

Dépistage du plomb dans l'eau potable

Comparaison de deux méthodes d'analyse:
l'analyse par ICP-MS et par analyseur ASV portatif

Présenté par

Christine Beaulieu, Ph.D., chimiste

Chef de laboratoire

Division de la qualité de l'eau – Ville de Québec

François Proulx, Ph.D., chimiste

Conseiller scientifique – Ville de Québec



Réseau
Environnement



Plan de la présentation

- Contexte
- Méthodologie
- Résultats et discussion
- Conclusions
- Remerciements



Contexte

Contexte

L'eau potable: l'une des principales sources d'exposition au plomb;

- La norme applicable est de 0,005 mg/l;

Les jeunes enfants et les femmes gestantes sont particulièrement vulnérables à ce contaminant;

- Il n'y a pas de concentration seuil à partir de laquelle le plomb n'a plus d'effet nocif sur la santé (*Santé Canada, 2019*);

Les écoles, les milieux de garde et autres bâtiments publics sont fréquentés par cette clientèle vulnérable;

- Parcs immobiliers relativement âgés;
- Peu d'information disponible quant à la qualité de l'eau potable à l'intérieur des établissements;

Nécessité de dépister le plomb dans les points d'eau points;

- Nombre très important de prélèvements et d'analyses à réaliser;



Contexte

Dans un cadre réglementaire, seuls les laboratoires accrédités par le CEAEQ sont reconnus habilités pour réaliser les analyses de plomb;

Méthode accréditée généralement utilisée: ICP-MS ou ICP-MS/MS

- ✓ assujettie à un programme de contrôle et d'assurance qualité;
- ✓ validée et soumise à des essais d'aptitudes inter-laboratoires annuellement;
- ✓ très sensible (mesure des concentrations aussi faibles que 0,00005 mg/l);
- ✓ mise en œuvre par du personnel technique reconnu compétent;
- ✓ résultats vérifiés et approuvés par un membre de l'Ordre des chimistes;

*** Toutefois, elles ne peuvent être réalisées in-situ, requièrent un certain temps et peuvent se révéler dispendieuses.**



Contexte

Une autre option s'offre aux gestionnaires d'immeubles publics:
l'utilisation d'un analyseur ASV;

- ✓ appareil portatif;
- ✓ plateforme conviviale
- ✓ utilisation qui ne requière pas de compétences scientifiques particulières;
- ✓ mesure de concentrations en plomb situées entre 0,002 et 0,100 mg/l
- ✓ produit un résultat en 3 minutes;

*** Toutefois, elle consomme pour chaque échantillon une électrode jetable contenant du mercure et peut se révéler dispendieuse.**

Questionnement:

Dans quelle mesure les performances de ces deux méthodes sont-elles comparables pour effectuer du dépistage?



ATTENTION

L'objectif de cette présentation ne consiste pas à discréditer ou à promouvoir une ou des technologies et/ou des méthodes d'analyse, mais de fournir un éclairage sur les options disponibles et les limites de leur usage dans un contexte de dépistage du plomb dans l'eau potable.



Méthodologie

Méthodologie

La Ville de Québec a procédé en 2020 à quelques 1490 prélèvements à l'intérieur de 240 bâtiments municipaux;

- temps de stagnation aléatoire;
- en période de pandémie;

Les bâtiments ciblés pour ces prélèvements ont été construits avant 1980 et possèdent différentes vocations (bibliothèques, centres sportifs, centres communautaires, CPE, etc.)

Pour chaque prélèvement, les analyses suivantes ont été réalisées:

- analyse du plomb total soluble à l'acide nitrique par ICP-MS (**PbTOT**)
- analyse du plomb dissous soluble à l'acide nitrique (après filtration 0,45 µm) par ICP-MS (**PbDIS**)
- analyse du plomb total soluble à l'acide borique par analyseur ASV (**PbASV**)



Méthodologie

Instruments utilisés pour réaliser les analyses:



ICP-MS iCAP-Q Thermo Scientific,
utilisé par les laboratoires de la Ville de Québec
(Image tirée de la bibliothèque de la Section des laboratoires)



Analyseur Palintest Kemio™,
modèle utilisé par les laboratoires
de la Ville de Québec
(Image tirée du site <https://palintest.fr/fr/produits/kemio-heavy-metals>)

Méthodologie

Conditions opérationnelles: ICP-MS

- Contrôle des performances instrumentales avant le démarrage de la séquence d'analyse;
- Étalonnage à chaque jour d'analyse;
- Analyse d'éléments de contrôle de la qualité pour chaque séquence d'analyse (blanc, contrôles instrumentaux, matériaux de référence, duplicata, échantillons fortifiés);

Conditions opérationnelles: Analyseur ASV

- Vérification quotidienne de la calibration de l'instrument avec l'électrode de référence;
- Vérification périodique de matériaux de référence, de blanc d'analyse, de duplicata et d'échantillon fortifiés;



Résultats et discussion

Résultats et discussion

La performance analytique des deux méthodes a été validée préalablement à la campagne d'échantillonnage;

Élément de validation	Méthode d'analyse		Critère
	ASV	ICP-MS	
Limite de détection	0,001 mg/l (R = 4)	0,00002 mg/l (R = 9)	Le ratio de conformité doit se situer entre 4 et 10 pour la concentration mesurée sur 10 analyses réalisées le même jour
Limite de quantification	0,003 mg/l	0,00006 mg/l	-----
Justesse	78 % pour une valeur de 0,0051 mg/l	87 % pour une valeur de 0,0051 mg/l	100 ± 15 % sur 10 analyses réalisées le même jour
Réplicabilité	5,0 %	0,7 %	± 10 %, sur 10 analyses réalisées le même jour
Répétabilité	5,9 %	1,7 %	± 10 %, sur 10 analyses réalisées sur 10 jours

Résultats et discussion

La performance analytique a été évaluée en faisant des analyses sur plusieurs instruments différents;

