

# Détection du plomb dans les peintures anciennes

- **Avis de l'Afsse**
- **Rapport du groupe de travail**
- **Annexes du rapport**

Avec l'appui scientifique et technique du



agence française de **sécurité** sanitaire **environnementale**

Juin 2005

## **Avis de l'Afsse sur la détection du plomb dans les peintures anciennes**

Maisons-Alfort, le 23 mai 2005

Le présent document comporte deux parties :

- un exposé du contexte dans lequel s'inscrit le travail effectué par l'Afsse en vue d'évaluer la fiabilité des appareils de détection du plomb dans les peintures anciennes ;
- l'avis proprement dit, qui rassemble les préconisations de l'Afsse à l'adresse des pouvoirs publics et des différentes parties concernées par la détection du plomb dans les peintures anciennes, en s'appuyant sur les principaux enseignements tirés des données scientifiques rassemblées par le groupe d'experts.

### **A- Contexte de l'avis de l'Afsse et ses principes**

Le présent avis de l'Agence répond à la lettre de saisine du 16 février 2004 des ministres chargés de la santé et de l'environnement, qui ont demandé à l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale d'évaluer la fiabilité des appareils de détection du plomb dans les peintures anciennes (appareils à tube et à source), à la suite d'un rapport d'étude en laboratoire réalisé par le Laboratoire national d'essai sur les différents types d'appareils actuellement sur le marché.

Pour répondre à cette saisine, l'AFSSE a proposé au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment de collaborer pour animer un groupe de travail constitué de représentants de différents organismes scientifiques et techniques ayant compétence sur le sujet<sup>1</sup>.

L'avis que rend l'Agence s'appuie sur les conclusions du rapport de ce groupe de travail qui lui a été remis le 11 mai 2005<sup>2</sup>.

### **B- Avis de l'Afsse à partir des principaux enseignements tirés du rapport du groupe d'experts**

#### **I Enseignements tirés du rapport**

L'identification de la présence de plomb dans les peintures de l'habitat ancien telle que pratiquée de manière courante pour satisfaire aux obligations réglementaires, s'effectue au moyen d'appareils portables dits « à fluorescence X ». Ces appareils provoquent au moyen d'un rayonnement primaire énergétique, un rayonnement de fluorescence spécifique du plomb lié à l'excitation des couches électroniques L et/ou K selon l'énergie primaire délivrée.

---

<sup>1</sup> Composition du groupe de travail : Marie Ange Andre-Lesage (CRAMIF), Philippe Bretin (InVS), Franck Chaventré (CSTB), Christian Cochet (CSTB), Gilles Dixsaut (Afsse), Sylvie Domsic (LHVP), Sylvie Hiss (LHVP), Geneviève Macary (LHVP), Dominique Oster (LNE), Sylvie Rodde (DGSNR)  
Ont été auditionnés par le groupe de travail Edouard Dao et Patrice Lucchini (HSD) ainsi que Laetitia Guillotin (DGS)

<sup>2</sup> Le rapport du groupe d'experts peut être consulté sur le site Internet de l'Afsse ([www.afsse.fr](http://www.afsse.fr)).

Sur la base des données disponibles à ce jour, le groupe de travail constate que la détection à partir de la seule fluorescence en raies L du plomb ne permet pas de repérer la présence de plomb dans de nombreuses situations courantes. Les limitations rencontrées sont de nature physique en raison de l'interférence avec les autres éléments présents sur le trajet des rayonnements. Cette situation se rencontre en particulier dès lors que la couche de peinture contenant le plomb est recouverte par un revêtement ou une autre peinture ; elle peut conduire l'opérateur de diagnostic à conclure de manière erronée sur la présence de plomb en produisant notamment de faux résultats négatifs, préjudiciables à l'objectif de santé publique des diagnostics. En revanche, la détection des raies K, plus énergétiques, permet de renseigner correctement la plupart des situations courantes, sous réserve d'un bon fonctionnement des appareils et du respect de critères de performances.

En l'état actuel du marché, les appareils utilisant une source radioactive (appareils à source) peuvent exciter les couches L et K du plomb alors que les appareils utilisant un tube à rayons X (appareils à tube), ne peuvent exciter que la couche L.

