
- Composés organiques : Échantillons extraits dans un bain ultrasons

- **Analyses chimiques :**

- HAP, HP C₁₀-C₅₀
- Exprimer les résultats en fonction du poids total des matériaux pour l'extraction (mg/kg)



Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Résultats des essais

Échantillon de type vrac (procédure « usuelle »)*

- HP C₁₀-C₅₀ = 1600 mg/kg (B-C)
- HAP = < 0,1 mg/kg (<A)

***Extraction de surface**

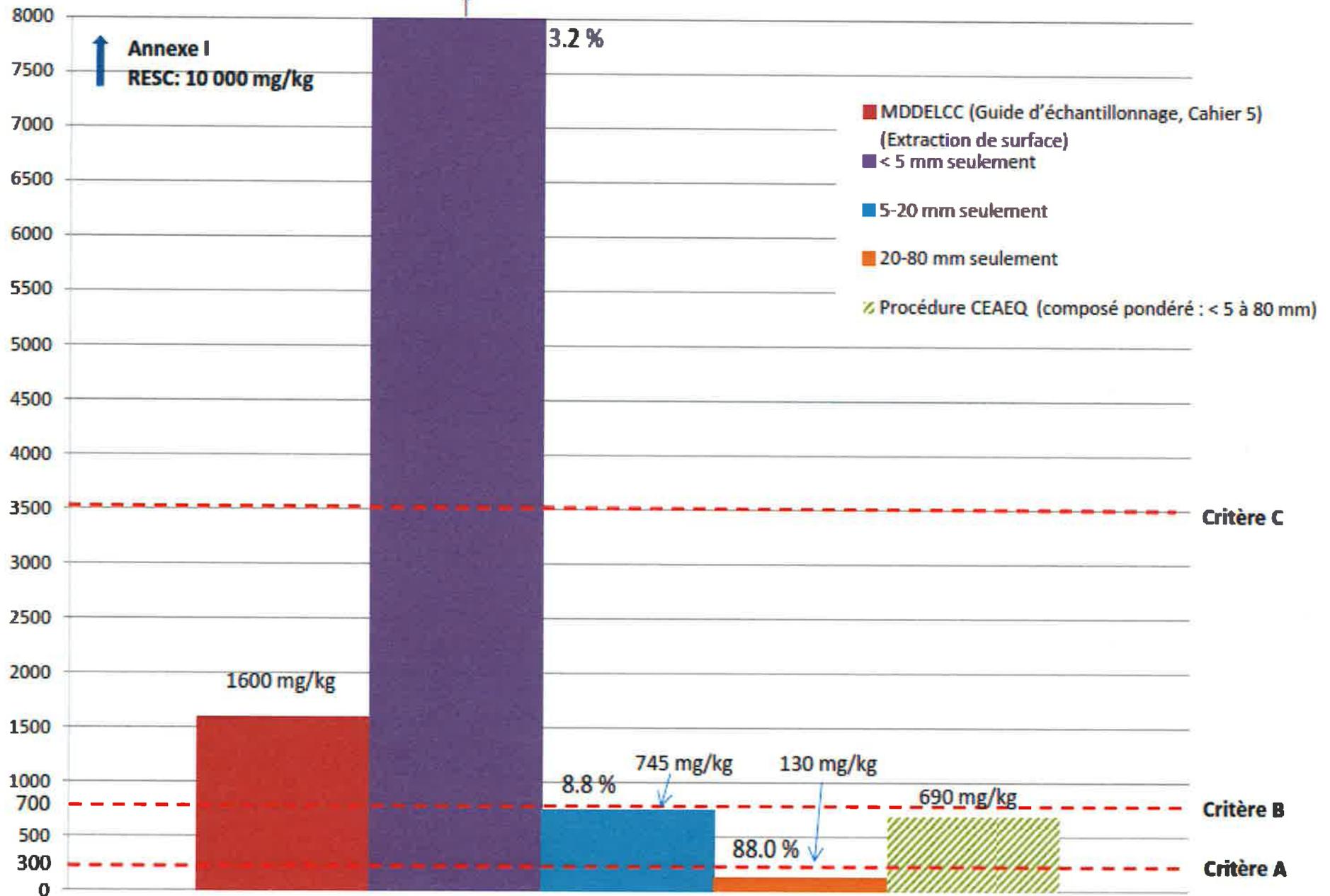
Échantillon représentatif (nouvelle méthode)

- HP C₁₀-C₅₀ = 690 mg/kg (A-B)
- HAP = < 2,0 mg/kg (<C)



Étude de cas no 4: Dépôt pétrolier- HP C10-C50

14 000 mg/kg



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Études de cas no 4: Dépôt pétrolier

Question 4 (Gestion)

- Résultat A-B avec nouvelle méthodologie vs. B-C (extraction de surface) à >RESC (extraction sur fines) avec méthode « usuelle ».
- Options de gestion:
 - Réutiliser matériel/laisser en place
 - Gestion à moindre coût