Instruments	ASV1	ASV2	ASV3	ASV4	ASV5	ASV6	ASV7	ICP-MS
Matériel de référence en matrice d'eau potable synthétique (0,0051 mg/l)	0,0039	0,0040	0,0043	0,0042	0,0069	0,0040	0,0084	0,0043
	0,0041	0,0038	0,0045	0,0044	0,0042	< 0,002	0,0084	0,0044
	0,0046	0,0061	0,0047	0,0049	0,0045	< 0,002	0,0035	0,0043
	0,0093	0,0048	0,0046	< 0,002	0,0055	0,0037	0,0079	0,0044
	0,0080	0,0059	0,0043	< 0,002	0,0050	0,0039	0,0041	0,0045
				0,0042				0,0046
Moyenne (mg/l)	0,0060	0,0049	0,0045	0,0036	0,0052	0,0031	0,0065	0,0044
Variance (%)	41,7	21,5	4,0	35,3	20,3	32,6	37,9	2,6

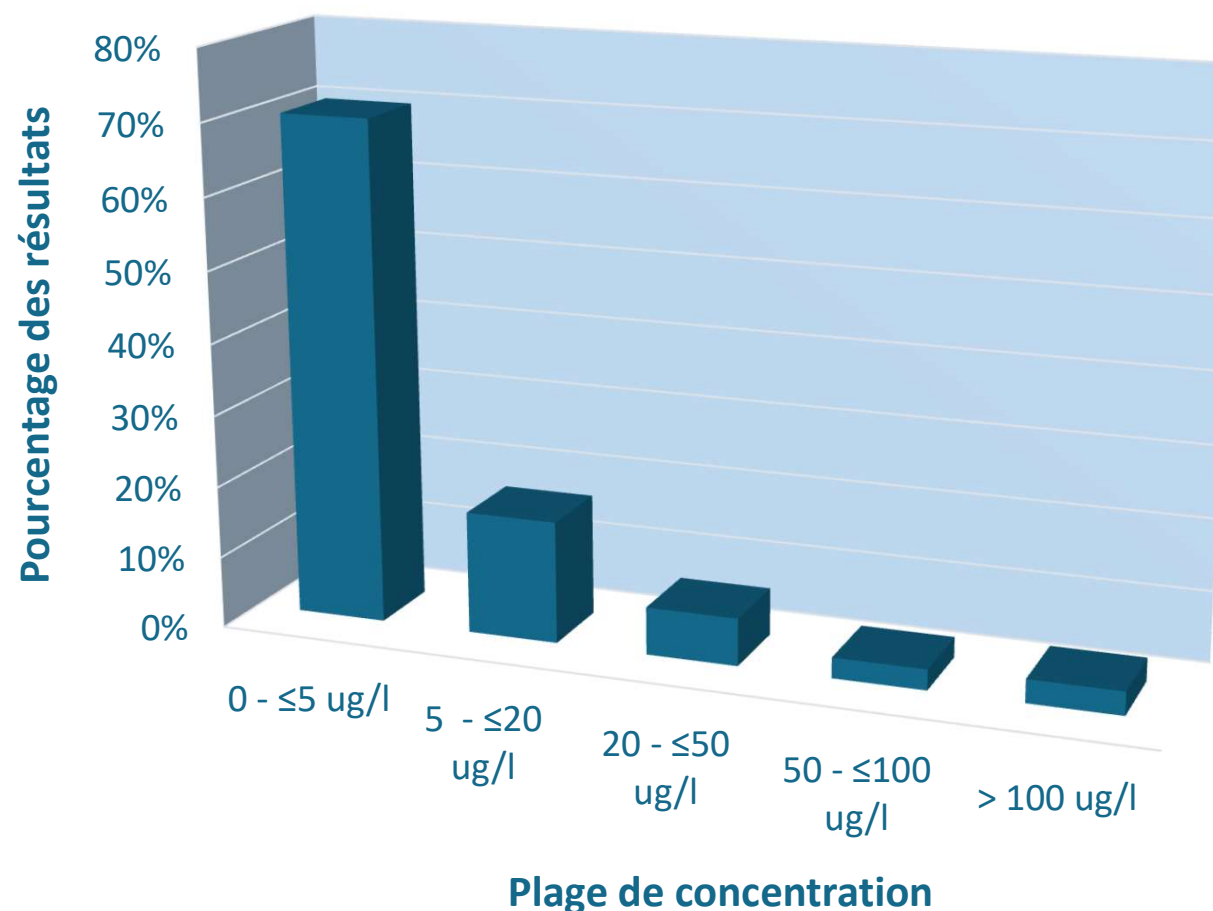
Résultats et Discussion

Données de référence

Portrait des résultats obtenus par ICP-MS pour l'ensemble des données collectées

