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

ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE REPRÉSENTATIFS DES MATÉRIAUX GROSSIERS CONTAMINÉS

Présentateurs:

Pascal Crevier, géo. (SNC Lavalin)

François Lampron, ing. (GHD)

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Membres du sous-comité

Pascal Crevier, géo. (SNC Lavalin)

Stéphane Dubé (Maxxam Analytique)

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

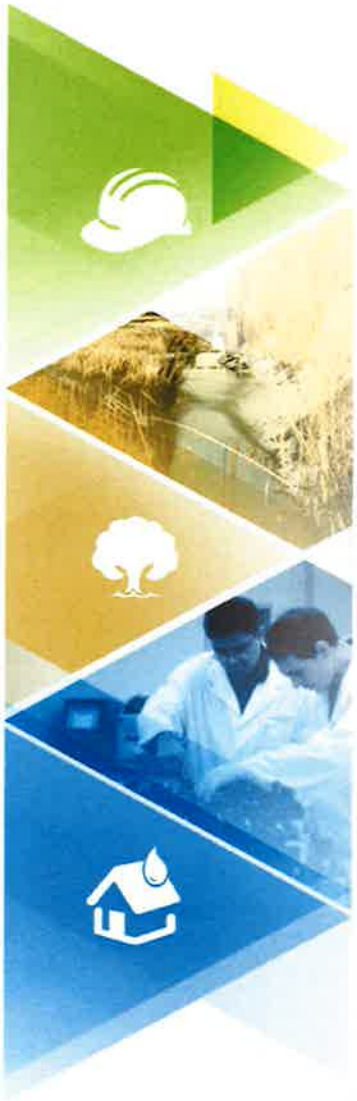
Marie-France Gravelle, ing. (GHD)

François Lampron, ing. (GHD)

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

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT



Plan de la présentation

1. Mise en contexte
2. Nouvelle méthodologie pour l'analyse représentative des matériaux grossiers
3. Application de la nouvelle méthodologie - Essais
4. Protocoles - Laboratoire d'analyses chimiques
5. Résultats des essais
6. Conclusions

acle

FORUM **2016**
GÉOENVIRONNEMENT

Mise en contexte

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Problématique

- Lors du prélèvement et de l'analyse d'un échantillon, on ne considère généralement que la fraction fine des échantillons

- Lorsque la fraction grossière (> 5 mm) est importante dans un matériau, il risque d'avoir un problème de représentativité du matériau

- Sous-estimer voire ne pas considérer la fraction grossière dans l'échantillonnage et l'analyse d'un matériau = impact sur les coûts de réhabilitation / gestion

acle

Problématique (suite)

- Aucune méthode d'analyse standardisée pour les matériaux grossiers n'existe chez les laboratoires d'analyses actuellement

- Nombreuses publications au Québec sur l'échantillonnage et/ou l'analyse des matériaux

- Aucun portrait global relié à la problématique des matériaux grossiers

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Objectifs du comité

- Donner un aperçu de la documentation existante et des lacunes relevées

- Proposer une méthodologie d'échantillonnage et d'analyse des matériaux grossiers qui donne des résultats plus représentatifs

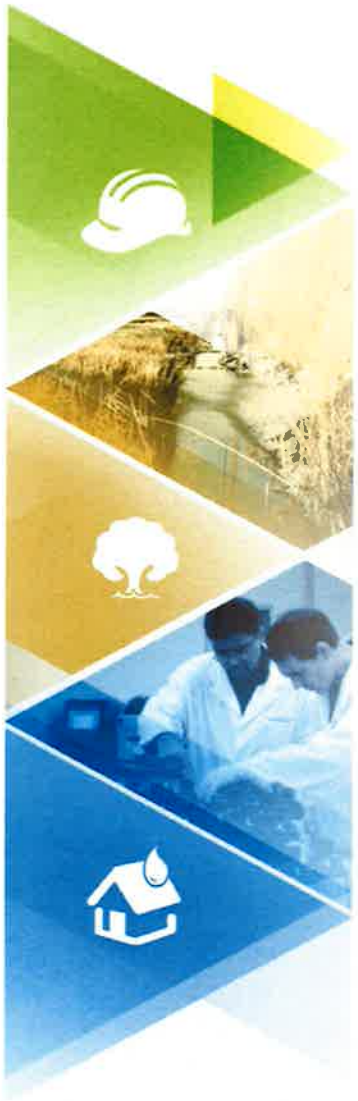
- Effectuer des essais avec la nouvelle méthodologie et présenter les résultats, avantages et limitations

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Documentation répertoriée

- Guide de bonnes pratiques pour la gestion des matériaux de démantèlement (MDDELCC, 2002)
- Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 5 - Échantillonnage des sols (CEAEQ, 2010)
- Norme NQ 2560-600 - Granulats - Matériaux recyclés fabriqués à partir de résidus de béton, d'enrobé bitumineux et de briques - Classification et caractéristiques
- Analyse des granulats naturels (MDDELCC, 2001)



Documentation répertoriée (suite)

- Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille (MDDELCC, juin 2009)

- Lieux d'enfouissement des sols contaminés - Guide de conception, d'implantation, de contrôle et de surveillance - Annexe 1 - Procédure d'évaluation et de gestion des fractions grossières (mars 2012)

- Méthodes d'analyse du CEAEQ

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Documentation - Analyses chimiques

Méthodes du CEAEQ:

- Anions - **MA.300-IONS 1.3**
- Métaux et métalloïdes - **MA. 200- met. 1.2**
- HP C_{10}-C_{50} - **MA.400-Hyd 1.1**
- HAP - **MA.400-HAP 1.1**
- BPC - **MA.400-BPC 1.0**
- COV - **MA.400-COV 2.0**

acle

Revue documentaire

Échantillonnage au chantier

- La plupart des guides / lignes directrices réfèrent au Cahier 5 - Échantillonnage des sols du CEAEQ

- Matériaux grossiers → Particules dont le diamètre > 2 mm ou > 5 mm

- Si proportion des matériaux grossiers (∅ > 5 mm) constitue > 80% p/p → il est recommandé d'utiliser un échantillon *complet* représentatif (fractions fine et grossière combinées)

- **Aucune précision sur la façon d'échantillonner les matériaux grossiers n'est apportée (ex.: volume / poids de l'échantillon, contenant à utiliser, etc.)**

Revue documentaire (suite)

Préparation et analyse des échantillons

- Si proportion des matériaux grossiers (∅ > 5 mm) constitue **moins de** 80% p/p → analyse menée sur fraction fine < 2 mm; comme un sol

- Broyage et frottis non recommandés

Revue documentaire (suite)

Préparation et analyse des échantillons (suite)

- Si proportion des matériaux grossiers (∅ > 5 mm) constitue **plus de** 80% p/p → analyse faite sur fractions fine et grossière combinées
  - *Selon Cahier 5 → contacter le laboratoire d'analyses pour établir la méthode d'extraction*
  - *Selon autres documents → contacter le CEAEQ*

- Pertinence de respecter les proportions de chaque fraction → Comment s'en assurer?

- Documents ne précisent pas de méthode d'analyse standardisée pour les matériaux grossiers

Revue documentaire (suite)

Interprétation des résultats

- Aucune méthode pour analyser la fraction grossière → Interprétation des résultats faite selon résultats de la fraction fine

Définitions

- Documentation révisée présente plusieurs définitions de différents matériaux, soit:
  - Sol
  - Granulat
  - Granulat naturel
  - Pierre
  - Pierre concassée
- **Des <u>contradictions</u> existent dans ces définitions**

Définitions (suite)

- **Sol:**
  - « (…) matériaux d'origine minérale composés de particules ou de fragments de **pierre**, de gravier, de sable, de silt ou d'argile, pouvant être en place ou étant rapportés, généralement de déblais, d'excavations, **de carrières**, de sablières ou de chambres d'emprunt (…) »

Source:
MTQ, Tome VII – MATÉRIAUX, décembre 2015

Définitions (suite)

- **Granulats naturels:**
  - matériaux naturels importés
  - recouvrent le sol
  - associés à des infrastructures
  - **extraits des carrières: pas à proprement parler des sols** car **issus des opérations de fracturation, de concassage et de tamisage d'une formation rocheuse**
  - pas des matières résiduelles ou des matériaux de démantèlement

Source:
GUIDE DE BONNES PRATIQUES POUR LA GESTION DES MATÉRIAUX DE DÉMANTÈLEMENT, août 2002

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Nos définitions

- **Matériaux fins**: > 80% < 5 mm
  (sable, silt, argile)

- **Matériaux grossiers * :**
  > 20% > 5 mm et < 80% > 80 mm (gravier)

- **Cailloux**: > 80% > 80 mm

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

acle

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	3/4" - 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, silt, argile < 5mm

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

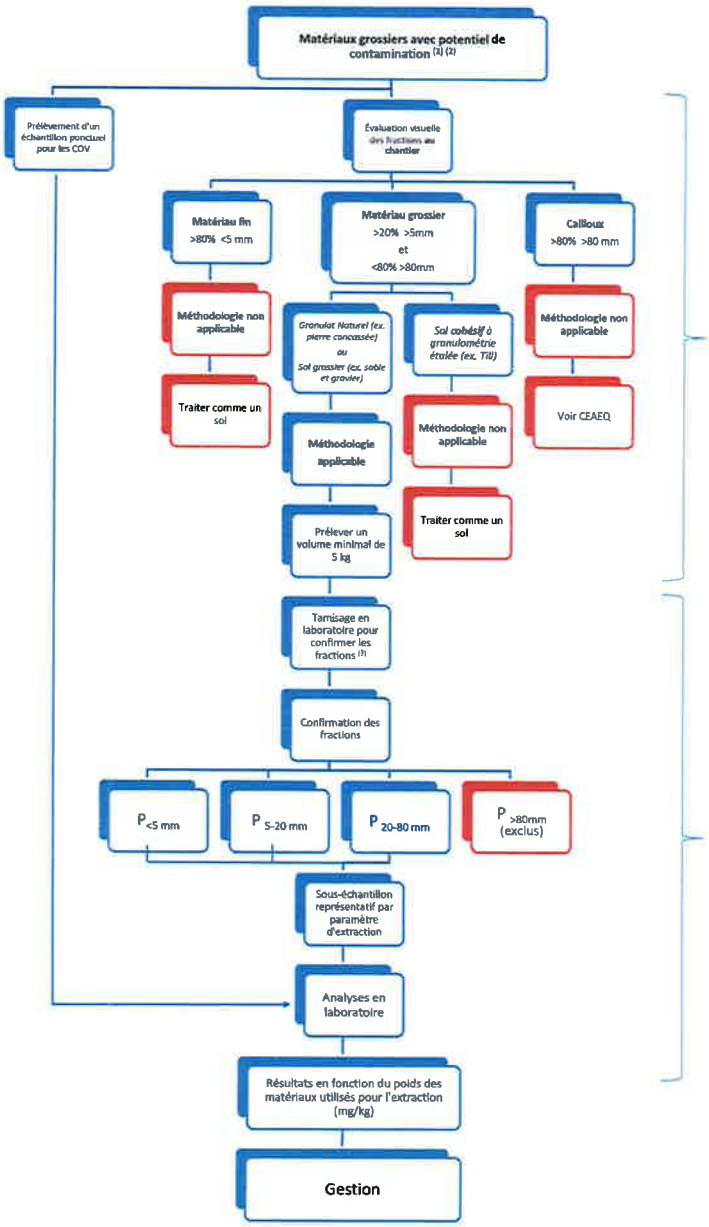
Nouvelle méthodologie pour l'analyse représentative des matériaux grossiers

acle

Nouvelle méthodologie

- La documentation indique de contacter le CEAEQ et/ou les laboratoires d'analyses lorsque la fraction > 5 mm représente > 80% (matériaux grossiers)
- Notre sous-comité a contacté le CEAEQ et a obtenu un protocole préliminaire pour l'analyse des matériaux grossiers
- La nouvelle méthodologie proposée est basée sur ce protocole

MÉTHODOLOGIE POUR L'ANALYSE REPRÉSENTATIVE DES MATÉRIAUX GROSSIERS



CHANTIER

LABORATOIRE

NOTES

[1] L'échantillon ne doit pas contenir > 20% de matières résiduelles (ex. granulats de béton, mâchefers, scories, MRD)

[2] Pour obtenir un échantillon représentatif et de volume suffisant, une méthode d'échantillonnage par tranchée de reconnaissance est nécessaire, à moins que l'on soit en contexte de réhabilitation.

