

DRASS Ile-de-France

**Evaluation de la fiabilité
de la mesure du plomb des poussières
par un appareil de terrain à fluorescence X**

Octobre 2001

Préambule

La présente étude a été réalisée dans le cadre d'un groupe de travail comprenant les personnes suivantes :

- M. Philippe BRETIN, santé environnement DDASS 92 ;
- Mlle Anne Claire COLLEVILLE, DDASS 93 ;
- Mme Cécile COIRON, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris ;
- M. Michel DROUVIN, Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris ;
- M. Alain HARTMANN- PACT ARIM 93 ;
- M. Olivier JACQ, Service communal d'hygiène et santé de la Ville d'Aubervilliers ;
- Mme Anne LE BAIL, PACT de PARIS ;
- Mlle Céline LEGOUT, santé environnement DRASSIF ;
- Mme Geneviève MACARY, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris ;
- Mme Jackie MOUTON, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris ;
- M. Jean PORTRON, santé environnement DDASS 77 ;
- Dr Fabien SQUINAZI, Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris ;
- M. Patrice SYLVA, PACT ARIM 93.

Le groupe de travail était animé par Céline LEGOUT – DRASSIF.

La présente synthèse a été rédigée par Philippe BRETIN – DDASS 92.

Sommaire

1. Introduction

- 1.1- exposé du contexte.....P 5
 - 1.1.1- la réglementation relative aux mesures d'urgence contre le saturnisme
 - 1.1.2- existence d'une solution alternative pour la mesure des poussières
- 1.2- objectif de l'étude.....P 7

2. Méthodologie

- 2.1- réalisation d'analyses comparatives.....P 7
 - 2.1.1- principe
 - 2.1.2- organisation du travail et chronologie
 - 2.1.3- Prélèvement des échantillons
 - 2.1.4- analyse par XL-309
 - 2.1.5- Extraction du plomb au laboratoire
 - 2.1.6- Dosage du plomb
- 2.2- étude de la variabilité de la mesure par fluorescence X.....P 9

3. Résultats

- 3.1- résultats des analyses comparatives.....P 10
 - 3.1.1- présentation des résultats validés
 - 3.1.2- présentations graphiques et droites de régression
- 3.2- résultats de l'étude sur la variabilité de la mesure par fluorescence X .P 11

4. Discussion

- 4.1- explication de l'écart systématique entre chimie et fluorescence X.....P 12
- 4.2- approche de la probabilité d'erreur de jugement par le calcul d'un intervalle de prédiction.....P 12
- 4.3- conclusions et propositions.....P 13

Annexes et graphiques

- Annexe 1 :** fiche de résultats
Annexe 2 : comparaison des méthodes d'analyse du plomb des poussières (189 prélèvements)
Annexe 3 : série de mesures XRF réalisées sur la même lingette (DDASS 92)
Annexe 4 : formule de l'intervalle de prédiction
- Graphique 1 :** comparaison des méthodes sur 189 échantillons
Graphique 2 : comparaison des méthodes sur 161 échantillons (XRF < 4000)
Graphique 3 : comparaison des méthodes en prenant la limite supérieure de l'intervalle de confiance des mesures XRF (pour 161 échantillons avec valeur XRF < 4000)
Graphique 4 : comparaison des méthodes sur 161 échantillons (XRF < 4000) – tracé de la droite de régression
Graphique 5 : comparaison des méthodes en prenant la limite supérieure de l'intervalle de confiance des mesures XRF (pour 161 échantillons avec valeur XRF < 4000) – Tracé de la droite de régression
Graphique 6 : comparaison XRF et plomb acidosoluble pour 105 échantillons (XRF < 1500) – tracé de la droite de régression.