61% des résultats sont inférieurs à 3 µg/l

Distribution des résultats obtenus par ICP-MS pour le PbTOT



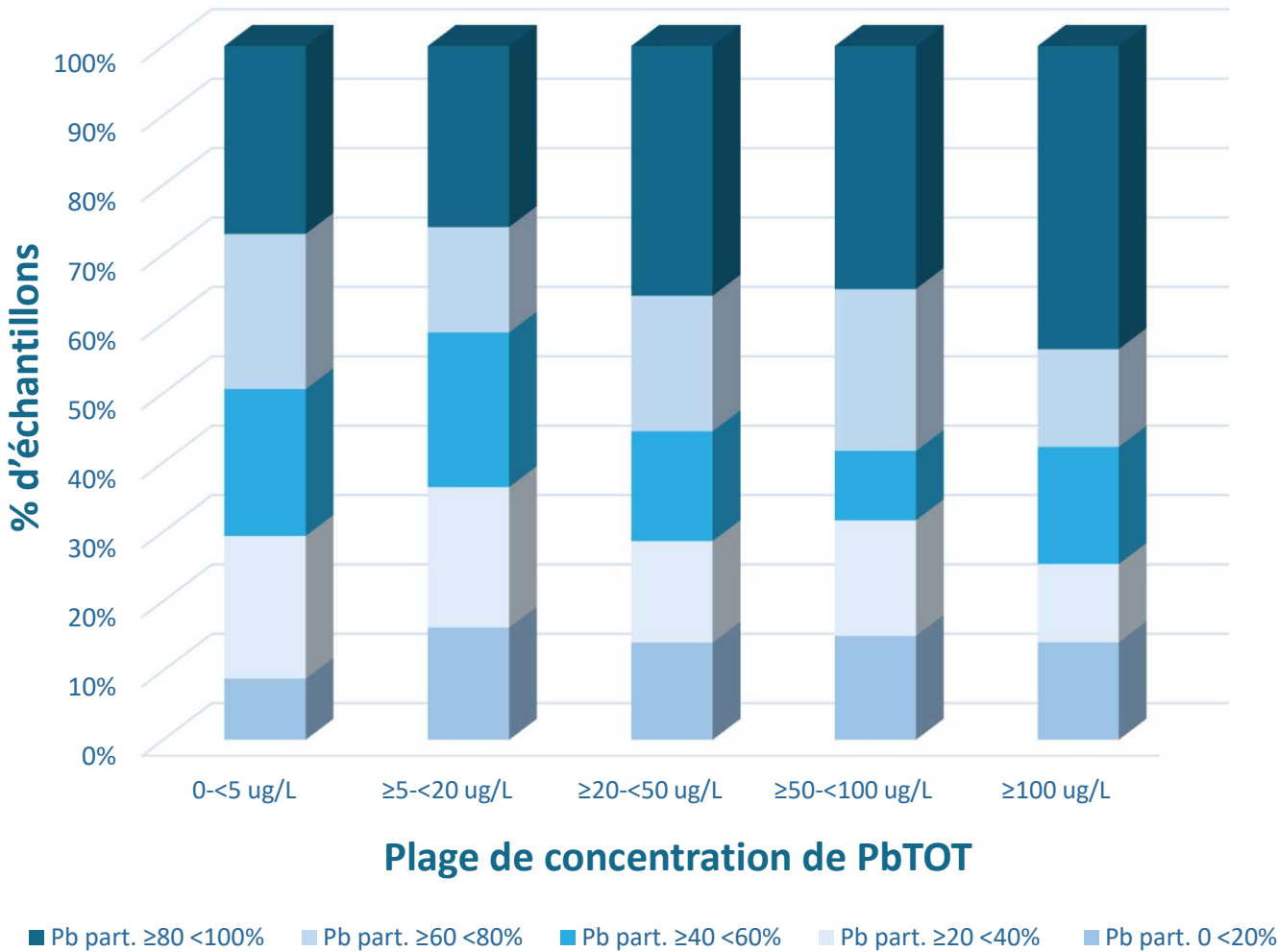
Résultats et Discussion

Données de référence

Portrait des résultats obtenus par ICP-MS pour l'ensemble des données collectées

Plomb particulaire:
PbTOT - PbDIS

Distribution de la proportion de plomb particulaire en fonction de la concentration en PbTOT



Comparer des pommes avec des pommes...

Les deux méthodes n'ayant pas des limites de détection comparables:

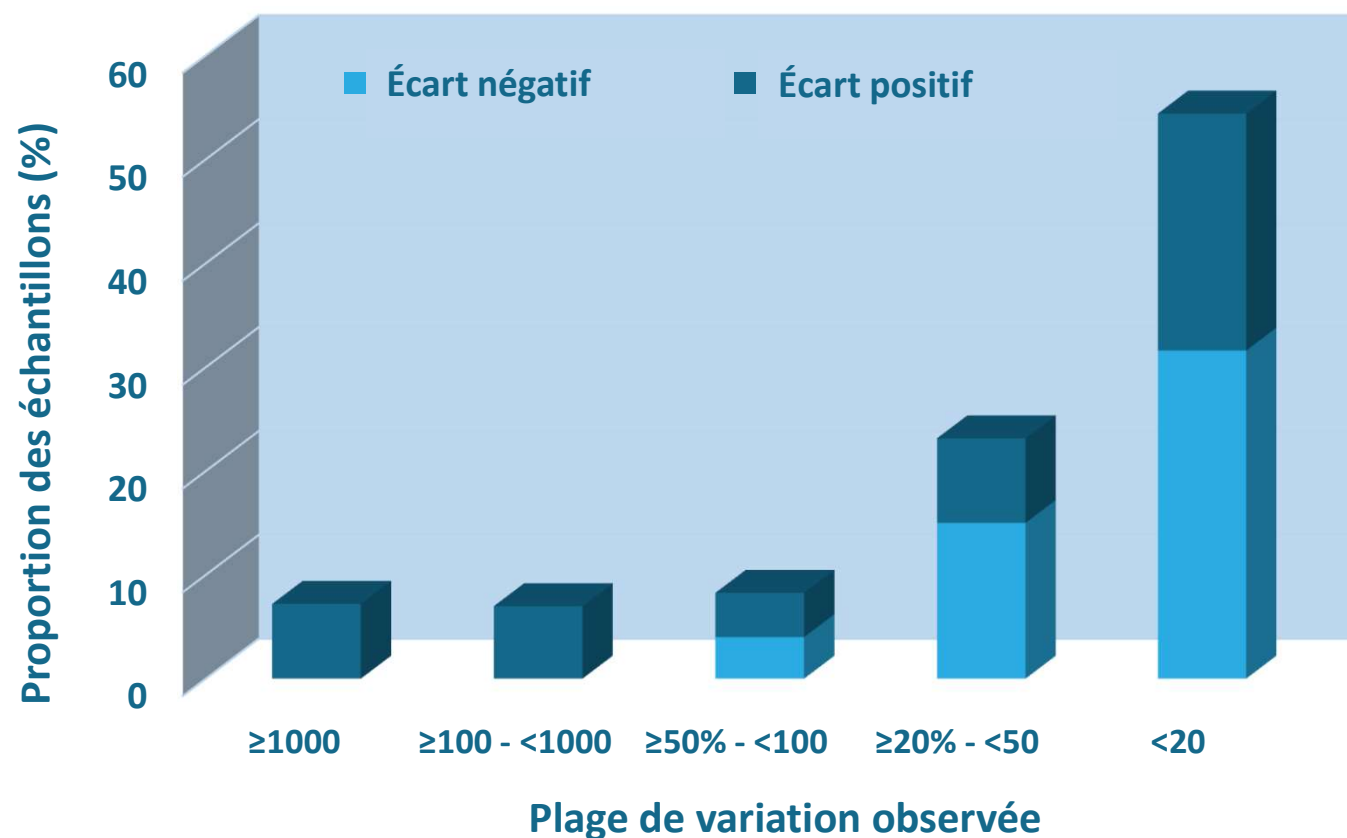
Toutes les données pour lesquelles le résultat de PbASV était inférieur à 3 µg/l (LQM) ont été retirées du jeu de données utilisé pour comparer les deux méthodes d'analyse