[3] Assurer la décontamination des équipements de tamisage et quartage (avant et après)

Nouvelle méthodologie (suite)

- Applicable pour matériaux grossiers avec un **potentiel de contamination**
- L'échantillon ne doit pas contenir > 20% de matières résiduelles (ex. granulats de béton, mâchefers, scories, MRD)
- Méthode d'échantillonnage par **tranchée de reconnaissance** est nécessaire, à moins que l'on soit en contexte de réhabilitation
- Non applicable pour les contaminants volatils (échantillon ponctuel requis)

Nouvelle méthodologie (suite)

1e étape - Chantier

- Évaluation visuelle des fractions au chantier
- Trois catégories de fractions :
  - Matériaux fins
  - Matériaux grossiers
  - Cailloux

Nouvelle méthodologie (suite)

1e étape - Chantier (suite)

Matériaux fins	Matériaux grossiers	Cailloux
↓	↓	↓
Traiter comme un sol	Appliquer la méthodologie	Méthodologie non applicable

Nouvelle méthodologie (suite)

1e étape - Chantier (suite)

- Prélever un échantillon minimal de 5 kg
- Transférer au laboratoire de sols

Nouvelle méthodologie (suite)

2e étape - Laboratoire de sols

- Tamisage pour confirmer les fractions
- Assurer la décontamination des équipements de tamisage et quartage (avant et après)
- Confirmation des fractions:
  - P < 5 mm
  - P 5-20 mm
  - P 20-80 mm
  - P > 80 mm (exclus)

Nouvelle méthodologie (suite)

2e étape - Laboratoire de sols (suite)

- Reconstruction d'un échantillon représentatif selon la pondération massique (p/p)
  - % < 5 mm / masse totale du 0-80 mm
  - % 5-20 mm / masse totale du 0-80 mm
  - % 20-80 mm / masse totale du 0-80 mm

Nouvelle méthodologie (suite)

3e étape - Laboratoire d'analyses chimiques

- Analyse chimique des paramètres d'intérêt sur l'échantillon représentatif pondéré
- Résultats en fonction du poids des matériaux utilisés pour l'extraction (mg/kg)

Nouvelle méthodologie (suite)

4e et dernière étape - Analyse et gestion

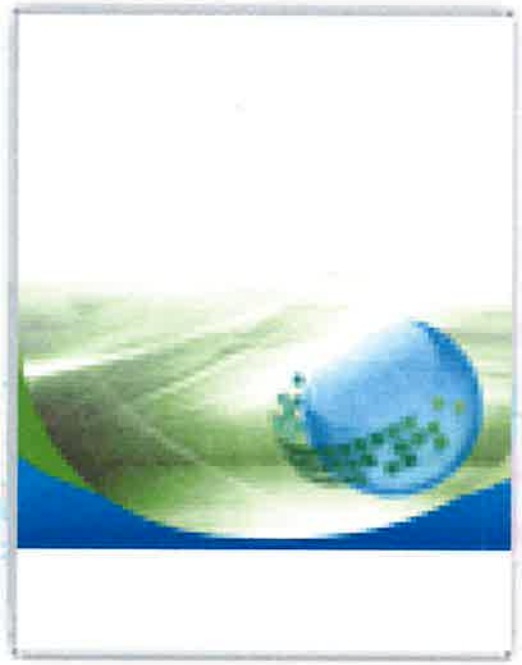
- Analyse des résultats obtenus
- Gestion en fonction des résultats

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Application de la nouvelle méthodologie - Essais

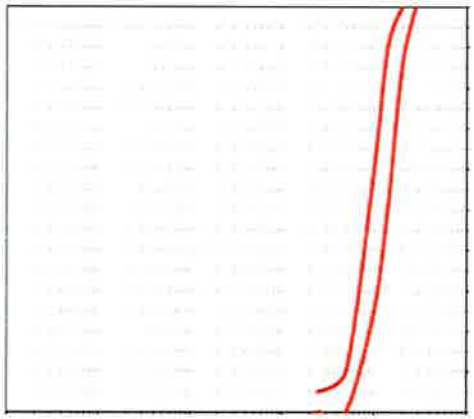
acle

Granulats à béton - Pierre nette (norme CAN/CSA A23.1-14)

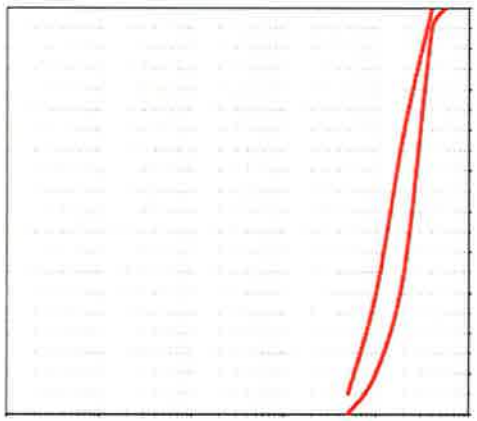


	Dimension nominale du granulat, mm	Pourcentage de la masse totale passant chaque tamis*										
		112 mm	80 mm	56 mm	40 mm	28 mm	20 mm	14 mm	10 mm	5 mm	2,5 mm	1,25 mm
Groupe I	40 à 5†	—	—	100	95 à 100	—	35 à 70	—	10 à 30	0 à 5	—	—
	28 à 5†	—	—	—	100	95 à 100	—	30 à 65	—	0 à 10	0 à 5	—
	20 à 5	—	—	—	—	100	85 à 100	50 à 90	25 à 60	0 à 10	0 à 5	—
	14 à 5	—	—	—	—	—	100	90 à 100	45 à 75	0 à 15	0 à 5	—
	10 à 2,5	—	—	—	—	—	—	100	85 à 100	10 à 30	0 à 10	0 à 5
Groupe II	80 à 40	100	90 à 100	25 à 60	0 à 15	—	0 à 5	—	—	—	—	—
	56 à 28	—	100	90 à 100	30 à 65	0 à 15	—	0 à 5	—	—	—	—
	40 à 20	—	—	100	90 à 100	25 à 60	0 à 15	—	0 à 5	—	—	—
	28 à 14	—	—	—	100	90 à 100	30 à 65	0 à 15	—	0 à 5	—	—
	20 à 10	—	—	—	—	100	85 à 100	—	0 à 20	0 à 5	—	—
	14 à 10	—	—	—	—	—	100	85 à 100	0 à 45	0 à 10	—	—
	10 à 5	—	—	—	—	—	—	100	85 à 100	0 à 20	0 à 5	—
	5 à 2,5	—	—	—	—	—	—	—	100	70 à 100	10 à 40	0 à 10

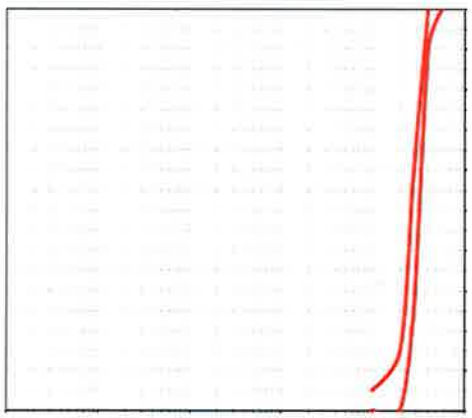
PN20-5



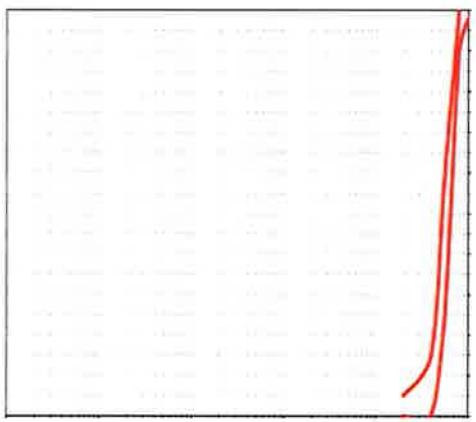
PN40-5



PN40-20



PN80-40



Fuseaux granulométriques - Pierre concassée (norme BNQ 2560-114/2014)

Norme

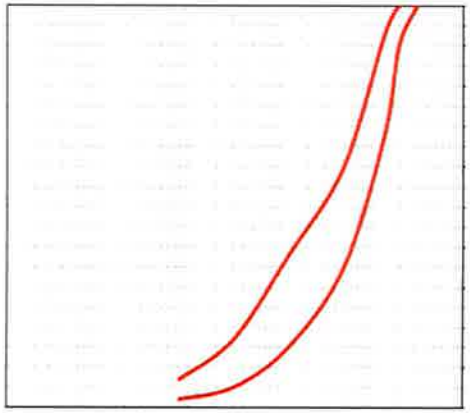
Matériau granulaire	Tamis, en mm									Tamis, en µm	
	112	80	56	40	31,5	20	14	5	1,25	315	80
	Passant, en %										
MG 20				s. o.	100	90-100	68-93	35-60	15-38	5-17	2,0-7,0
MG 20b				s. o.	100	90-100	68-93	35-60	15-38	5-17	5,0-11,0
MG 31,5			100	s. o.	90-100	s. o.	60-90	30-60	15-40	5-20	2,0-8,0
MG 56		100	82-100	s. o.	55-85	s. o.	s. o.	25-50	11-30	4-18	2,0-7,0
MG 80	100	80-100	60-85	s. o.	35-60	s. o.	23-45	12-29	5-17	1-15	0-10,0
MG 112	100	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	12-100	s. o.	s. o.	0-10,0

NOTES —

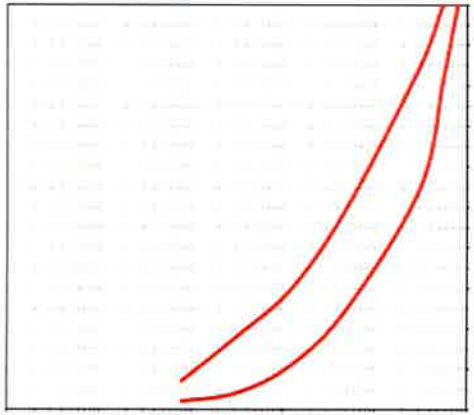
1 La mention s. o. signifie qu'il n'y a pas d'exigences pour le tamis concerné.

2 Comme il est indiqué dans l'objet et le domaine d'application, les exigences du présent tableau s'appliquent avant le transport et la mise en œuvre des granulats. Certains donneurs d'ouvrage peuvent établir des exigences qui s'appliquent après la mise en œuvre des granulats, notamment dans les clauses techniques de devis particuliers ou dans un cahier des charges. Il importe alors de noter que les conditions de mise en œuvre, notamment le compactage, la mise en circulation sur le chantier et la ségrégation peuvent avoir une incidence sur la granularité des matériaux.

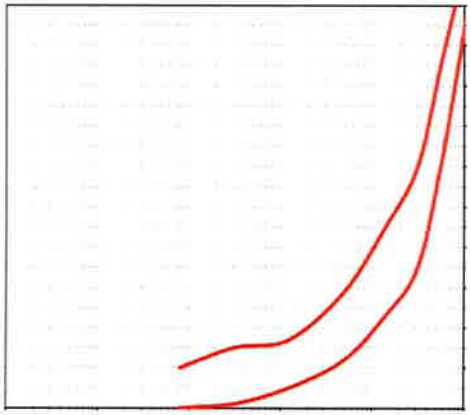
MG-20



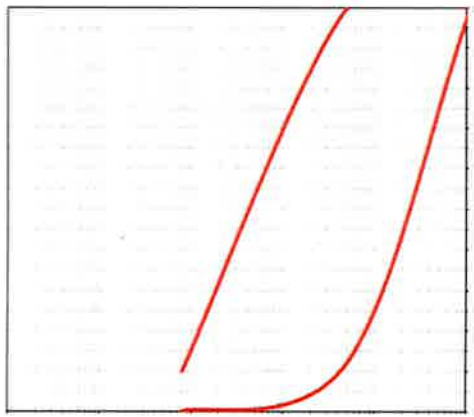
MG-56



MG-80



MG-112



Échantillons pris en compte

Sept (7) échantillons de matériaux grossiers (échantillons originaux: sacs de 5 à 20 kg):

1. Pierre nette - sous-fondation de chaussée - contamination anticipée: phénoliques et/ou hydrocarbures
2. Pierre concassée - recouvrement (poste électrique) - contamination anticipée: métaux
3. Pierre concassée - recouvrement (poste électrique) - contamination anticipée: BPC
4. Pierre nette - recouvrement (poste électrique) contamination anticipée: hydrocarbures

Échantillons pris en compte (suite)

Sept (7) échantillons de matériaux grossiers (échantillons originaux: sacs de 5 à 20 kg):