Bibliographie :

- 1- arrêté du 12 juillet 1999 concernant le contrôle des locaux après réalisation de travaux d'urgence en vue de vérifier la suppression de l'accessibilité au plomb pris pour l'application de l'article R. 32-4 du code de la santé publique. J. O. du 3 août 1999, page 11632.
- 2- document commercial Niton : « Laboratory Quality XRF Testing »
- 3- document commercial Niton : « NITON XRF Lead in Dust Wipe Analysis »
- 4- Scott Clark and al. , « use of a field portable X-ray fluorescence analyser to determine the concentration of lead and other metals in soil samples". Article paru dans la revue AAEM en 1999, 6, 27-32.
- 5- U. S. Département of Housing and Urban Development – « Guidelines for the evaluation and control of lead-based paint hazards in housing », version juin 1995 (notamment chapitre 5 et annexes 13.1, 14.2, et 14.3).
- 6- U. S. Département of Housing and Urban Development – traduction française du « Guide temporaire pour l'identification et le traitement des risques liés à la peinture au plomb dans l'habitat public et indien » – version septembre 1990 (notamment annexe 5) – diffusion DDASS des Hauts-de-Seine

Lexique :

XRF (abréviation de l'anglais : X-Ray Fluorescence) : par fluorescence X
XL 309 : matériel portable de mesure du plomb par fluorescence X, fabriqué par NITON et pouvant être équipé d'un kit pour analyser les poussières

1- INTRODUCTION

1.1- exposé du contexte

1.1.1 : la réglementation relative aux mesures d'urgence contre le saturnisme

La mesure du plomb contenu dans les poussières déposées sur le sol des locaux d'habitation a été introduite officiellement par l'arrêté du 12 juillet 1999 [1] comme un des moyens de contrôle de la qualité des travaux d'urgence destinés à supprimer l'accessibilité au plomb des peintures.

Cette mesure permet de vérifier que les travaux n'ont pas occasionné ou laissé persister une contamination excessive des locaux par des poussières contenant du plomb. Si l'analyse montre que la charge en plomb dépasse le seuil de 1000 µg/m², un nettoyage complémentaire doit être réalisé, suivi de nouveaux prélèvements.

Une seule méthode de prélèvement et d'analyse est introduite par le texte. Les poussières sont prélevées sur le sol des locaux à l'aide d'une lingette humidifiée. Celle-ci est analysée en laboratoire selon une procédure comprenant une extraction du plomb par une solution acide à froid, avec contact de 24 h.

Le transport de l'échantillon, son analyse, l'édition des résultats et la communication des résultats représentent un délai de plusieurs jours, ou même semaines.

Dans ces conditions, si les occupants du logement ont été hébergés pendant les travaux, il est difficile de refuser leur retour dans les lieux en l'attente des résultats des analyses. Si l'on conditionne le retour des occupants à des résultats conformes des analyses de poussières, le coût d'hébergement augmente fortement. A contrario, si les occupants sont admis à rentrer dans les lieux avant obtention des résultats, le nettoyage supplémentaire en cas de résultats non conformes sera mal perçu et difficile à réaliser efficacement. Enfin, si les travaux ont été faits en site occupé, la connaissance tardive des résultats non conformes amènera une nouvelle intervention une ou plusieurs semaines après les travaux, avec des difficultés de réalisation.

1.1.2- existence d'une solution alternative pour la mesure du plomb dans les poussières

Les difficultés pratiques exposées ci-dessus existent aussi aux USA qui ont sur ce point une approche réglementaire similaire. Ceci a amené un fabricant américain de matériel portable de mesure du plomb par fluorescence X (XRF) à développer une technique de mesure de terrain permettant d'évaluer immédiatement la charge de plomb sur les sols.

A noter que les appareils récents de mesure du plomb par fluorescence X sont très performants pour l'analyse des peintures. Mais pour les poussières, les concentrations surfaciques à mesurer sont 10 000 fois plus faibles.

La technique consiste [2, 3] à prélever les poussières par lingette comme pour une analyse chimique puis à replier 5 fois la lingette sur elle-même avant de l'introduire dans une pochette plastique. Cette pochette est ensuite introduite dans un cadre que l'opérateur place sous l'appareil de mesure (modèle XL-309), à l'aide d'un support adapté.