Le jeu de données ainsi réduit contient les résultats de 550 échantillons



Résultats et Discussion

Distribution de la variation observée entre les résultats de PbTOT et de PbASV



Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS

Variation:

$$\left(\frac{PbASV - PbTOT}{PbTOT} \right) \times 100$$

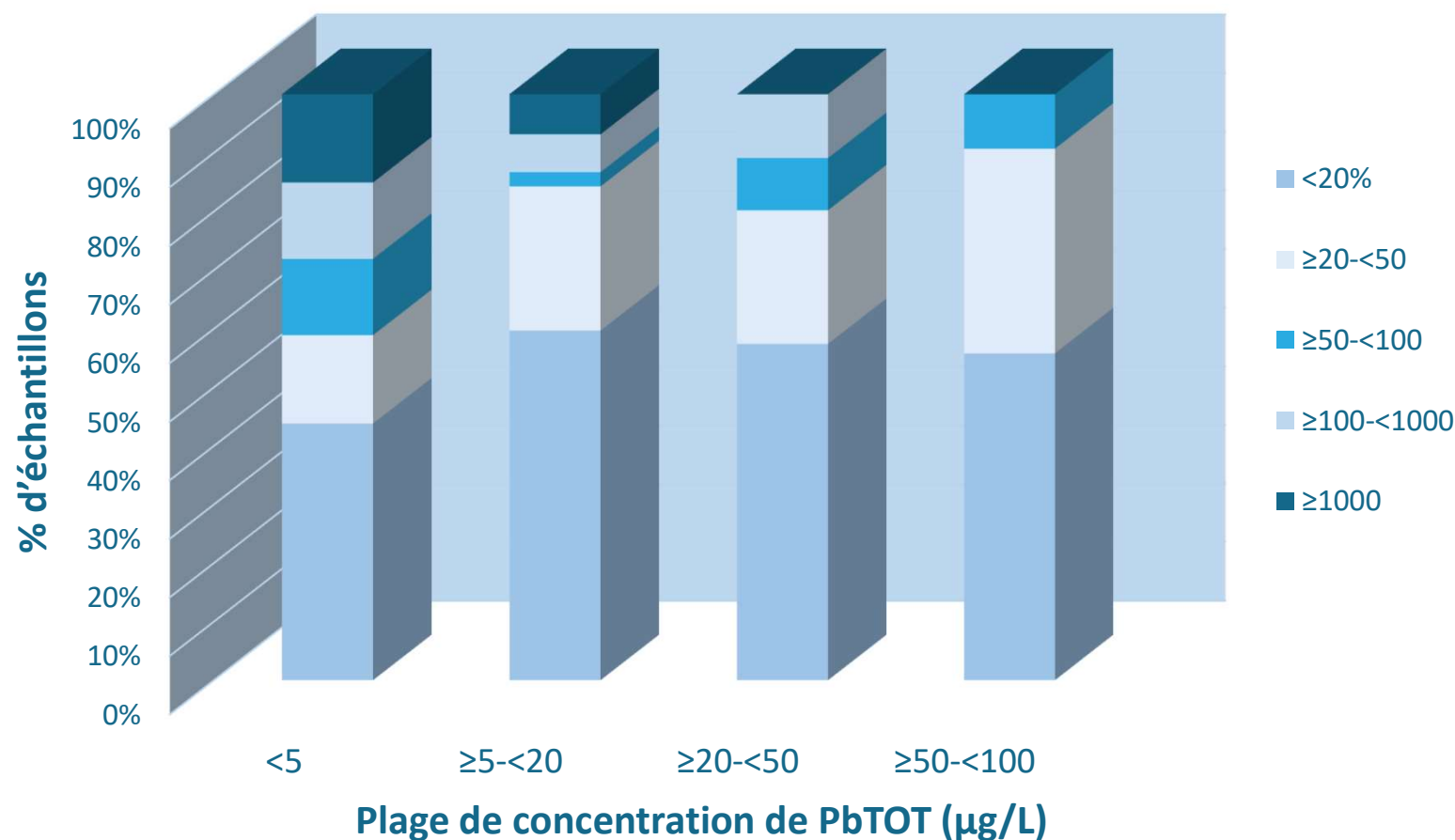
Ce qui est attendu:

{ 0 – 20 % }



Résultats et Discussion

Distribution de la variation observée entre PbTOT et PbASV en fonction de PbTOT



Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS

Variation:

$$\left(\frac{PbASV - PbTOT}{PbTOT} \right) \times 100$$

Ce qui est attendu:

{ 0 – 20 % }



Résultats et Discussion

Analyse comparative

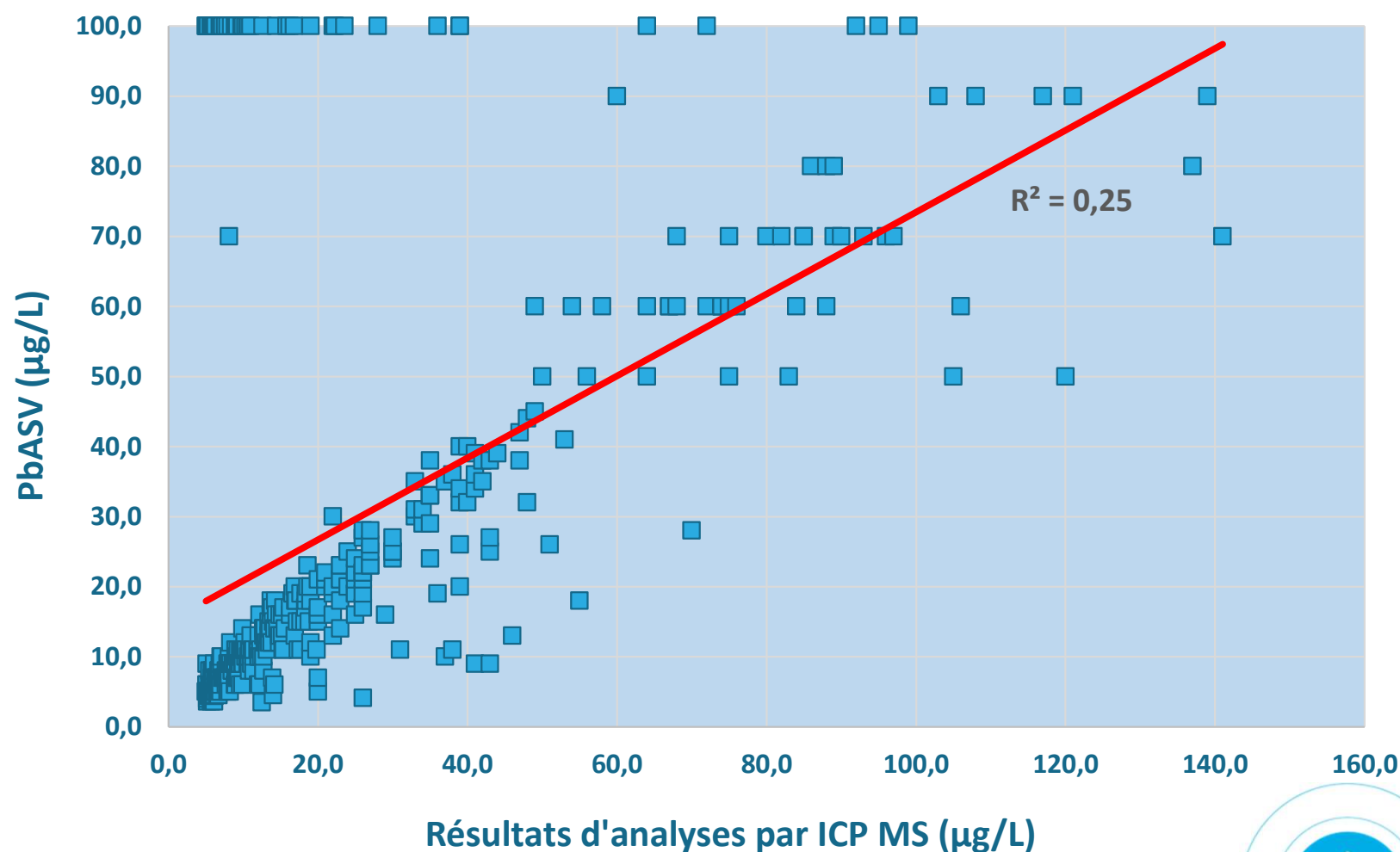
Résultats ASV versus
résultats ICP-MS pour 550
échantillons.

Ce qui est attendu:

R^2 entre 0,8 et 1,0

- Nombre important de
valeurs aberrantes
59 résultats (11%)

PbASV en fonction de PbTOT



Résultats et Discussion

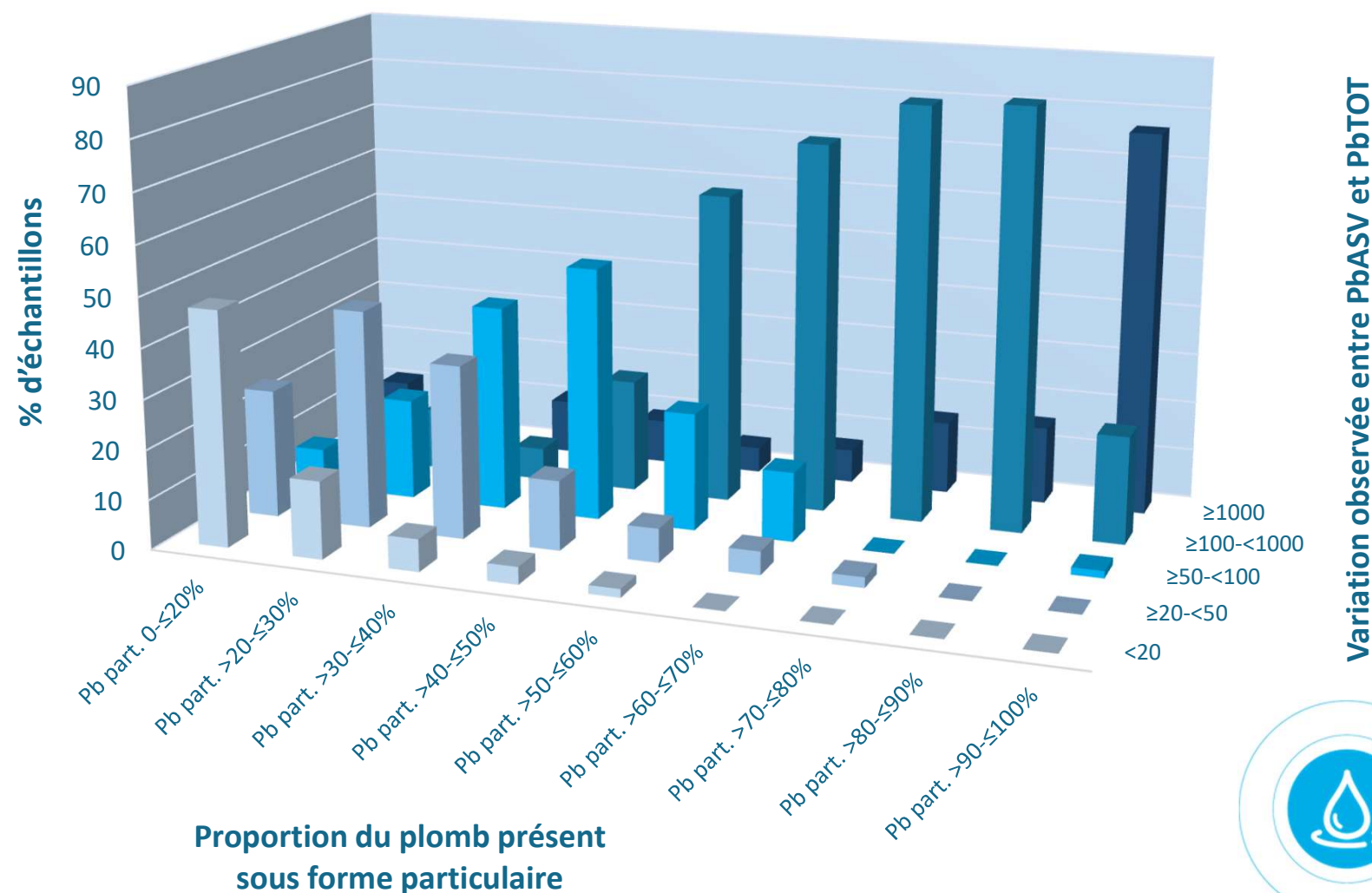
Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS