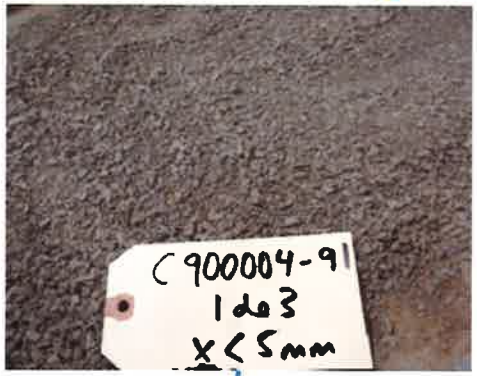
5. Pierre concassée - sous-fondation de chaussée - contamination anticipée: hydrocarbures
6. Pierre concassée - sous-fondation de chaussée - contamination anticipée: hydrocarbures
7. Roc fracturé – granulométrie ≈ pierre concassée - matériaux excavés mis en piles - site résidentiel - contamination anticipée: hydrocarbures

Vrac + ponctuel

Préparation

Séchage

Tamisage:



Pondération

Envoi au laboratoire
(Vrac pondéré + ponctuels)

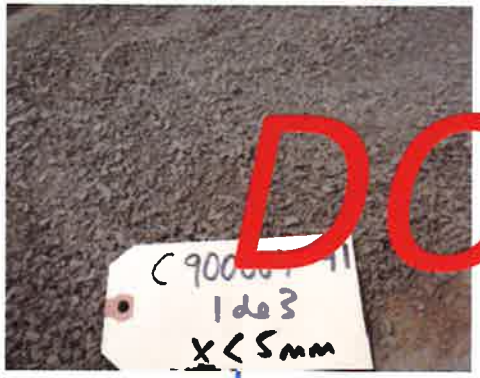
Essai en laboratoire d'analyses

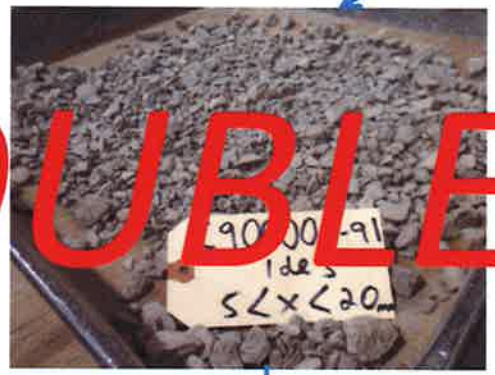
Vrac + ponctuel

Préparation

Séchage

Tamisage:

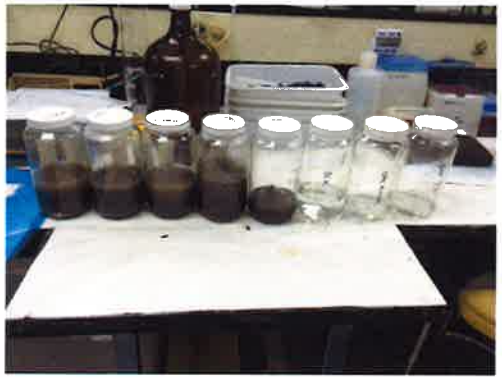




DOUBLE

Pondération

Envoi au laboratoire
(Vrac pondéré + ponctuels)



Essai en laboratoire d'analyses

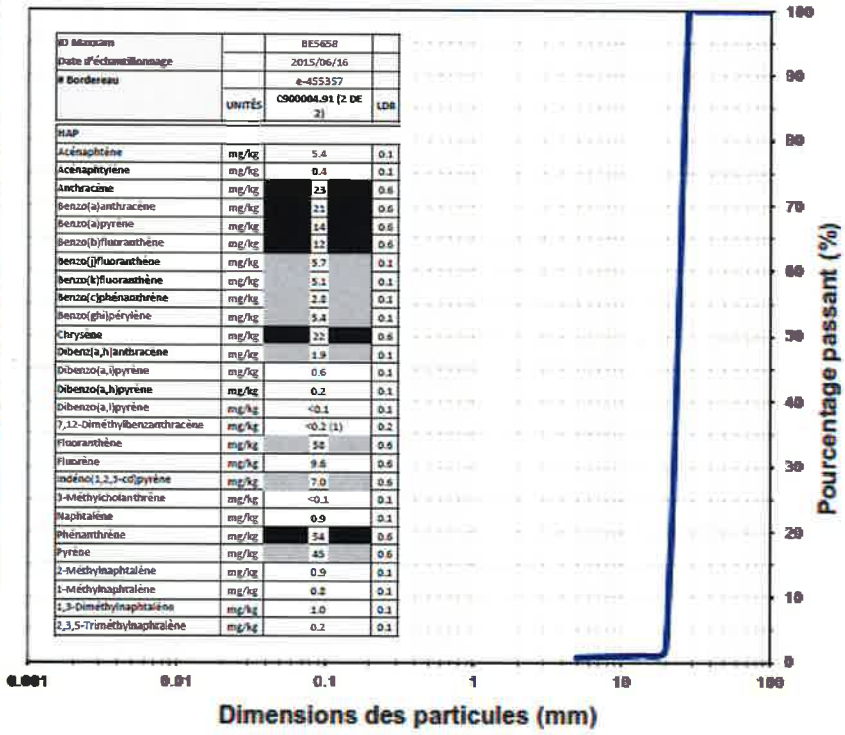
FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Détails des échantillons analysés

PN40-20 (±)

Courbe granulométrique

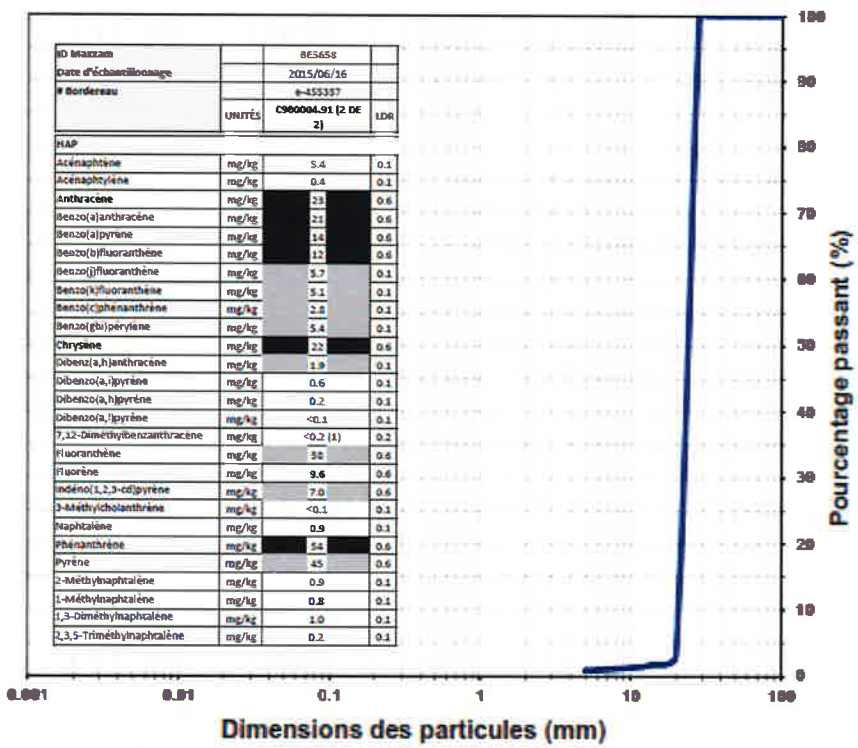
ID Maxxam		BE5658	
Date d'échantillonnage		2015/06/16	
# Bordereau		e-455357	
	UNITÉS	C900084.91 (2 DE 2)	LDR
HAP			
Acénaphtène	mg/kg	5.4	0.1
Acénaphtylène	mg/kg	0.4	0.1
Anthracène	mg/kg	23	0.6
Benzo(a)anthracène	mg/kg	21	0.6
Benzo(a)pyrène	mg/kg	14	0.6
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	12	0.6
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	5.7	0.1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	5.1	0.1
Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	2.8	0.1
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	5.4	0.1
Chrysène	mg/kg	22	0.6
Dibenz[a,h]anthracène	mg/kg	1.9	0.1
Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0.6	0.1
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.2	0.1
Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	<0.1	0.1
7,12-Diméthylbenzanthracène	mg/kg	<0.2 (1)	0.2
Fluoranthène	mg/kg	50	0.6
Fluorène	mg/kg	9.6	0.6
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	7.0	0.6
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	<0.1	0.1
Naphtalène	mg/kg	0.9	0.1
Phénanthrène	mg/kg	54	0.6
Pyrène	mg/kg	45	0.6
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.9	0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.8	0.1
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	1.0	0.1
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.2	0.1



PN40-20 (±)

Courbe granulométrique

ID Maxxam		BE5658	
Date d'échantillonnage		2015/06/16	
# Bordereau		e-455357	
	UNITÉS	C900084.91 (2 DE 2)	LDR
HAP			
Acénaphtène	mg/kg	5.4	0.1
Acénaphtylène	mg/kg	0.4	0.1
Anthracène	mg/kg	23	0.6
Benzo(a)anthracène	mg/kg	21	0.6
Benzo(a)pyrène	mg/kg	14	0.6
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	12	0.6
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	5.7	0.1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	5.1	0.1
Benzo(c)phenanthrène	mg/kg	2.8	0.1
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	5.4	0.1
Chrysène	mg/kg	22	0.6
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg	1.9	0.1
Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0.6	0.1
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.2	0.1
Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	<0.1	0.1
7,12-Dimethylbenzanthracène	mg/kg	<0.2 (1)	0.2
Fluoranthène	mg/kg	50	0.6
Fluorène	mg/kg	9.6	0.6
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	7.0	0.6
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	<0.1	0.1
Naphtalène	mg/kg	0.9	0.1
Phénanthrène	mg/kg	54	0.6
Pyrène	mg/kg	45	0.6
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.9	0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.8	0.1
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	1.0	0.1
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.2	0.1



acle

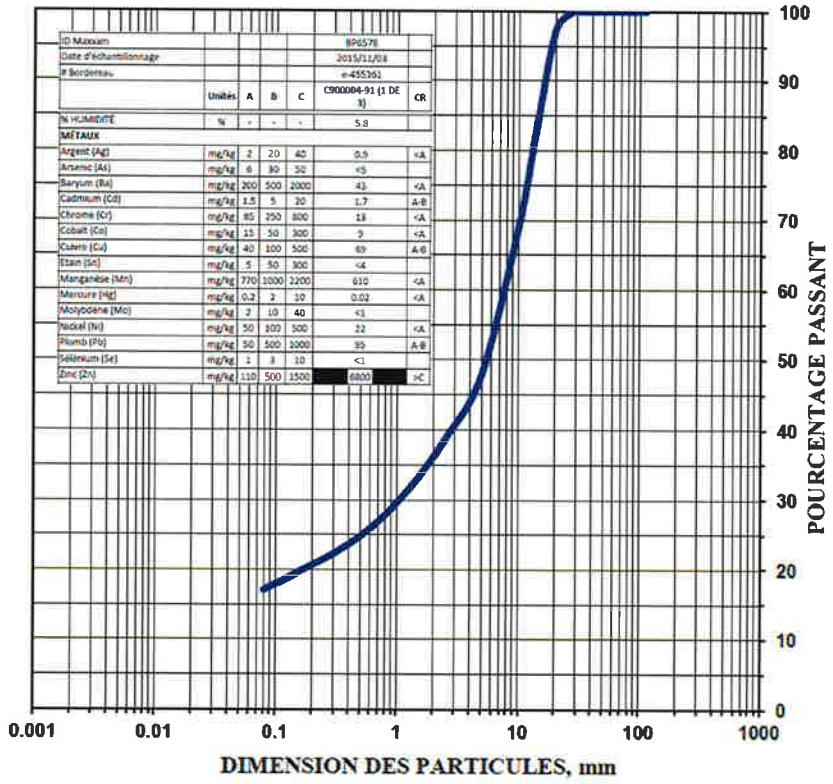
FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