L'analyse de la lingette nécessite en fait 4 mesures unitaires, chacune sur l'un des quartiers du cadre. L'appareil donne un résultat calculé à partir de ces 4 mesures, ainsi qu'un intervalle de confiance à 95 %. La durée de chaque mesure unitaire est décidée par l'opérateur. La précision du résultat est fonction de la durée des mesures unitaires.

Les documents publicitaires de Niton annoncent une excellente corrélation avec l'analyse chimique en laboratoire : $[Pb]_{\text{laboratoire}} = 0.95 * [Pb]_{\text{XRF}}$, avec $R^2 = 0.986$. Cette corrélation a été établie lors d'une étude réalisée à l'initiative du fabricant en 1996 [3]. Le nombre de valeurs est faible (19). La gamme de valeurs est élevée : jusqu'à 1600 µg de plomb par lingette, soit environ 16 000 µg/m².

Une autre étude a été réalisée par le département de santé environnementale de l'université de Cincinnati et publiée en 1999 [4]. Elle donne aussi une bonne corrélation entre l'analyse XRF de terrain et l'analyse par absorption atomique à four graphite. Cette étude a porté sur 194 échantillons. La gamme des valeurs est très large, allant jusqu'à 10⁵ µg de plomb par lingette, ce qui correspond à une concentration de 10⁶ µg/m². L'étude montre un décalage systématique entre les valeurs obtenues par absorption atomique et les mesures XRF :

$$\text{Ln}(\text{Pb})_{\text{absorption atomique}} = 0.57 + 0.80 * \text{Ln}(\text{Pb})_{\text{XRF}}$$

La vérification de la propreté des sols après travaux suppose d'avoir une bonne fiabilité de la mesure de plomb pour des valeurs proches de 1000 µg/m². Pour ces valeurs, il était possible que la corrélation entre mesures XRF et analyses chimiques soit moins bonne que celle annoncée dans les études précitées, qui portent sur des valeurs très élevées.

L'analyse du plomb contenu dans les poussières par un appareil de terrain à fluorescence X n'est pas actuellement validée pour l'application des textes réglementaires aux USA.

Le fabricant propose donc cette analyse comme un moyen :

- 1- d'une part de ***s'assurer en fin de travaux que les sols sont suffisamment propres, avant de faire les prélèvements réglementaires*** pour analyse chimique. Cela permet de décider immédiatement si un nettoyage supplémentaire est nécessaire. Le risque d'un résultat non conforme est ainsi très diminué ;
- 2- d'autre part, de ***contrôler la propreté du chantier vis-à-vis des poussières en cours de travaux.***

1.2- objectif de l'étude

Il s'agissait de vérifier si l'analyse des lingettes par fluorescence X avec le matériel de terrain proposé par Niton (modèle XL 309) donne des résultats suffisamment fiables pour que soit envisagée une utilisation telle que préconisée par le fabricant.

2- METHODOLOGIE

2.1- réalisation d'analyses comparatives

2.1.1- principe

Il a été convenu que des lingettes analysées en fluorescence X par des préleveurs à l'occasion du contrôle des travaux relatifs aux peintures au plomb seraient expédiées à des laboratoires pour qu'ils l'analysent selon le protocole défini par l'arrêté du 12 juillet 1999.

Chaque lingette était accompagnée d'une fiche de relevé d'informations et de résultats jointe en **annexe 1**.

Chaque lingette faisait l'objet de 2 résultats : une valeur de mesure du plomb par fluorescence X, une autre par analyse chimique. Il était visé un objectif de 150 couples de valeurs

2.1.2- organisation du travail et chronologie

Un groupe de travail a été réuni par la DRASS Ile de France en février 2000, comprenant notamment :

- des organismes réalisant des prélèvements de poussières de plomb par lingettes dans le cadre du contrôle des travaux relatifs aux peintures au plomb et disposant du matériel de mesure des poussières par fluorescence X,
- deux laboratoires réalisant depuis plusieurs années des analyses du plomb contenu dans des lingettes : le Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris (LHVP) et le Laboratoire central de la préfecture de police (LCPP).