Plomb particulaire:
PbTOT - PbDIS

➤ **La méthode ASV est
sensible à la forme de
plomb**

Distribution de la variation observée entre PbASV et PbTOT en
fonction de la proportion du plomb sous forme particulaire



Résultats et Discussion

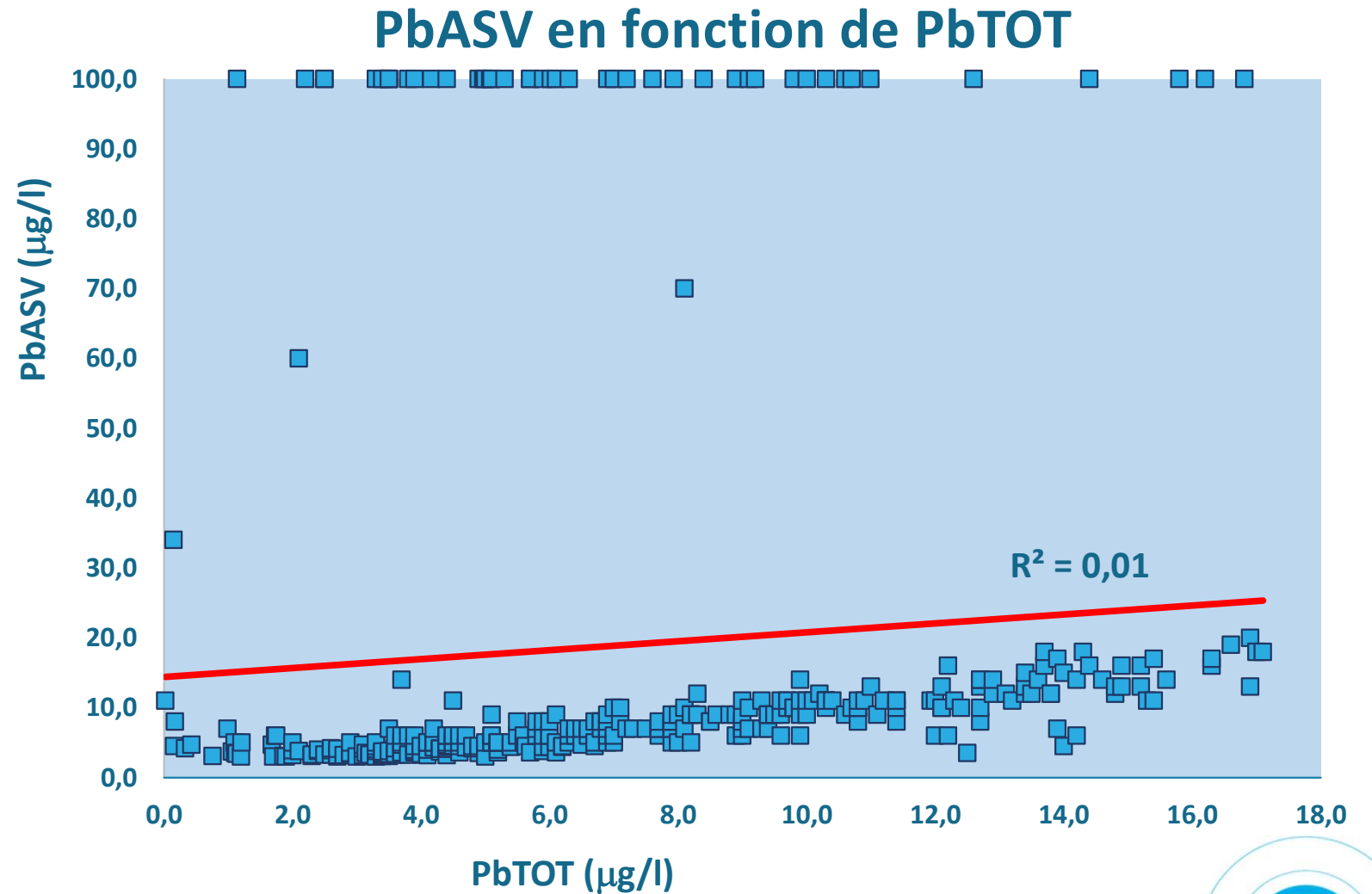
Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS pour 372
échantillons

Ce qui est attendu:

R^2 entre 0,8 et 1,0

- Nombre important de
valeurs aberrantes
42 résultats (11%)