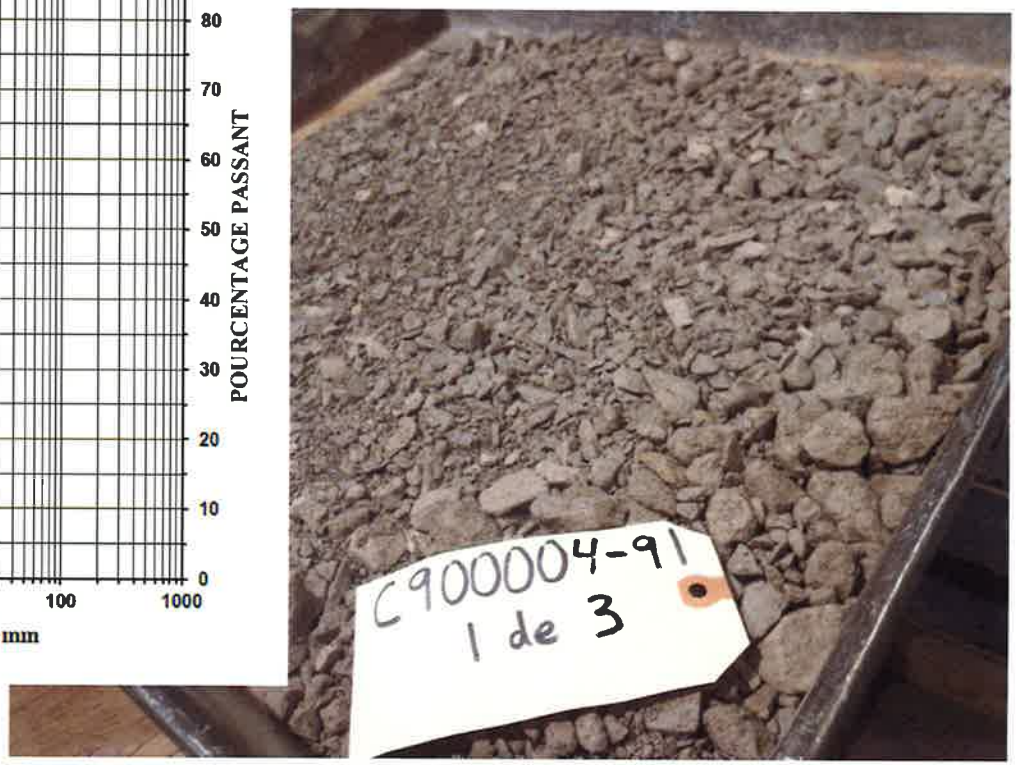
Détails des échantillons analysés (suite)

MG-20 (±)

COURBE GRANULOMÉTRIQUE

ID Maxxam					BP6578	
Date d'échantillonnage					2015/11/03	
# Bordereau					e-455361	
	Unités	A	B	C	C900004-91 (1 DE 3)	CR
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	5.8	
MÉTAUX						
Argent (Ag)	mg/kg	2	20	40	0.9	<A
Arsenic (As)	mg/kg	6	30	50	<5	
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2000	43	<A
Cadmium (Cd)	mg/kg	1.5	5	20	1.7	A-B
Chrome (Cr)	mg/kg	85	250	800	18	<A
Cobalt (Co)	mg/kg	15	50	300	9	<A
Cuivre (Cu)	mg/kg	40	100	500	69	A-B
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	<4	
Manganèse (Mn)	mg/kg	770	1000	2200	610	<A
Mercure (Hg)	mg/kg	0.2	2	10	0.02	<A
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	10	40	<1	
Nickel (Ni)	mg/kg	50	100	500	22	<A
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1000	95	A-B
Sélénium (Se)	mg/kg	1	3	10	<1	
Zinc (Zn)	mg/kg	110	500	1500	6800	>C

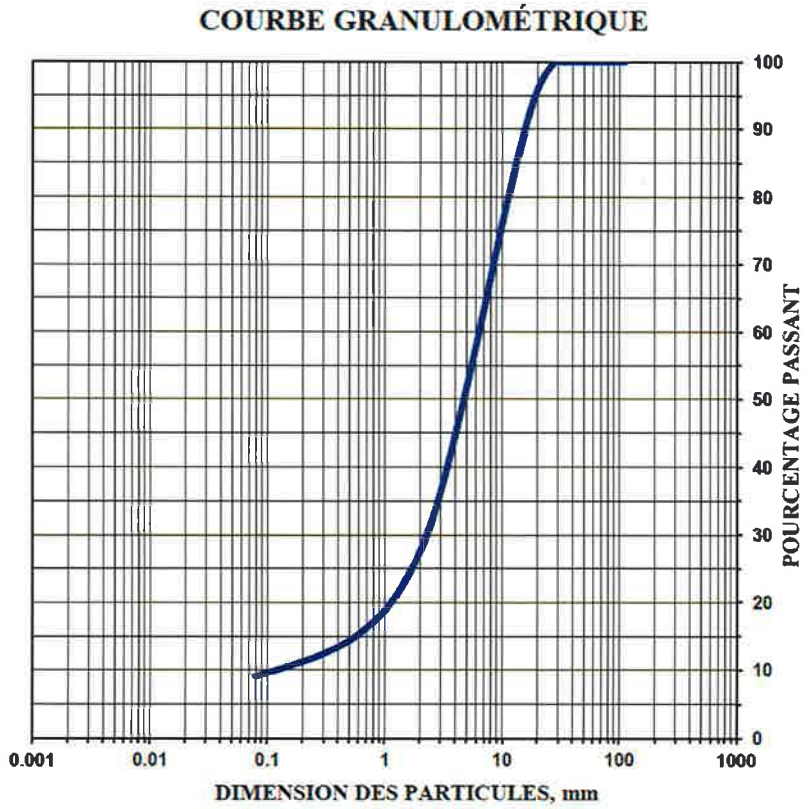




FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Détails des échantillons analysés (suite)

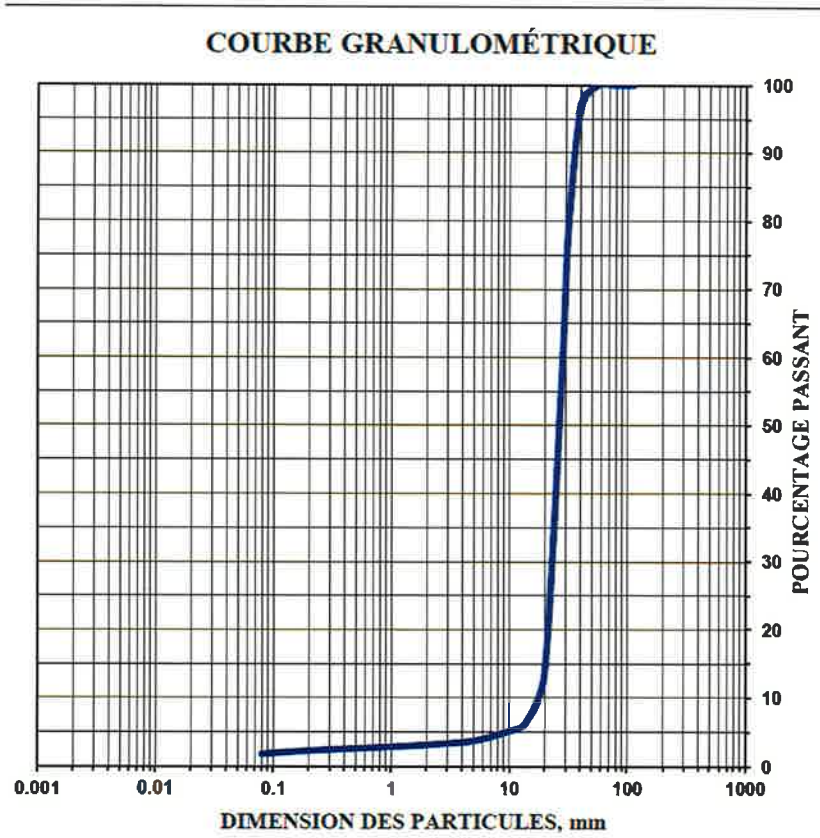
MG-56 (±)



ID Maxxam					BP6578		BP6579		
Date d'échantillonnage					2015/11/03		2015/11/03		
# Bordereau					e-455361		e-455361		
	Unités	A	B	C	C900004-91 (1 DE 3)	CR	C900004-91 (2 DE 3)	CR	LDR
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	5.8		6.3		N/A
BPC									
BPC Totaux	mg/kg	0.05	1	10	<0.01		2.0	B-C	0.01

Détails des échantillons analysés (suite)

PN20-5 (±)



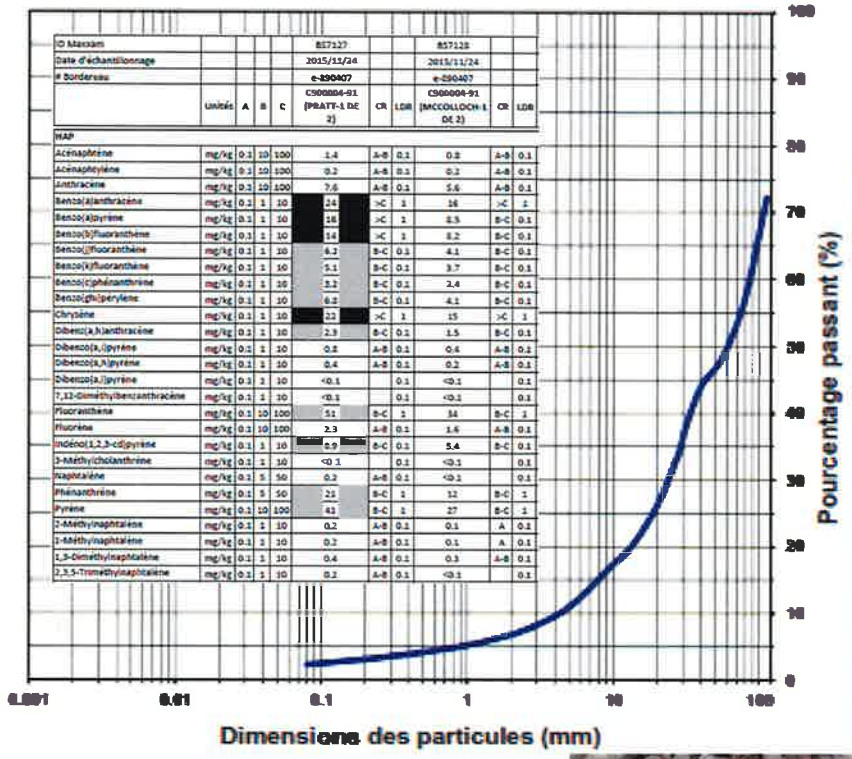
ID Maxxam					BP6579			BP6580		
Date d'échantillonnage					2015/11/03			2015/11/03		
# Bordereau					e-455361			e-455361		
	Unités	A	B	C	C900004-91 (2 DE 3) Dup. de Lab.	CR	Lot CQ	C900004-91 (3 DE 3)	CR	LDR
% HUMIDITÉ	%	-	-	-	6.3		N/A	N/A		N/A
HYDROCARBURES PÉTROLIERS										
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	300	700	3500	<100		1533183	1600	B-C	100

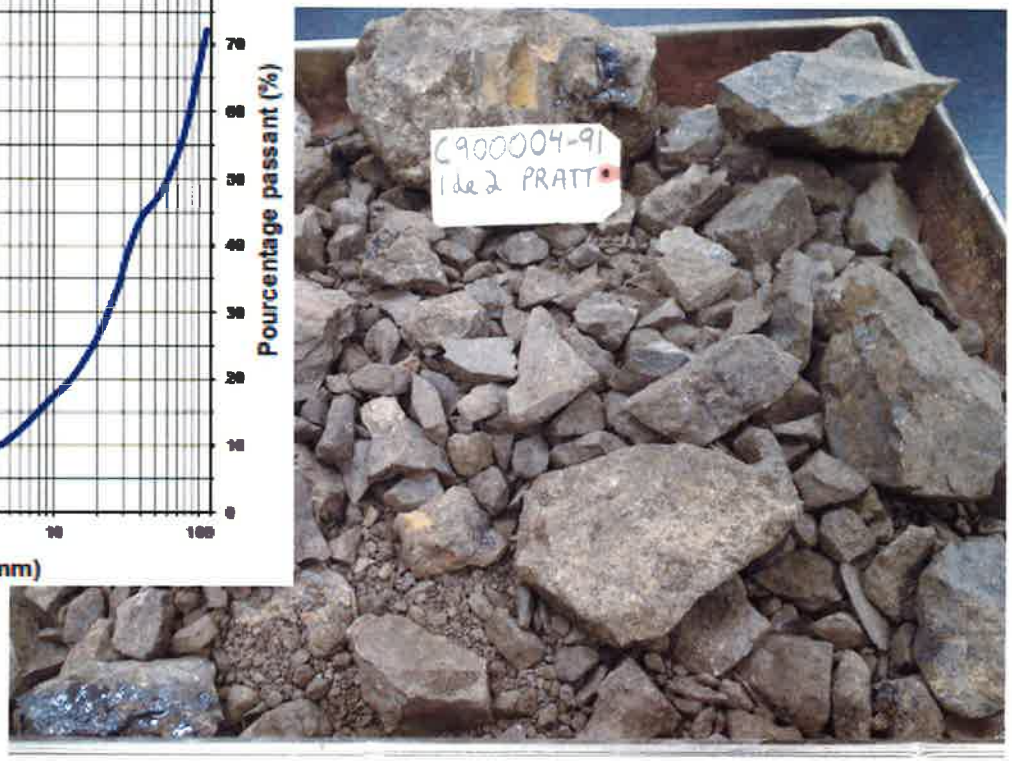
Détails des échantillons analysés (suite)