Il a été convenu que les lingettes seraient envoyées alternativement à chacun des 2 laboratoires par les organismes préleveurs.

Le suivi méthodologique et l'analyse statistique des résultats ont été confiés à la DDASS des Hauts-de-Seine.

Une deuxième réunion s'est tenue le 7 juillet 2000, après réalisation de 150 analyses de lingettes. Certaines analyses n'ayant pu être validées, notamment du fait de divergences de méthodes entre les 2 laboratoires, une deuxième série d'une centaine d'échantillons a été programmée. Il a été décidé pour cette série de

restreindre les analyses chimiques aux lingettes ayant une valeur mesurée en fluorescence X inférieure à 4000 µg/m².

Une 3^{ème} réunion s'est tenue le 2 avril 2001, au cours de laquelle ont été validées les conclusions de l'étude.

2.1.3- Prélèvement des échantillons

Il a été réalisé conformément au protocole précisé par l'arrêté du 12 juillet 1999, article 4.

Les organismes préleveurs étaient au nombre de 3, les opérateurs de prélèvements au nombre de 10.

Les organismes préleveurs ont dans un premier temps utilisé les lingettes fournies par la société qui commercialise l'appareil (lingettes d'essuyage des mains de marque dispoz-0). D'autres types de lingettes ont été ensuite utilisées.

Seules sont entrées dans l'étude des lingettes ayant servi au prélèvement de poussières sur des sols. La surface de prélèvement était de l'ordre de 0.1 m². Elle a été notée précisément, afin de convertir le résultat en µg/m².

Après prélèvement, chaque lingette a été placée dans un étui plastique à usage unique fourni par le vendeur de l'appareil, après avoir été pliée 5 fois au total.

2.1.4- analyse par fluorescence X, sur l'appareil XL- 309

NB : les analyses effectuées par fluorescence X sont aussi appelées « analyses XRF »

Elle a été faite conformément aux recommandations du fabricant NITON.

Seuls ont été inclus dans l'étude les prélèvements pour lesquels l'appareil donnait un résultat précis, avec son intervalle de confiance. Ont été exclues de l'étude les résultats rendus sous la forme « < seuil ».

Afin d'éviter une variabilité trop importante dans la précision de la mesure obtenue au XL-309 entre les différents opérateurs et appareils utilisés, il était demandé aux opérateurs de respecter une même durée de 30 s de mesure *affichée*, pour chaque quart de cadre. Il s'agit de la durée affichée par l'appareil, qui correspond à la durée effective de mesure (excluant les temps morts de calcul) et pondérée en fonction du débit de la source. La durée réelle de l'ensemble des 4 mesures pouvait donc varier selon les appareils entre 2.5 et 5 minutes environ par lingette.

2.1.5- Extraction du plomb au laboratoire

Les 2 laboratoires devaient respecter le protocole établi par l'arrêté du 12 juillet 1999, qui laisse toutefois part à l'interprétation. Une méthode commune a été adoptée après une phase de concertation :

- extraire la lingette et la placer dans un tube en polypropylène de 50 ml à bouchon à vis,
- rincer l'intérieur de l'étui avec de l'acide chlorhydrique 0.15 N qui est récupéré dans le tube,
- ajouter un complément d'acide jusqu'à 25 ml,
- fermer le tube,
- agiter manuellement,
- placer le tube en cuve à ultrasons 15 minutes,
- laisser en contact 24 h à température ambiante à l'abri de la lumière,
- après 24 h, enlever la lingette,
- filtrer pour éliminer les débris de lingette (filtre Durieux n°111 sans cendres, diamètre 125 mm),
- le filtrat peut être conservé quelques jours au froid (4 ° C) en attente de dosage en série,
- rincer le filtre et la lingette contenue dans le tube conique avec de l'eau déminéralisée,
- compléter à 50ml avec de l'eau déminéralisée.