Résultats et Discussion

Analyse comparative

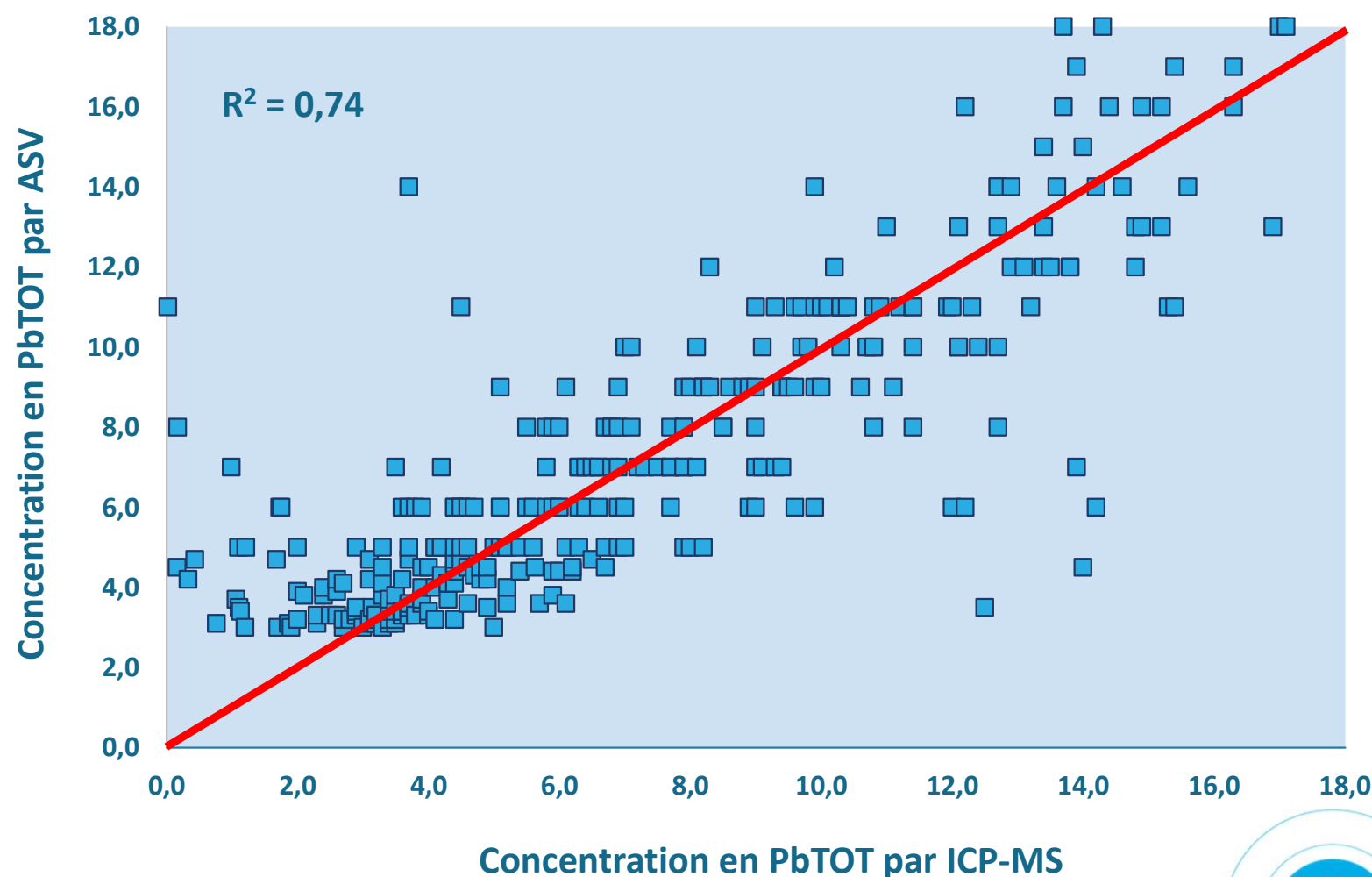
Résultats ASV versus
résultats ICP-MS pour 372
échantillons

Sur la base des
données de référence
(3 – 18 µg/l):

Surestimation par ASV:
83 résultats / 372 (22%)

Sous-estimation par ASV:
76 résultats / 372 (20%)

PbASV en fonction de PbTOT



Résultats et Discussion

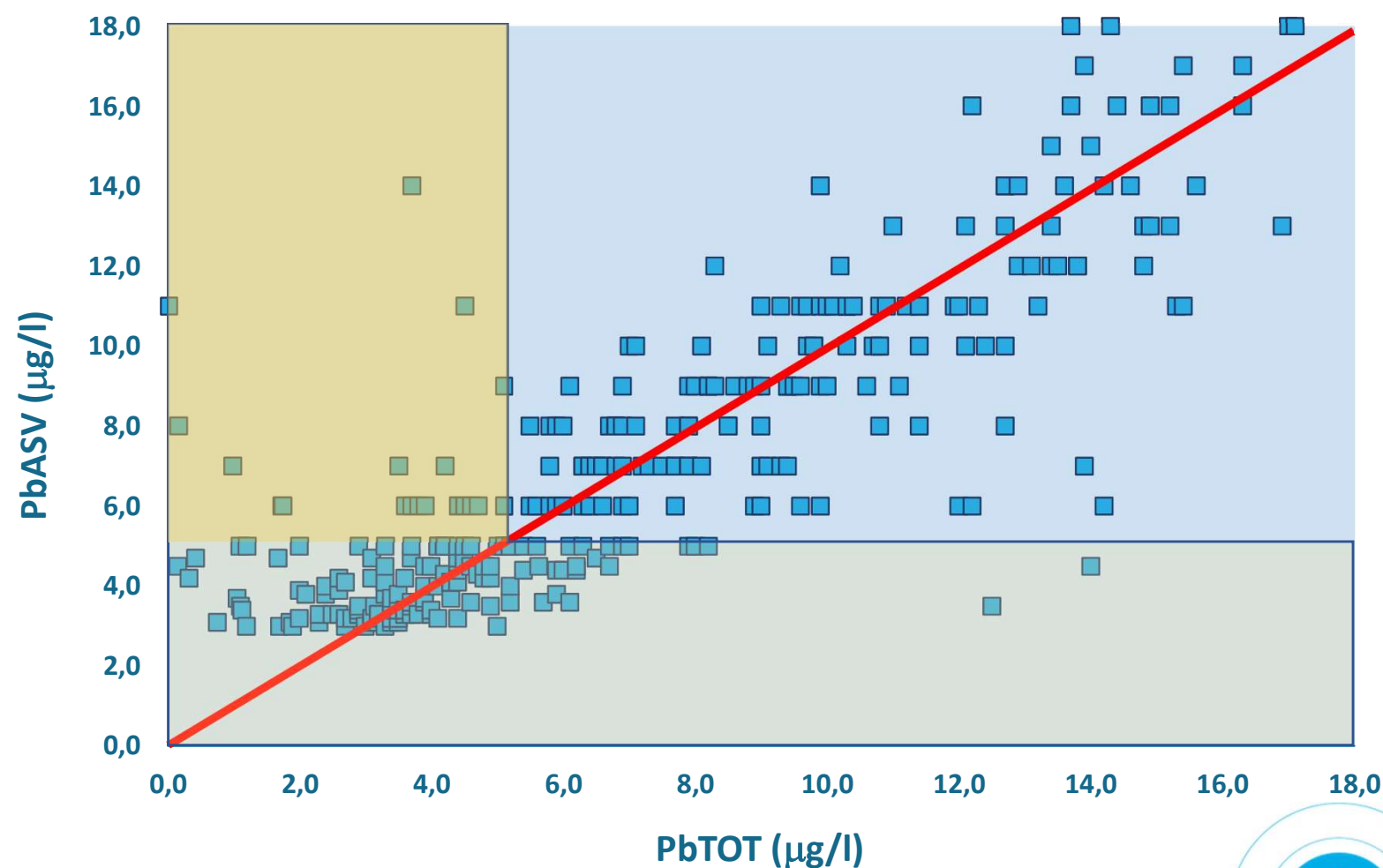
Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS

Zone critique: 5 µg/l

- Faux « Non-conforme »
42 résultats / 143 (29%)
(16 résultats > 18 µg/l)
- Faux « détecté »
22 résultats / 785 (3%)

PbASV en fonction de PbTOT



Résultats et Discussion

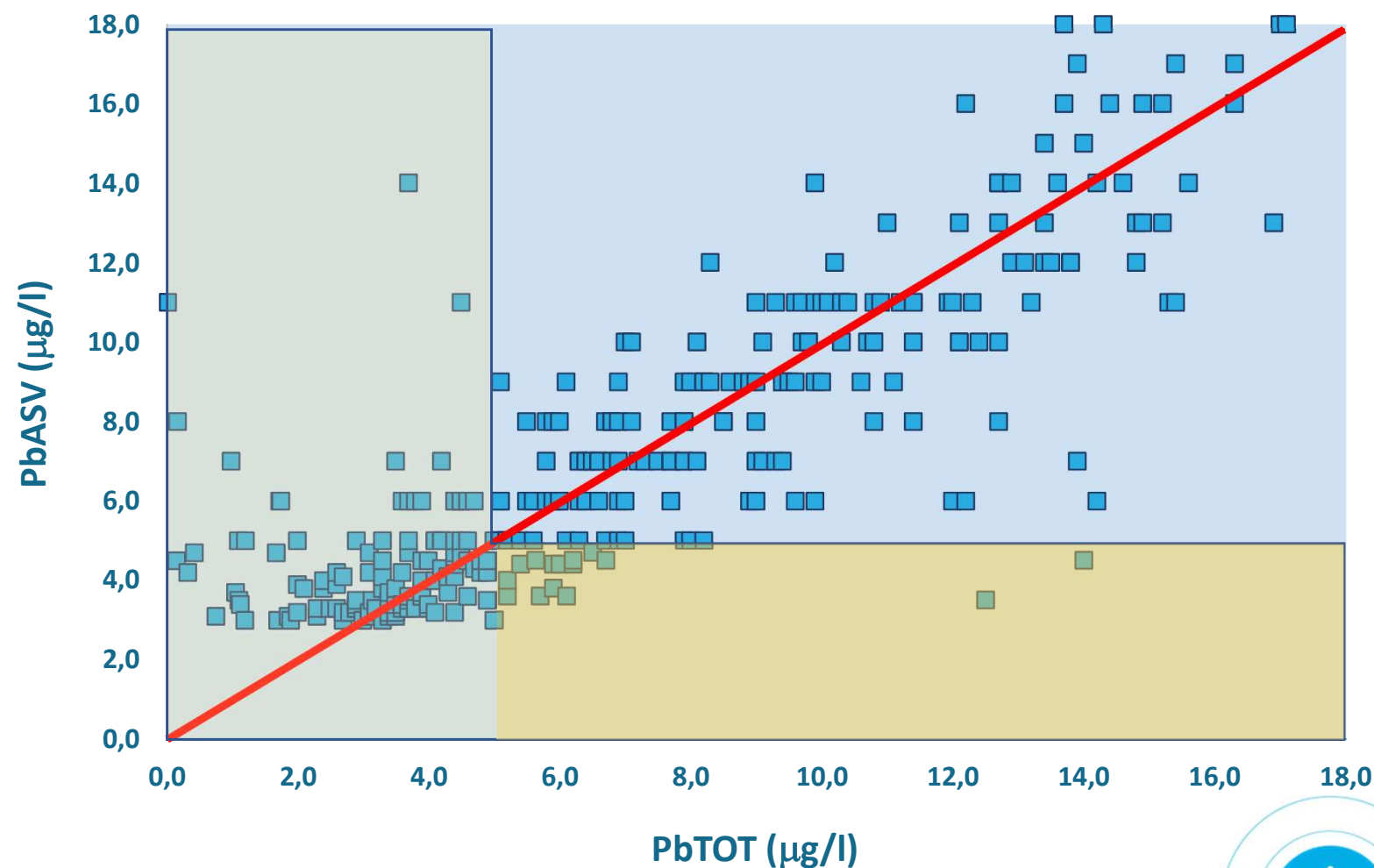
Analyse comparative

Résultats ASV versus
résultats ICP-MS

Zone critique: 5 µg/l

- Faux « Conforme »
23 résultats / 242 (10%)
- Faux « Non-détecté »
52 résultats / 126 (41%)

PbASV en fonction de PbTOT



Conclusions

Conclusions

La vérification de la conformité d'un point d'eau potable au Règlement sur la qualité de l'eau potable se fait par une méthode accréditée;

Chacune des méthodes présentées possèdent des forces et des faiblesses;

- L'analyse du plomb par ICP-MS est sensible et robuste, mais n'est pas très flexible;
- L'analyse du plomb par ASV est conviviale et agile, mais pas très robuste;
- Les deux méthodes peuvent se révéler dispendieuse;

L'analyse comparative montre que 43% des résultats ASV supérieurs à la LQM sont significativement différents de ceux générés par ICP-MS;

Ces différences sont principalement dues à des anomalies analytiques et à la présence de plomb sous forme particulaire;

- Les teneurs en plomb particulières présentes dans une eau sont difficilement prévisibles;
- L'identification des données aberrantes ne peut se faire que par une contre-expertise;



Conclusions

Ces différences résultent en de possibles sous-estimations ou surestimations des teneurs en plomb et en des erreurs de diagnostic;

L'utilisation exclusive de l'analyseur ASV peut biaiser les gestionnaires d'infrastructures immobilières dans leur diagnostic des points d'eau problématiques;

- Risque de ne pas intervenir pour un point d'eau non-conforme;
- Risque de procéder à des interventions non-requises (\$);

L'utilisation de l'analyseur ASV demeure intéressante par l'agilité qu'elle donne aux responsables pour faire le dépistage des points d'eau potable.

Toutefois, elle requière une analyse critique des résultats, par un(e) professionnel(le), ainsi que l'application d'un programme d'assurance de la qualité (contre-expertise) pour assurer la justesse des diagnostics réalisés.



Remerciements

- Pascal Picotte, Atera Enviro, distributeur des instruments Palintest Kemio™;
- Équipe technique de la Section des laboratoires;
- Équipe de la Gestion immobilière;

Des questions...