MG-80 (±)

Courbe granulométrique

ID Maxxam					857127			857128		
Date d'échantillonnage					2015/11/24			2015/11/24		
# Bordereau					e-290407			e-290407		
	Unités	A	B	C	C900004-91 (PRATT-1 DE 2)	CR	LDR	C900004-91 (MCCOLLOCH-1 DE 2)	CR	LDR
HAP										
Acénaphtène	mg/kg	0.1	10	100	1.4	A-B	0.1	0.8	A-B	0.1
Acénaphtylène	mg/kg	0.1	10	100	0.2	A-B	0.1	0.2	A-B	0.1
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	7.6	A-B	0.1	5.6	A-B	0.1
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	24	>C	1	16	>C	1
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	16	>C	1	8.5	B-C	0.1
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	14	>C	1	8.2	B-C	0.1
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	6.2	B-C	0.1	4.1	B-C	0.1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	5.1	B-C	0.1	3.7	B-C	0.1
Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	0.1	1	10	3.2	B-C	0.1	2.4	B-C	0.1
Benzo(ghi)perylène	mg/kg	0.1	1	10	6.0	B-C	0.1	4.1	B-C	0.1
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	22	>C	1	15	>C	1
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	2.3	B-C	0.1	1.5	B-C	0.1
Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	0.8	A-B	0.1	0.4	A-B	0.1
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	0.4	A-B	0.1	0.2	A-B	0.1
Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
7,12-Diméthylbenz(a)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	51	B-C	1	34	B-C	1
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	2.3	A-B	0.1	1.6	A-B	0.1
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	6.9	B-C	0.1	5.4	B-C	0.1
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	0.2	A-B	0.1	<0.1		0.1
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	21	B-C	1	12	B-C	1
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	41	B-C	1	27	B-C	1
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	0.1	A	0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	0.1	A	0.1
1,3-Diméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.4	A-B	0.1	0.3	A-B	0.1
2,3,5-Triméthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	<0.1		0.1

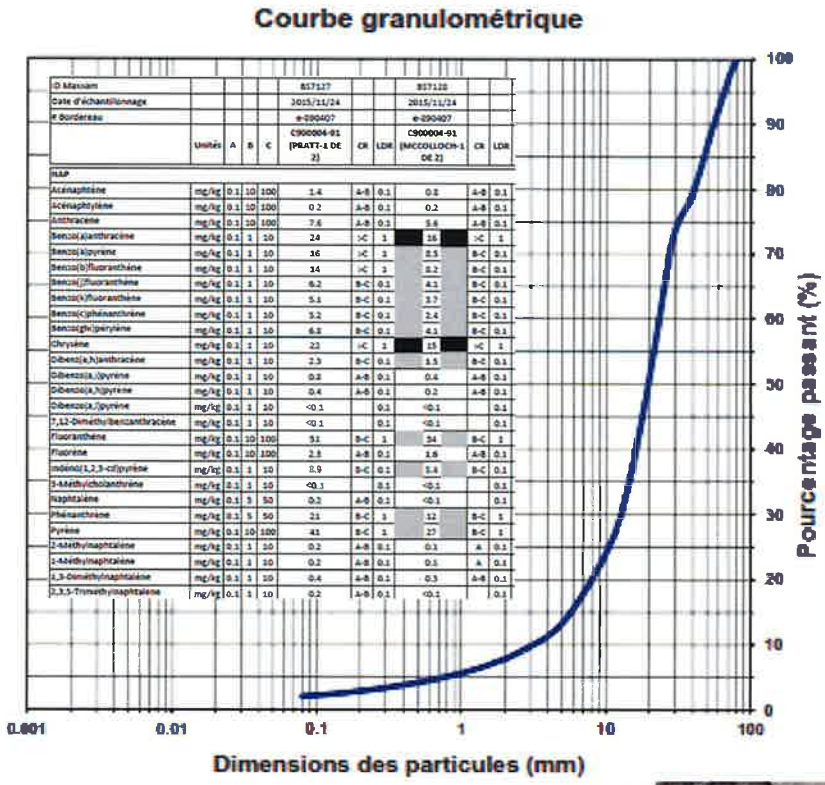




FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Détails des échantillons analysés (suite)

MG-56 à MG-112

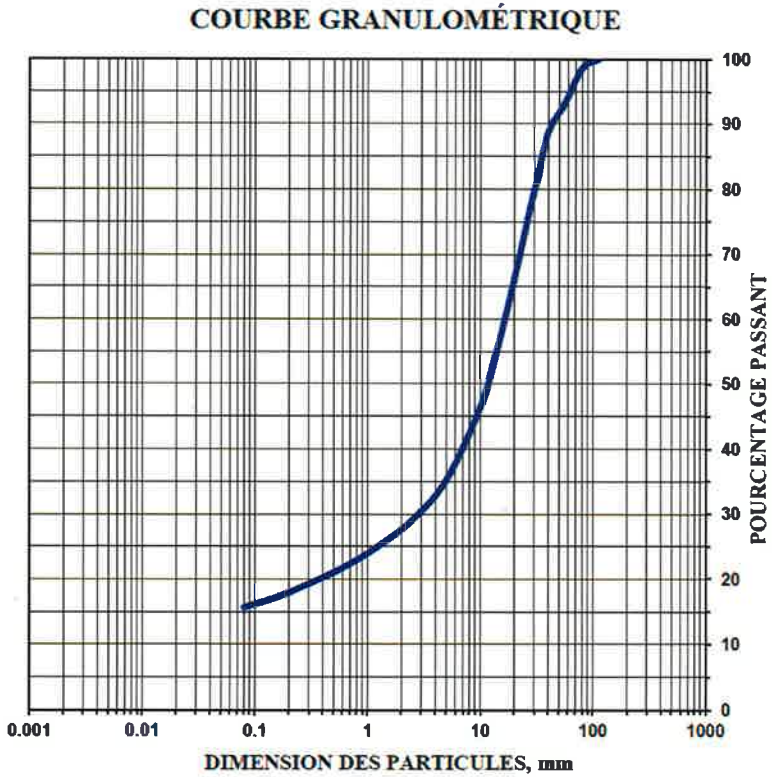


ID Maxxam					B17127			B17128		
Date d'échantillonnage					2015/11/24			2015/11/24		
# Bordereau					e-290407			e-290407		
	Unités	A	B	C	C900004-01 (PRATT-1 DE 2)	CR	LDR	C900004-01 (MCCOLLOCH-1 DE 2)	CR	LDR
HAP										
Acénaphtène	mg/kg	0.1	10	100	1.4	A-B	0.1	0.2	A-B	0.1
Acénaphtylène	mg/kg	0.1	10	100	0.2	A-B	0.1	0.2	A-B	0.1
Anthracène	mg/kg	0.1	10	100	7.6	A-B	0.1	5.6	A-B	0.1
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	24	>C	1	16	>C	1
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	16	>C	1	8.5	B-C	0.1
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	14	>C	1	8.2	B-C	0.1
Benzo(j)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	6.2	B-C	0.1	4.1	B-C	0.1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0.1	1	10	5.1	B-C	0.1	3.7	B-C	0.1
Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	0.1	1	10	3.2	B-C	0.1	2.4	B-C	0.1
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg	0.1	1	10	6.8	B-C	0.1	4.1	B-C	0.1
Chrysène	mg/kg	0.1	1	10	22	>C	1	15	>C	1
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg	0.1	1	10	2.3	B-C	0.1	1.5	B-C	0.1
Dibenzo(a,i)pyrene	mg/kg	0.1	1	10	0.8	A-B	0.1	0.4	A-B	0.1
Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	0.4	A-B	0.1	0.2	A-B	0.1
Dibenzo(a,l)pyrene	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
7,12-Dimethylbenzanthracène	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
Fluoranthène	mg/kg	0.1	10	100	51	B-C	1	34	B-C	1
Fluorène	mg/kg	0.1	10	100	2.8	A-B	0.1	1.6	A-B	0.1
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg	0.1	1	10	8.9	B-C	0.1	5.4	B-C	0.1
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0.1	1	10	<0.1		0.1	<0.1		0.1
Naphtalène	mg/kg	0.1	5	50	0.2	A-B	0.1	<0.1		0.1
Phénanthrène	mg/kg	0.1	5	50	21	B-C	1	12	B-C	1
Pyrène	mg/kg	0.1	10	100	41	B-C	1	27	B-C	1
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	0.1	A	0.1
1-Méthylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	0.1	A	0.1
1,3-Dimethylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.4	A-B	0.1	0.3	A-B	0.1
2,3,5-Trimethylnaphtalène	mg/kg	0.1	1	10	0.2	A-B	0.1	<0.1		0.1

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Détails des échantillons analysés (suite)

MG-56 (±)



ID Maxxam					BY7938	
Date d'échantillonnage					2016/01/25	
# Bordereau					E-455367	
	Unités	A	B	C	ROC(PI-5)-<5MM	CR
HYDROCARBURES PÉTROLIERS						
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	300	700	3500	410	A-B

FORUM **2016**
GÉOENVIRONNEMENT

Protocoles:
Laboratoires d'analyses chimiques

acle

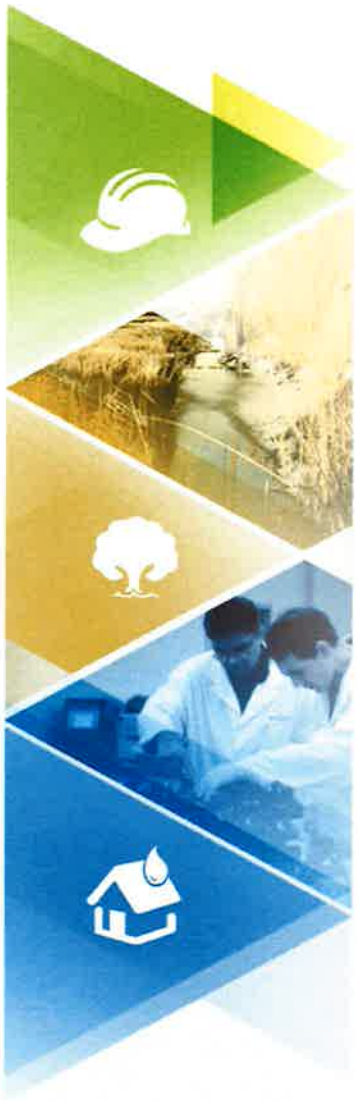
FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Méthodologie usuelle (sols)

Selon les méthodes du CEAEQ:

- Aliquote de 1 à 10 g d'échantillon, dépendamment du type d'analyse à réaliser
- Échantillons passant les tamis de 2 ou 5 mm
- 250 g suffisant pour l'ensemble des analyses
- Réactifs et volumes prescrits par le CEAEQ
- Contenants utilisés varient de 40 à 300 ml

acle



Méthodologie actuelle (matériaux grossiers)

- RAPPEL - Cahier 5 du Guide d'échantillonnage: recommande d'analyser les échantillons au complet (fractions fines et grossières combinées)

- Si aucune instruction n'est fournie au laboratoire:
  - extraction de surface: fines insuffisantes
  - extraction sur les fines (< 5 mm): si suffisantes

- Protocoles varient selon les laboratoires (prélèvement et extraction non standardisés)

- Communication "aléatoire" avec les consultants

- En conséquence: **résultats variables à prévoir**

Méthodologie actuelle (matériaux grossiers)

- RAPPEL - Cahier 5 du Guide d'échantillonnage: recommande d'analyser les échantillons au complet (fractions fines et grossières combinées)

DOUBLE

- Si aucune instruction n'est fournie au laboratoire:
  - extraction de surface: fines insuffisantes
  - extraction sur les fines (< 5 mm): si suffisantes

- Protocoles varient selon les laboratoires (prélèvement et extraction non standardisés)

- Communication ''aléatoire'' avec les consultants

- En conséquence: **résultats variables à prévoir**

Nouvelle méthodologie (matériaux grossiers)

Différences - méthode utilisée vs méthodes usuelles

- Échantillons de 20 kg → sous-échantillons de 5 kg → aliquotes représentatifs de 80 à 500 g, recomposés à partir des fractions < 5 mm, 5-20 mm et 20-80 mm

- Contenants surdimensionnés et submersion totale des échantillons; modification des techniques d'extraction prescrites dans méthodes du CEAEQ:

    - Bains à ultrasons pour les organiques
    - Digestion à chaud pour les métaux
    - Extraction à l'eau sur extracteur rotatif; anions

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Nouvelle méthodologie (matériaux grossiers)

Différences - méthode utilisée vs méthodes usuelles

- Échantillons de 20 kg → sous-échantillons de 5 kg → aliquotes représentatifs de 80 à 500 g, recomposés à partir des fractions < 5 mm, 5-20 mm et 20-80 mm