2.1.6- Dosage du plomb

La solution est agitée avant analyse. Le dosage a été fait selon les méthodes habituelles de chaque laboratoire : spectrométrie d'absorption atomique flamme, ou électrochimie.

2.2- étude de la variabilité de la mesure par fluorescence X

L'appareil XL-309 donne un résultat exprimé en μg par lingette, accompagné d'une valeur représentant, d'après le vendeur, l'intervalle de confiance à 95 %. Sur l'écran de l'appareil, le résultat, qui apparaît par exemple sous la forme :

$138 \mu\text{g}/\text{m}^2 \pm 25$

signifie que le résultat réel a 95 % de chances d'être situé entre 113 et 163 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Nous avons souhaité vérifier que cet intervalle annoncé correspondait bien à la réalité.

La DDASS des Hauts-de-Seine a réalisé pour cela une série de mesures sur la même lingette, puis a calculé l'écart type de ces mesures. L'appareil était mis à disposition par le vendeur.

Il a été choisi une lingette ayant servi au prélèvement d'un sol dont la charge en poussières était proche du seuil réglementaire de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$. Le prélèvement étant

effectué sur 0.1 m² de sol, la lingette devait donc avoir une charge en plomb de l'ordre de 100 µg.

La durée réelle des mesures pour l'opérateur était d'environ 8 minutes (4 passes de 2 minutes). A noter que la source radioactive était en fin de vie.

3- RESULTATS

3.1- résultats des analyses comparatives

3.1.1- présentation des résultats validés

Les résultats des lingettes prélevées en février 2000 et analysées par le LHVP n'ont pas tous été validés, car il est apparu que les méthodes de filtration utilisées par les 2 laboratoires, légèrement différentes, donnaient des résultats sensiblement différents. La technique du LHVP suivait les recommandations du comité technique plomb de février 1994 « enquête environnementale à mener après dépistage d'un enfant présentant une plombémie supérieure à 150µg/l ». Le LHVP a ensuite utilisé la même méthode que le LCPP. N'ont été retenus que les résultats obtenus avec des protocoles d'extraction identiques.

Par contre les méthodes de dosage sont restées différentes selon les laboratoires : électrochimie pour le LCPP, spectroscopie d'absorption atomique flamme pour le LHVP. Des essais comparatifs sur un même extrait ont été pratiqués entre les deux laboratoires. Les résultats étaient cohérents.

Quelques autres résultats ont été exclus : 4 lingettes pour lesquelles la valeur lue au XL-309 était négative, 2 pour lesquelles l'intervalle de confiance donné par le XL-309 était beaucoup plus élevé que le résultat lui même et 1 pour laquelle la valeur en chimie était 10 fois supérieure à la valeur XRF.

Il est apparu enfin que des prélèvements réalisés à partir du 15 janvier 2001 par le même préleveur donnaient fréquemment (de l'ordre de 1 fois sur 2) des résultats en analyse chimique supérieurs aux mesures XRF. Ce constat venait en contradiction complète avec les conclusions faites sur l'ensemble des données précédentes, pour lesquelles l'analyse chimique dépassait rarement la mesure XRF. Après recherche des explications possibles, il est apparu que le préleveur ne respectait pas le protocole de mesure XRF : les lingettes n'étaient pas placées dans un étui plastique et étaient insuffisamment pliées. De ce fait, une partie de leur surface débordait de la fenêtre du cadre de mesure et la charge en plomb correspondante n'était pas prise en compte par l'appareil. Ces résultats n'ont donc pas été pris en compte.

Après suppression de ces résultats, l'échantillon comprend **189** couples de valeurs.