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT

Comparaison de résultats entre laboratoires accrédités



acle

FORUM 2016

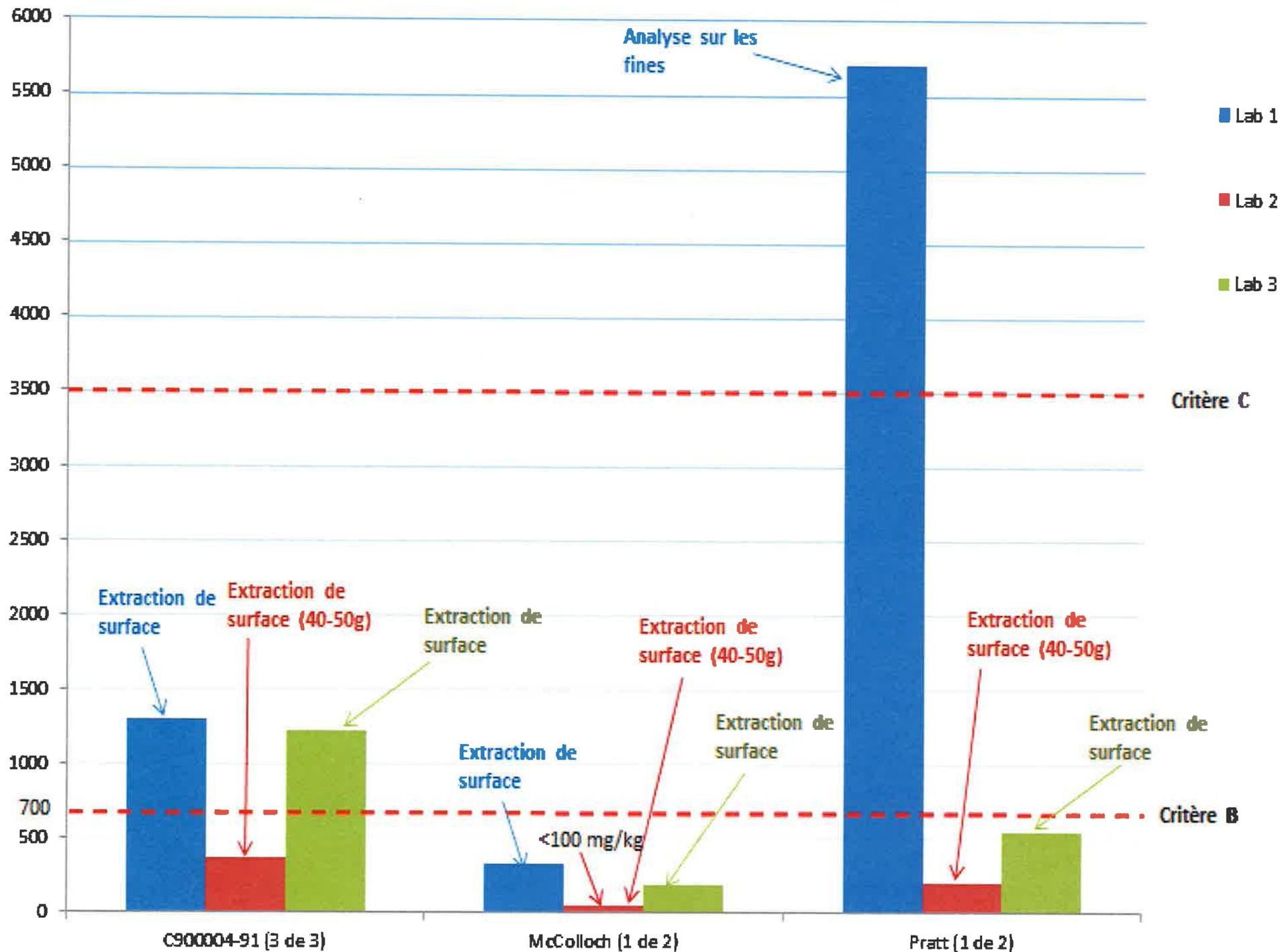
GÉOENVIRONNEMENT

Comparaison de résultats entre laboratoires accrédités

- **Objectif:** démontrer la non-représentativité des résultats analytiques fournis actuellement par les laboratoires accrédités pour les matériaux grossiers
- Trois échantillons ont été soumis à l'aveugle à trois laboratoires (sans instructions)
- Échantillons de type 20-5, MG-80 et MG-56 à MG112
- Analyse des HP C₁₀-C₅₀



Comparaison des Laboratoires - HP C₁₀-C₅₀



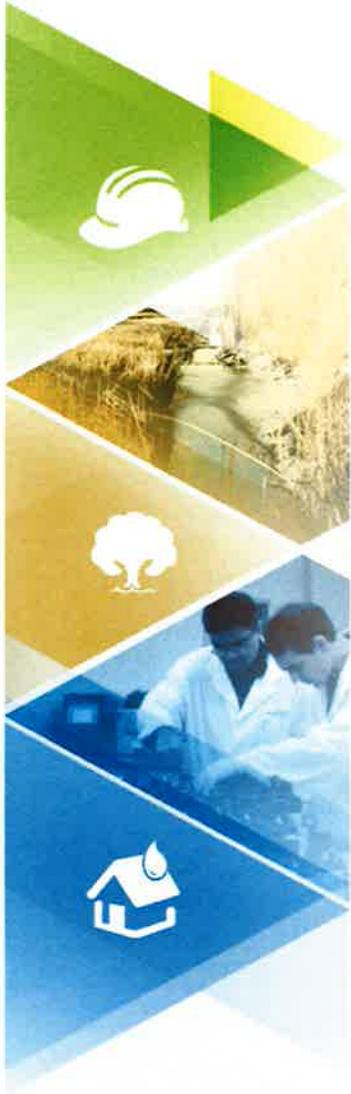
Comparaison de résultats entre laboratoires accrédités

- Résultats très variables
- Résultats dépendent de la méthodologie utilisée par les laboratoires
- Variantes:
 - Dimension des aliquotes
 - Quantité de réactifs d'extraction
 - Mode d'extraction (total ou partiel)
- Aucun encadrement
- Lissé à l'interprétation des laboratoires



Comparaison de résultats entre laboratoires accrédités

- Besoin d'une méthodologie ou d'un protocole standard pour les laboratoires afin d'obtenir des résultats comparables
- Manque de représentativité toujours une problématique



FORUM 2016

GÉOENVIRONNEMENT



Discussion/Questions

acle