- Contenants surdimensionnés et submersion totale des échantillons; modification des techniques d'extraction prescrites dans méthodes du CEAEQ:
  - Bains à ultrasons pour les organiques
  - Digestion à chaud pour les métaux
  - Extraction à l'eau sur extracteur rotatif; anions

SWITCH DE DIAPOSITIVE

acle

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Nouvelle méthodologie (matériaux grossiers)

Organiques

Anions

Métaux

acle

Nouvelle méthodologie (matériaux grossiers)

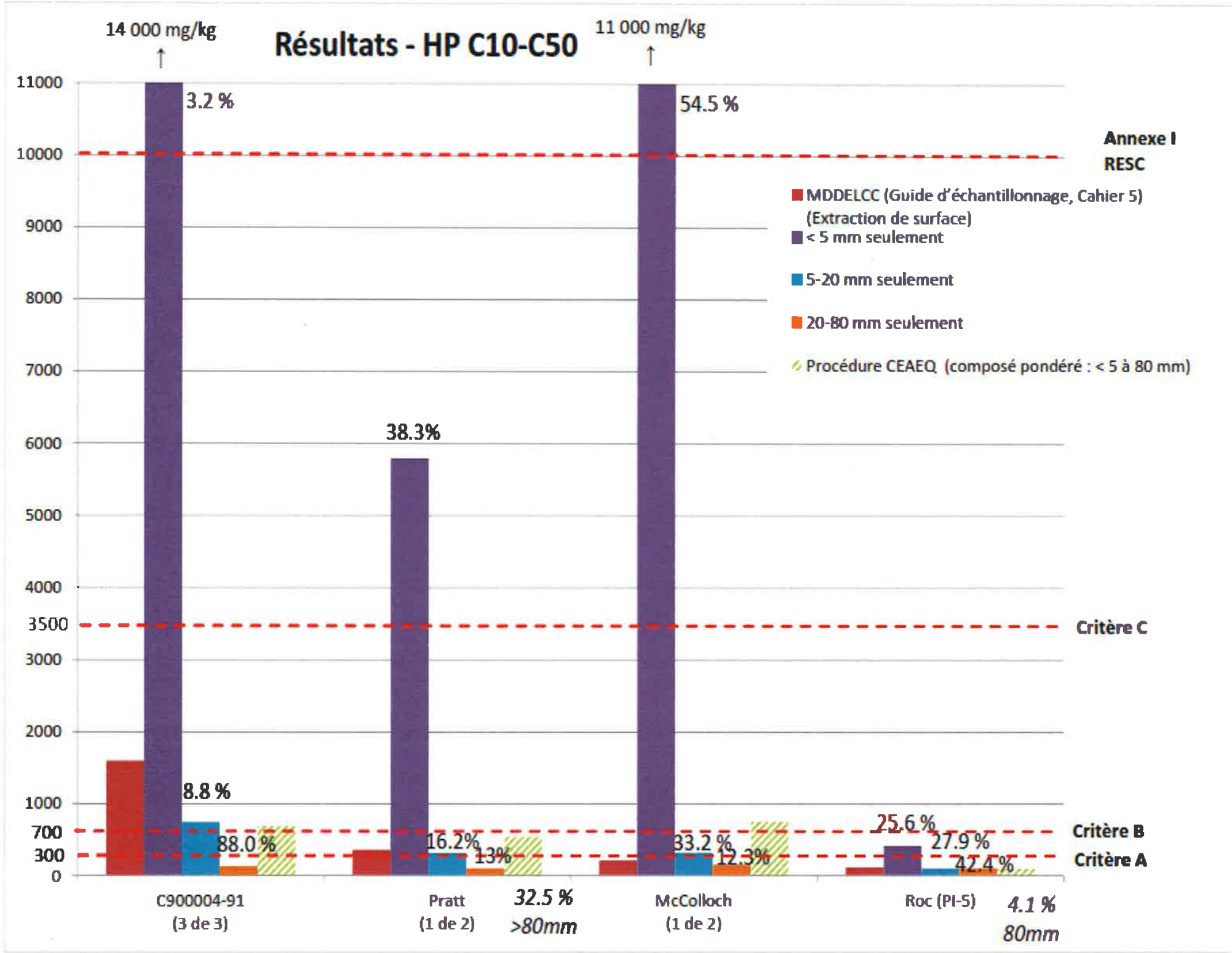
Principaux défis en laboratoire lors des essais:

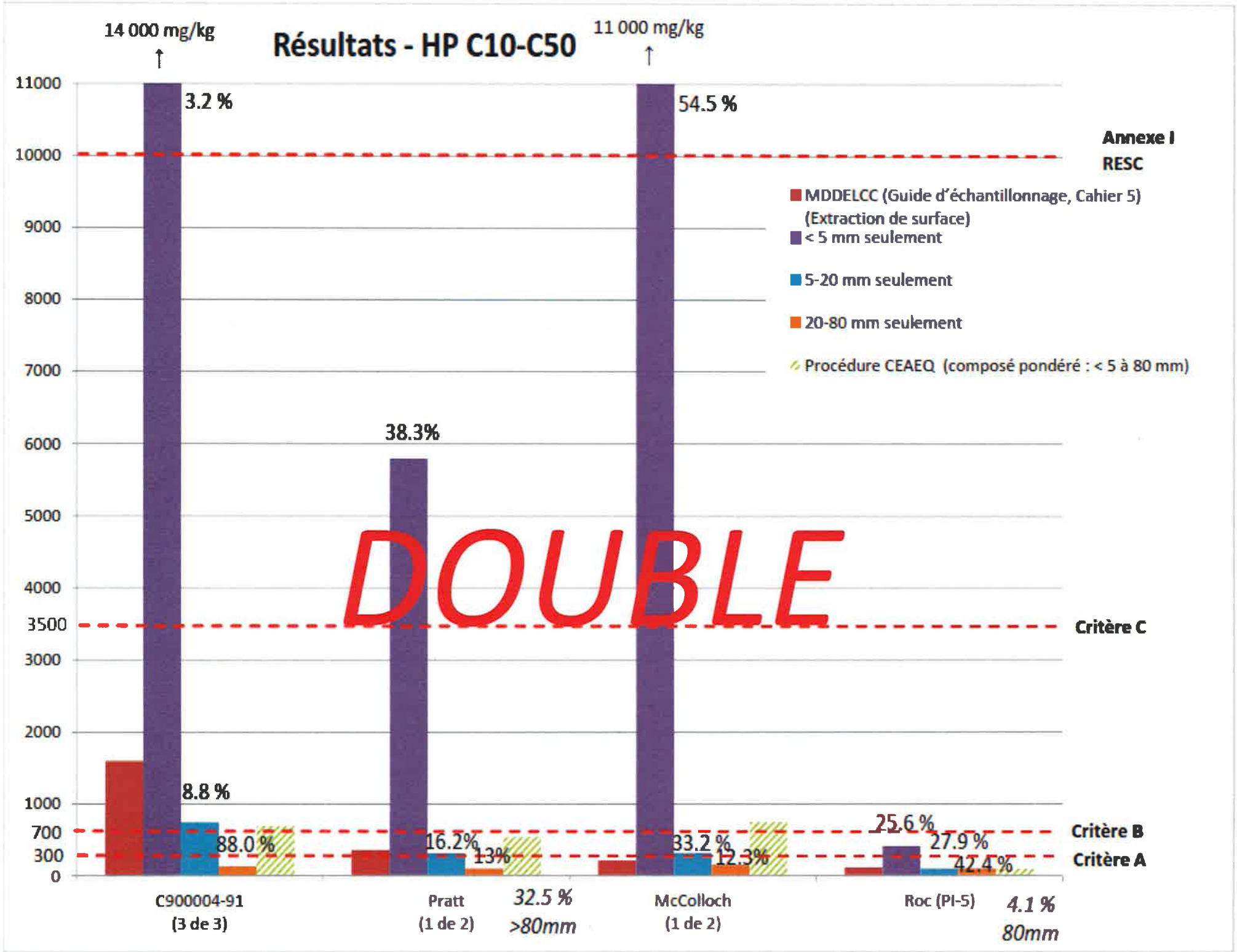
- Utilisation de contenants de volume adéquats (permettant de totalement submerger les échantillons)
- Utilisation de 30-100 plus de réactifs d'extraction
- Manipulation de grands volumes d'extraits nécessitant d'être concentrés = augmente les coûts des réactifs
- Augmentation du temps de traitement des échantillons

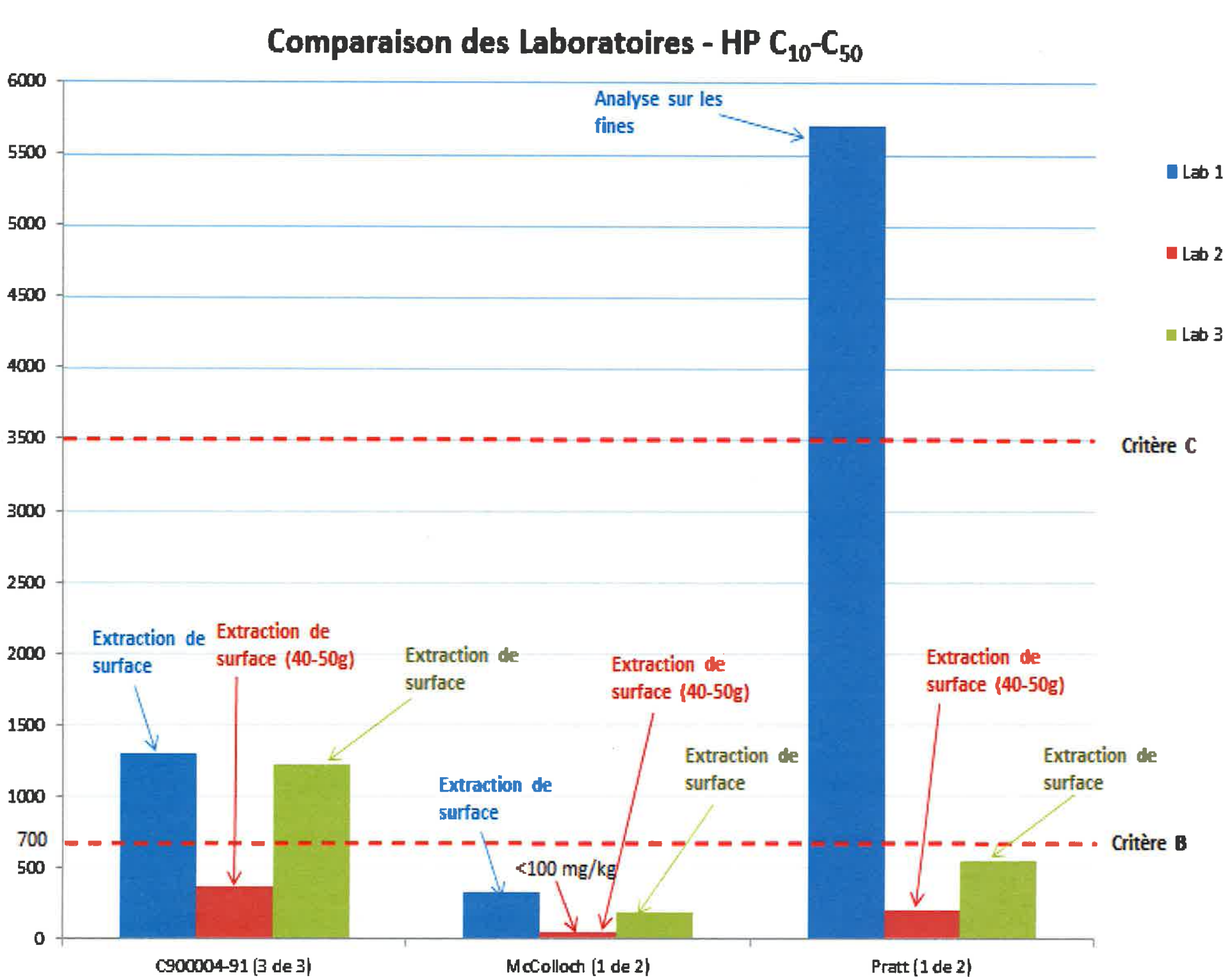
FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Résultats des essais

acle


Résultats - HP C10-C50
14 000 mg/kg
11 000 mg/kg
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3500
3000
2000
1000
700
300
0
3.2 %
54.5 %
38.3%
8.8 %
88.0 %
16.2%
13%
33.2 %
12.3%
25.6 %
27.9 %
42.4 %
32.5 %
>80mm
4.1 %
80mm
Annexe I
RESC
Critère C
Critère B
Critère A
MDDELCC (Guide d'échantillonnage, Cahier 5)
(Extraction de surface)
< 5 mm seulement
5-20 mm seulement
20-80 mm seulement
Procédure CEAEQ (composé pondéré : < 5 à 80 mm)
C900004-91
(3 de 3)
Pratt
(1 de 2)
McColloch
(1 de 2)
Roc (PI-5)