Ces valeurs sont listées en **annexe 2** avec les principaux items de la fiche de résultats.

La colonne 11 donne la différence entre le résultat obtenu en fluorescence X et le résultat de l'analyse chimique. On constate que l'analyse chimique dépasse rarement la fluorescence X : 8 % des cas.

La colonne 13 donne la différence entre la limite supérieure de l'intervalle de confiance du résultat obtenu en fluorescence X et le résultat de l'analyse chimique. Les dépassements sont encore plus rares : 1 % des cas.

3.1.2- présentations graphiques et droites de régression

Le **graphique 1** présente les 189 couples de valeurs.

L'étude des relations entre les 2 méthodes d'analyse est surtout intéressante pour les valeurs situées aux alentours de 1000 µg/m², seuil réglementaire. Le **graphique 2** présente donc les résultats en ne conservant que les valeurs XRF < 4000 µg/m² (161 résultats). On constate que les dépassements de la valeur en chimie par rapport à la valeur XRF concernent surtout les échantillons dont la valeur XRF est < 1500 µg/m².

Le **graphique 3** permet de comparer (pour les 161 résultats précités) la valeur limite supérieure de l'intervalle de confiance de la mesure XRF et la mesure en chimie. Seulement 2 valeurs en chimie sont supérieures à la limite supérieure de l'intervalle de confiance de la mesure XRF.

Les **graphiques 4 et 5** donnent les coordonnées et le tracé de la droite de régression pour les valeurs présentées dans les **graphiques 2 et 3**.

La pente de la droite de régression de 0.53 (**graphique 4**) montre que **l'analyse chimique donne un résultat en moyenne moitié plus faible que l'analyse par fluorescence X**.

3.2- résultats de l'étude sur la variabilité de la mesure par fluorescence X

L'**annexe 3** donne la liste des 46 mesures réalisées sur la même lingette.

La moyenne de ces mesures était de 135.7 µg et l'écart type de 13.45 µg.

L'intervalle de confiance à 95 % correspond à 1.96 fois l'écart type. Il est donc de + ou - 26.4 µg.

La moyenne des intervalles de confiance donnés par l'appareil à chaque mesure est de 23.9 µg.

Ces 2 valeurs sont très proches. L'intervalle de confiance annoncé par l'appareil est donc crédible.

4- DISCUSSION

4.1- explication de l'écart systématique entre chimie et fluorescence X

L'étude montre que les résultats des analyses par fluorescence X sont nettement plus élevés que les résultats des analyses chimiques.

Le rapport est de l'ordre de 2, ce qui ne correspond pas aux résultats des études américaines qui concluent à des divergences beaucoup plus faibles.

Cela s'explique très probablement par le fait que l'analyse par fluorescence X est une analyse du plomb total contenu dans la lingette, alors que l'analyse chimique pratiquée selon la méthode de l'arrêté du 12 juillet 1999 est une analyse de la partie acido-soluble du plomb. La méthode d'analyse chimique simule l'action du suc gastrique alors que la méthode américaine d'analyse du plomb des lingettes exposée dans le guide du HUD édition de juin 1995 [5] est une analyse du plomb total.

La différence entre les 2 méthodes va toutefois dans le sens de la sécurité : si un opérateur chargé de contrôler la propreté des locaux en fin de chantier mesure par fluorescence X des valeurs de plomb dans les poussières inférieures à 1000 µg/m², il court peu de risque qu'une analyse chimique conclut différemment.

On trouve par ailleurs dans cette étude une corrélation moins forte entre les données XRF et chimie ($R^2 = 0.60$) que celle annoncée par le fabricant ($R^2 = 0.986$). Plusieurs explications sont possibles : variabilité de la mesure XL-309 entre opérateurs, ceux-ci ayant par ailleurs peu d'expérience dans la réalisation de ces mesures, variabilité plus importante de l'extraction du plomb acido-soluble par rapport à la minéralisation totale, variabilité intra et inter laboratoires, plage de valeurs beaucoup plus étendue dans l'étude américaine.