Résultats - HP C10-C50
14 000 mg/kg
11 000 mg/kg
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3500
3000
2000
1000
700
300
0
3.2 %
54.5 %
38.3%
8.8 %
88.0 %
16.2%
13%
33.2 %
12.3%
25.6 %
27.9 %
42.4 %
32.5 %
>80mm
4.1 %
80mm
Annexe I
RESC
Critère C
Critère B
Critère A
MDDELCC (Guide d'échantillonnage, Cahier 5)
(Extraction de surface)
< 5 mm seulement
5-20 mm seulement
20-80 mm seulement
Procédure CEAEQ (composé pondéré : < 5 à 80 mm)
DOUBLE
C900004-91
(3 de 3)
Pratt
(1 de 2)
McColloch
(1 de 2)
Roc (PI-5)

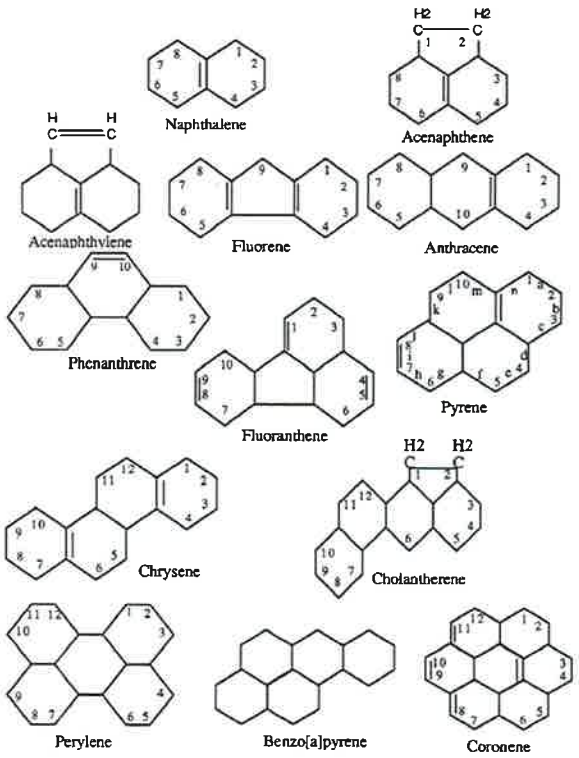

Comparaison des Laboratoires - HP C_{10}-C_{50}
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
700
500
0
Analyse sur les fines
Lab 1
Lab 2
Lab 3
Critère C
Critère B
Extraction de surface
Extraction de surface (40-50g)
Extraction de surface
Extraction de surface
<100 mg/kg
Extraction de surface (40-50g)
Extraction de surface
Extraction de surface (40-50g)
Extraction de surface
C900004-91 (3 de 3)
McColloch (1 de 2)
Pratt (1 de 2)

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Résultats analytiques (HAP)

FIGURE 1

Structure and numbering of selected PAHs

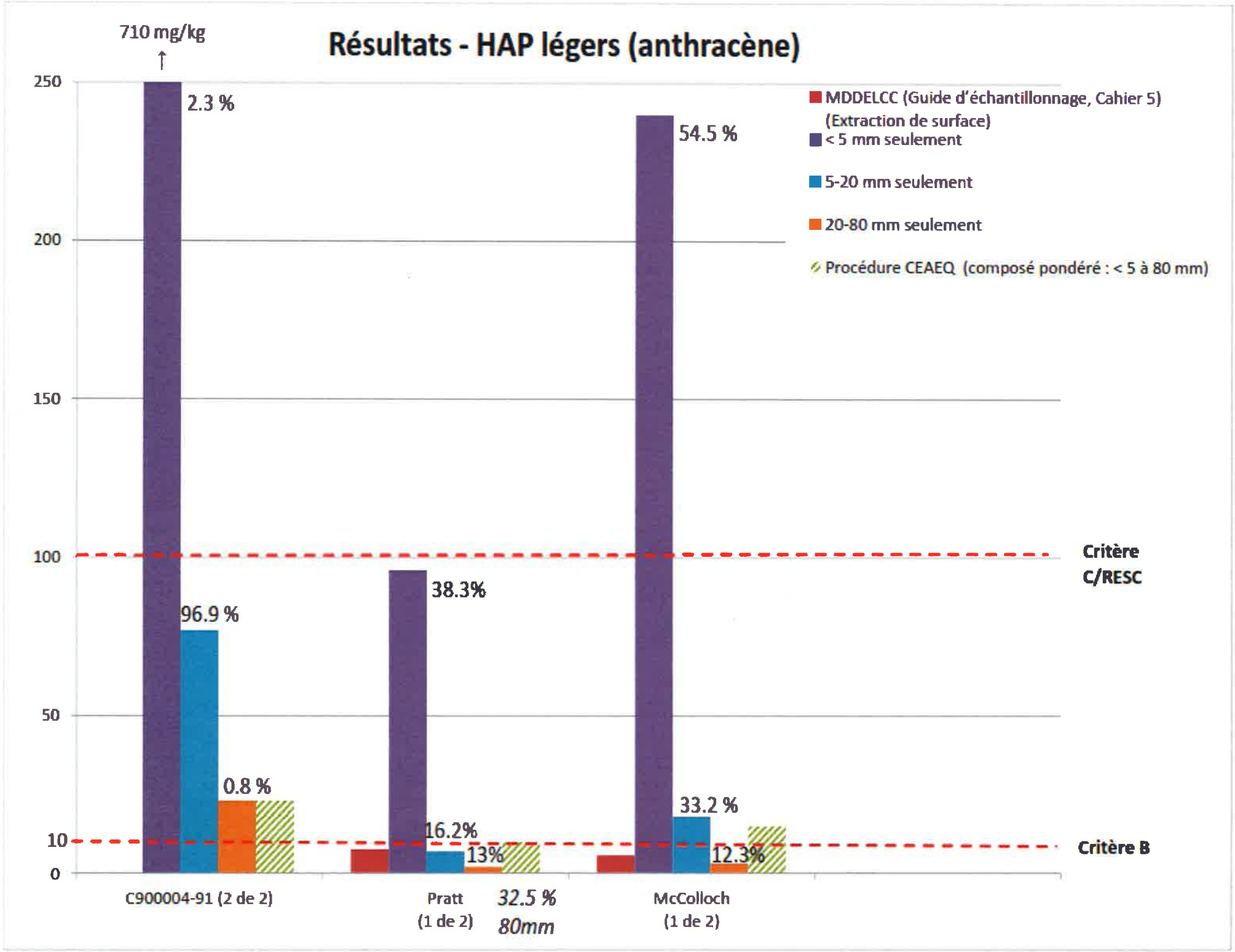


HAPs - Masse moléculaire basse

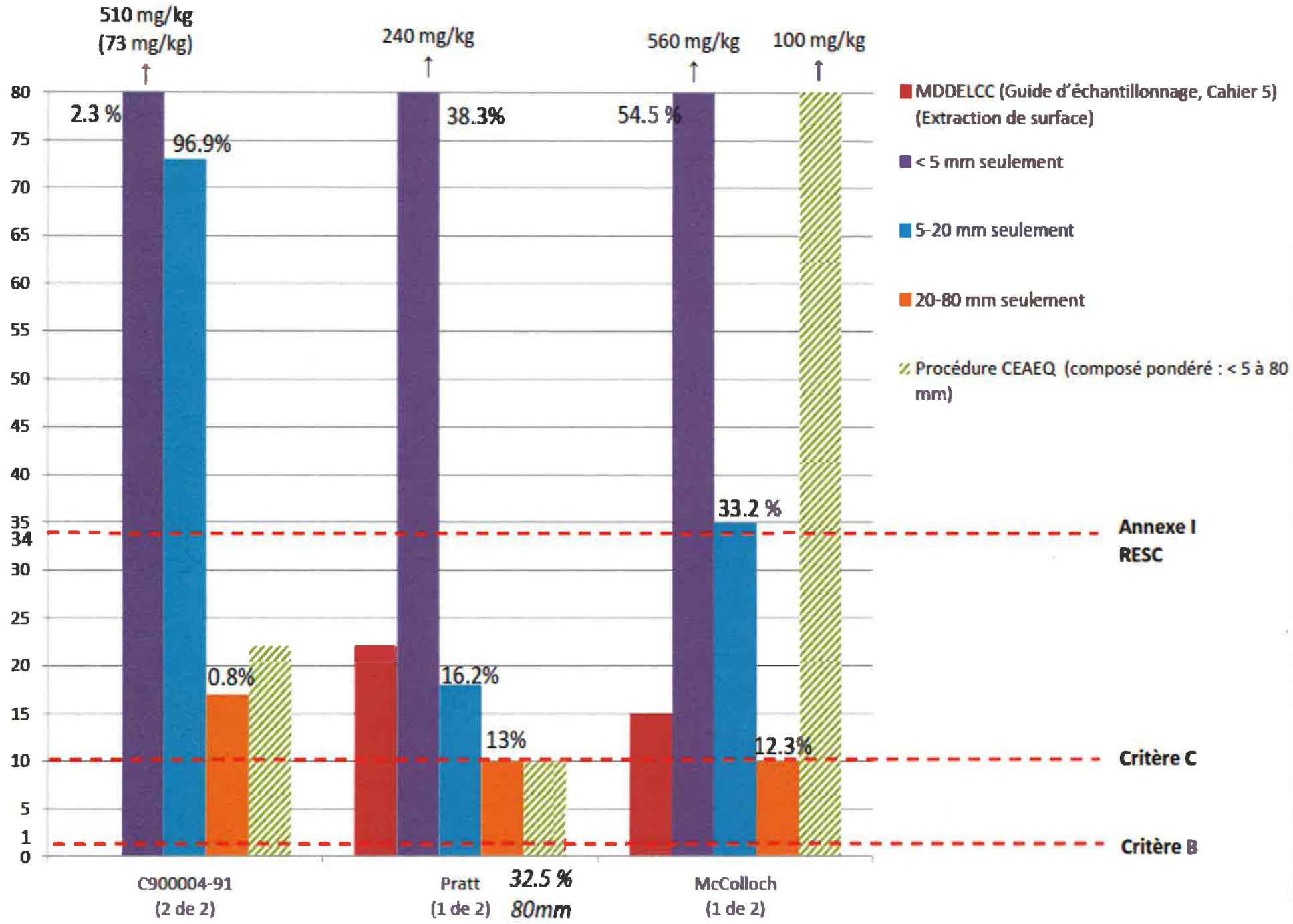
(2 à 3 cycles: ex. naphthalène (incl. diméthyle & triméthyle), fluorène, anthracène, phenanthrène, fluoranthène