4.2- approche de la probabilité d'erreur de jugement par le calcul d'un intervalle de prédiction

Le problème qui se pose à un opérateur utilisant l'appareil XL-309 pour mesurer le plomb contenu dans les poussières est le suivant :

« Si je mesure une valeur XRF inférieure à 1000 µg/m², quelle est la probabilité pour que l'analyse chimique faite ensuite sur la même lingette donne une valeur supérieure à 1000 µg/m²? »

On peut apporter une réponse par le calcul d'intervalles de prédiction, basé sur l'utilisation de la régression linéaire.

La formule de calcul de l'intervalle de prédiction est donnée en **annexe 4** (selon T. H. Wonnacott et R. J. Wonnacott, 4ième édition, chapitre 12).

On a utilisé pour les calculs la formule de régression linéaire obtenue avec les 105 échantillons ayant une valeur XRF inférieure à 1500 µg/m², afin de se rapprocher de la valeur réglementaire, et pour se mettre dans la situation la plus défavorable. En effet on a constaté (**graphique 2**) que les dépassements de la valeur en chimie par rapport à la valeur XRF sont plus fréquents en dessous de ce seuil.

Le **graphique 6** donne le tracé de cette droite de régression dont les coordonnées sont les suivantes :

Ordonnée à l'origine	46,60
Pente	0,53
R ²	0,50

Les calculs faits selon la formule précitée montrent que si l'opérateur trouve une valeur XRF de 999 µg/m², la probabilité d'avoir une analyse chimique dont le résultat sera supérieur à un certain seuil est la suivante:

Seuil (µg/m ²)	Probabilité
945	5 %
1017	2.5 %
1102	1 %
1159	0.5 %
1214	0.25 %

La probabilité que l'analyse chimique dépasse 1000 µg/m² serait donc de l'ordre de 3%. Mais il n'y a que 0.25 % de risque que l'analyse chimique dépasse 1200 µg/m².

La probabilité de dépassement serait quasi nulle si on avait utilisé comme résultat de la mesure XRF la limite supérieure de l'intervalle de confiance affiché par le XL 309. En effet le **graphique 3** montre qu'aucune valeur en chimie n'est supérieure à la limite supérieure de l'intervalle de confiance pour les échantillons dont la mesure XRF est inférieure à 1500 µg/m².

4.3- conclusions et propositions

L'analyse par fluorescence X du plomb contenu dans les poussières n'est pas actuellement validée pour l'application des textes réglementaires.

Néanmoins, la présente étude montre que l'analyse par fluorescence X de prélèvements de poussières par lingette avec le matériel de terrain NITON peut être utilisée pour vérifier le non dépassement du seuil réglementaire de plomb de 1000 µg/m², en cours de chantier ou en pré-réception de chantier.

La probabilité d'un résultat contraire par analyse chimique est très faible, du fait du décalage entre l'analyse du plomb total réalisé par fluorescence X et l'analyse du plomb acidosoluble pratiquée selon le protocole réglementaire.

Cela suppose bien sûr que l'analyse par fluorescence X ait été faite correctement, et notamment que la durée de la mesure ait été suffisante, car elle conditionne la précision du résultat.

Pour tenir compte de la précision plus ou moins grande de la mesure par fluorescence X selon la pratique de l'opérateur, on peut recommander de comparer la limite supérieure de l'intervalle de confiance donné par l'appareil XL 309 avec le seuil de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que la variabilité de la mesure XRF reste très faible par rapport à la variabilité introduite par la technique de prélèvement des poussières : poussières non réparties uniformément sur les sols, rugosité variable du sol prélevé, façon de procéder du préleveur (nombre de passages, pression exercée...), humidité plus ou moins grande de la lingette...

Pages suivantes :

Annexes numérotées de 1 à 4

Graphiques numérotés de 1 à 6