HAPs - Masse moléculaire élevée

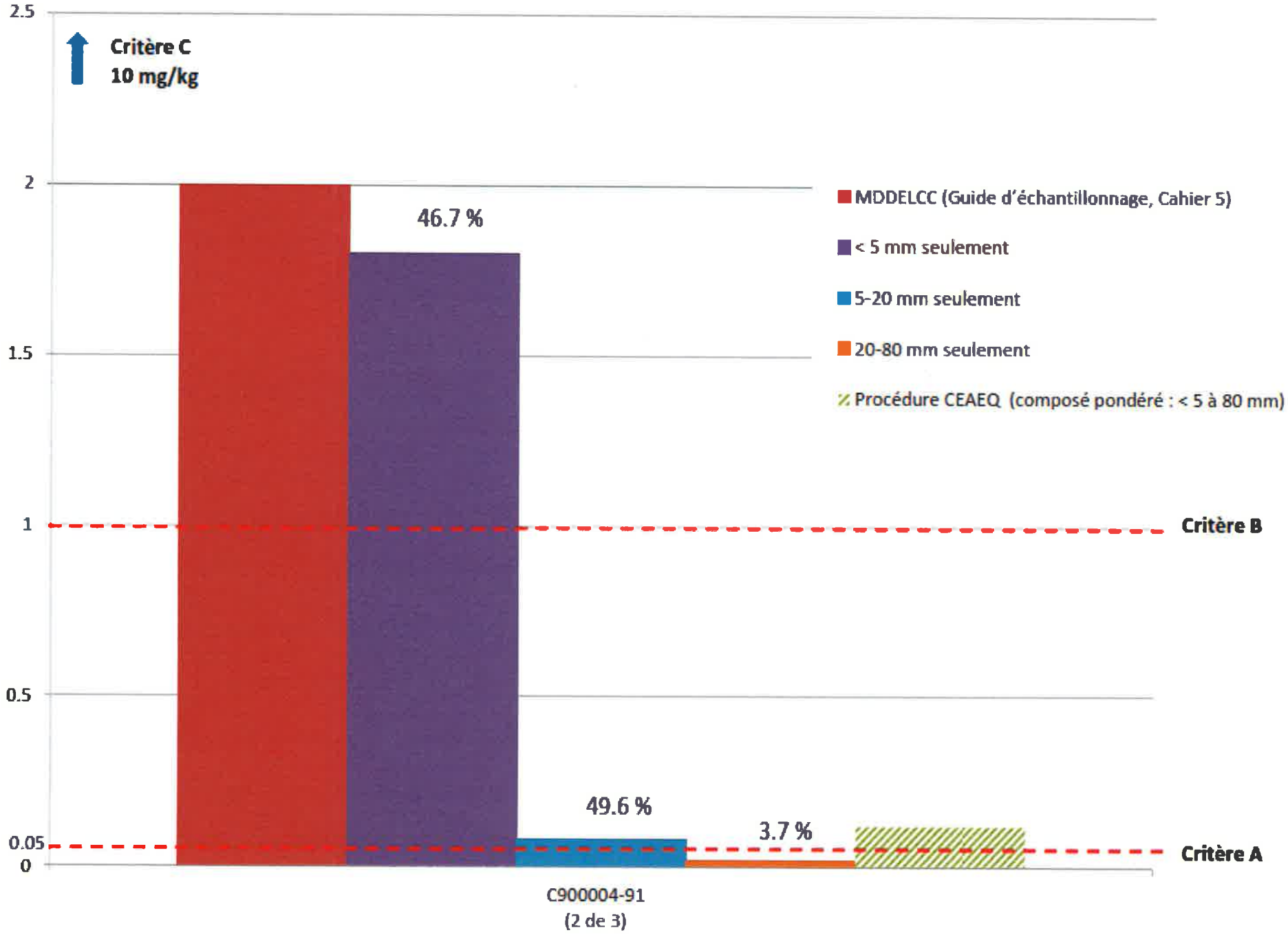
(4 à 7 cycles: ex. pyrène, benzo(a) anthracène, chrysène, benzo(b) fluoranthène, périylène, benzo(a) et indéno(1,2,3-cd) pyrène


Résultats - HAP légers (anthracène)
710 mg/kg
250
200
150
100
50
10
0
2.3 %
96.9 %
0.8 %
38.3%
16.2%
13%
32.5 %
80mm
54.5 %
33.2 %
12.3%
MDDELCC (Guide d'échantillonnage, Cahier 5) (Extraction de surface)
< 5 mm seulement
5-20 mm seulement
20-80 mm seulement
Procédure CEAEQ (composé pondéré : < 5 à 80 mm)
Critère C/RESC
Critère B
C900004-91 (2 de 2)
Pratt (1 de 2)
McColloch (1 de 2)

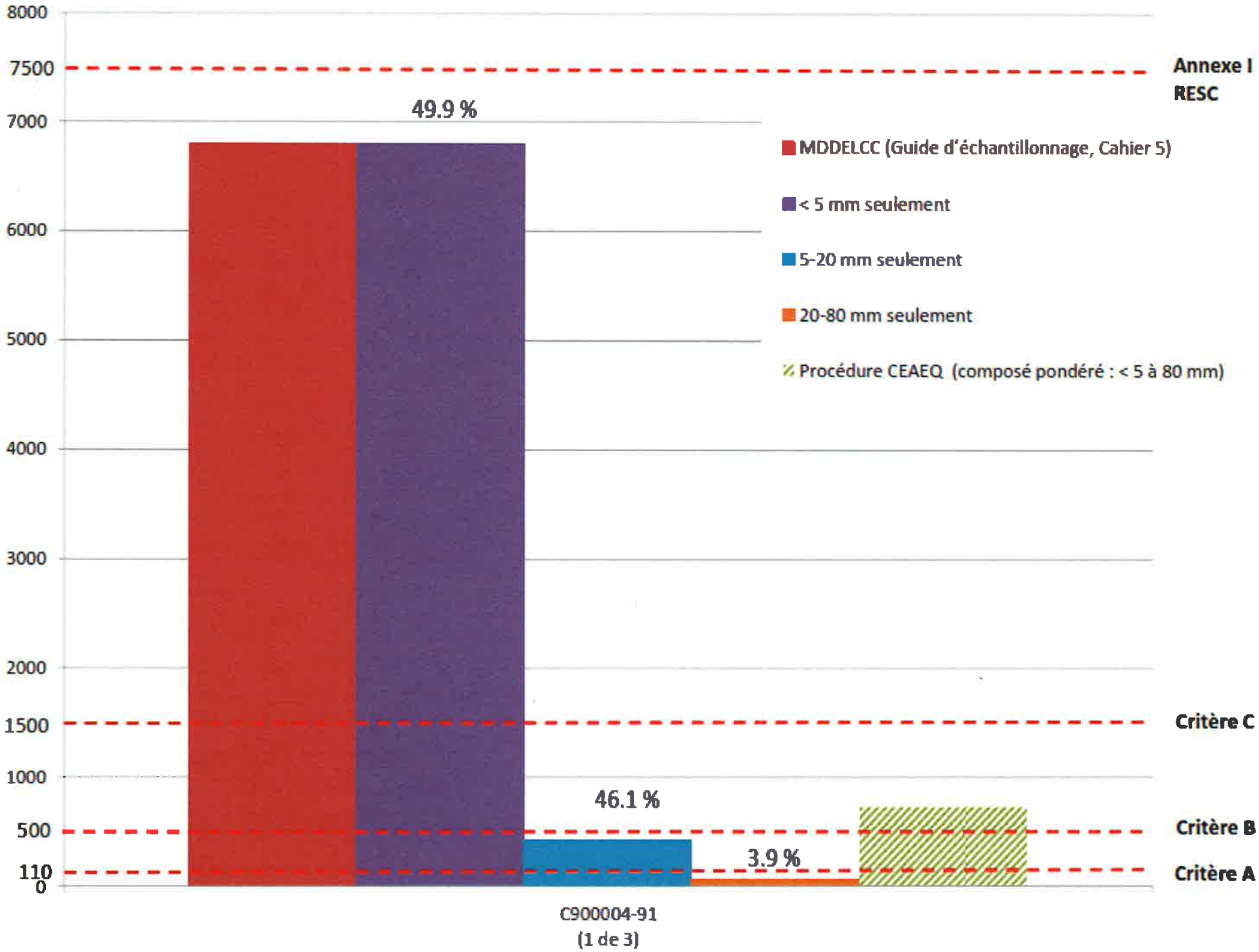
Résultats - HAP lourds (chrysene)

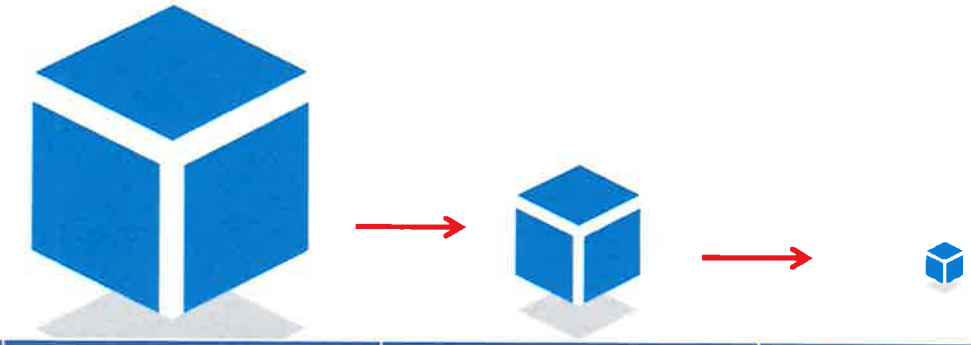


Résultats - BPC Totaux



Résultats - Zinc





	Cube de 80 mm	Cube de 10 mm	Cube de 2 mm	Cube de 1 mm
Surface	38400 mm^2	600 mm^2	24 mm^2	6 mm^2
Pour occuper 38400 mm^2	1	512 cubes	64 000 cubes	512 000 cubes
Surface totale	38400 mm^2	307200 mm^2	1 536 000 mm^2	3 072 000 mm^2
	1x	8x	40x	80x
C9000004-91 HAP	136 mg/kg	1051 mg/kg	7312 mg/kg	
	1x	7.7x	54x	

FORUM **2016**
GÉOENVIRONNEMENT

Conclusions

acle

Conclusions générales

- Majorité des documents revus:
  discuter avec CEAEQ ou laboratoires
  lorsque > 80% de l'échantillon est > 5 mm

- Nouvelle méthodologie:
  applicable si plus de 20% est > 5 mm
  (toutefois, moins de 80% particules > 80mm)

- Méthodes actuellement utilisées (aléatoires):
  non standardisées, résultats non représentatifs
  - Extraction sur fraction fine
    (aliquote de 1 à 10g) → résultat sur / sous estimé
  - Extraction de surface → souvent sous-estimé
    (prélèvement et mode d'extraction variables)

Conclusions générales

- Majorité des documents revus:
  discuter avec CEAEQ ou laboratoires
  lorsque > 80% de l'échantillon est > 5 mm

- Nouvelle méthodologie:
  applicable si plus de 20% est > 5 mm
  (toutefois, moins de 80% particules > 80mm)

DOUBLE

- Méthodes actuellement utilisées (aléatoires):
  non standardisées, résultats non représentatifs
  - Extraction sur fraction fine
    (aliquote de 1 à 10g) → résultat sur / sous estimé
  - Extraction de surface → souvent sous-estimé
    (prélèvement et mode d'extraction variables)

Conclusions générales (suite)

- Peu importe le type de contaminant:
  contamination plus importante dans les fines

- Méthodologie proposée:
  plus représentative car, plus structurée
  (basée sur la granulométrie; fines et grossières)

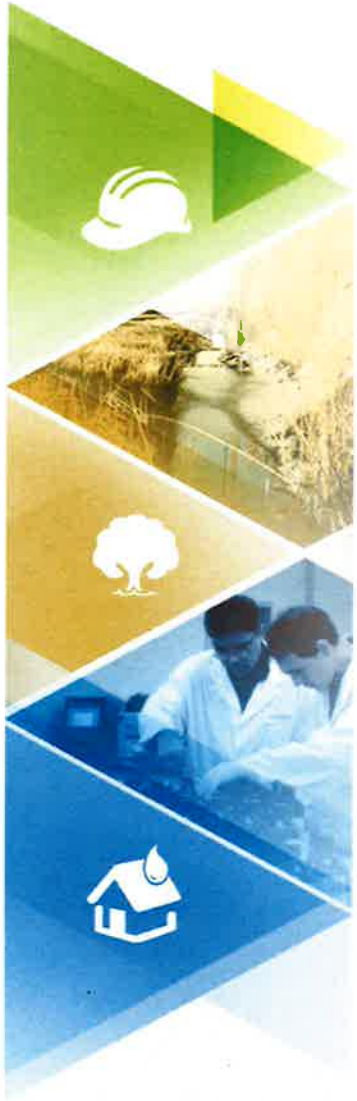
- Généralement applicable pour majorité des contaminants (excluant COV et HAP légers)

Conclusions - Avantages

- Augmente le niveau de confiance des résultats (résultats représentatifs sur échantillons pondérés)
- Résultats reproductibles, quantitatifs, défendables obtenus selon protocole / méthodologie standardisés
- Peut permettre de déclasser les matériaux grossiers (avantage monétaire et solution plus durable)
    - Réduire les quantités éliminées / enfouies
    - Éviter gestion par lavage des matériaux
    - Avantageux en région éloignée (gestion difficile et très coûteuse)

Conclusions - Limitations

- Limitée à contextes de réhabilitation ou de caractérisation en tranchées
- Grand volume original d'échantillons (5 à 20 kg)
- Processus long comparé aux méthodes usuelles
- Analyses coûteuses (préparation et extraction)
- Décontamination des équipements au laboratoire de sols; risques accrus de contamination croisée



Conclusions – Limitations (suite)

- Mesures et équipements de protection additionnelles au laboratoire de sols (ex. séchage et tamisage)
- Non applicable pour les contaminants volatils
- Ne couvre pas les situations où 80% de l'échantillon est > 80 mm (ex. pierre nette 4" dans un lit drainant)
- Quantité requise pour paramètres non conventionnels (ex. composés énergétiques): procédure non applicable

FORUM 2016
GÉOENVIRONNEMENT

Questions?

Merci à nos commanditaires

GHD

SNC-Lavalin inc.

AMEC Foster Wheeler Environnement & Infrastructure

Le Groupe Solroc

Les services EXP inc.

Maxxam Analytique

Englobe Corp.

Qualilab Inspection inc.

Solmatech inc.

Exova Canada inc.

G & S Consultants

acle