## II Avis de l'Afsse

- **L'Afsse recommande de n'autoriser que les appareils portables dits « à fluorescence X » permettant d'exciter la couche K de l'atome de plomb en d'en détecter la fluorescence** pour la réalisation des diagnostics prévus par la réglementation. Ces appareils permettent également d'exciter la couche L et lorsque la précision est meilleure sur la couche L, notamment en cas de faibles teneurs en plomb situé en surface, il reste judicieux de rendre le résultat obtenu par la mesure sur la raie L. Dans l'immédiat et compte tenu de la situation technologique actuelle du marché, cette disposition conduit à n'autoriser que les appareils à source radioactive.
- **Compte tenu des importantes incertitudes de mesures observées avec tous les types d'appareils disponibles, il convient d'établir des critères de performances**, indépendants des options technologiques des appareils pour les appareils portables dits « à fluorescence X », fondés sur :
  - l'aptitude au mesurage du plomb par rapport à un jeu d'éprouvettes de références reproduisant différentes configurations de supports et de recouvrements couramment rencontrés dans l'habitat.
  - les caractéristiques techniques intrinsèques complètes des appareils : justesse, sensibilité, fidélité, conformité des logiciels, etc. Celles-ci pourront reprendre, après examen détaillé, les caractéristiques d'ores et déjà disponibles, pour ces types d'appareils.
- **Compte tenu de la variabilité des résultats pour un même modèle d'appareil, il convient de mettre en place une procédure d'homologation**, permettant la vérification lors de leur mise sur le marché, de la conformité des types appareils par rapport aux critères de performance cités précédemment. La procédure devra prévoir également la vérification, par un contrôle technique régulier, du maintien des caractéristiques de tous les appareils utilisés par les opérateurs de diagnostic. Ce contrôle devrait être réalisé au minimum tous les 2 ans et à chaque changement de source pour les appareils concernés. Un dispositif permettant le contrôle, le suivi et l'évaluation de cette homologation au niveau national devra être envisagé.

- **Il conviendra d'élaborer un référentiel détaillé**, sous forme de norme ou de guide technique pour définir les conditions d'utilisation des appareils portables fonctionnant en fluorescence X, en lien avec le protocole général de diagnostic (guide méthodologique)
- **Il apparaît indispensable enfin d'assurer une bonne formation des opérateurs** à l'utilisation des machines (qui ne sont pas de simples contrôleurs mais de véritables spectromètres !)

Il convient de signaler en complément, qu'en état actuel de la technologie disponible sur le marché, ces recommandations vont dans le sens d'une augmentation du nombre de sources radioactives en circulation soumises à autorisation, avec les contrôles réglementaires qui leurs sont associés et les risques liés à la dissémination de sources radioactives.

## Détection du plomb dans les peintures anciennes

Saisine du 16 février 2004

En partenariat avec le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)



**Membres du groupe de travail :** Marie (CRAMIF), Philippe Bretin (InVS), Franck Chaventré (CSTB), Christian Cochet (CSTB), Gilles Dixsaut (Afsse), Sylvie Domsic (LHVP), Sylvie Hiss (LHVP), Geneviève Macary (LHVP), Dominique Oster (LNE), Sylvie Rodde (DGSNR)

Par ailleurs ont été auditionnés par le groupe de travail Edouard Dao et Patrice Lucchini (HSD) ainsi que Laetitia Guillotin (DGS).

Secrétariat scientifique : CSTB.

Saisine en date du 16 février 2004 de la DGS et de la D4E



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE  
Direction des études économiques et  
de l'évaluation environnementale

N° 144

MINISTÈRE DE LA SANTÉ, DE LA FAMILLE  
ET DES PERSONNES HANDICAPÉES  
Direction générale de la santé

COURRIER REÇU LE

27 FEV. 2004

5091

Le directeur général de la santé

Le directeur des études économiques et de  
l'évaluation environnementale

à

Madame la directrice générale  
Agence Française de Sécurité Sanitaire  
Environnementale  
27-31 Avenue du Général Leclerc  
94701 MAISONS ALFORT

Paris, le 16 FEV. 2004

**OBJET :** appareils de détection du plomb dans les peintures

Madame la directrice générale,

Diverses dispositions réglementaires relatives à la lutte contre le saturnisme lié à l'habitat rendent nécessaire la recherche de plomb dans les peintures anciennes. Cette recherche s'effectue dans 2 circonstances :

- à la suite du signalement d'un cas de saturnisme ou d'un risque d'accessibilité au plomb (L. 1334-1 du code de la santé publique). La recherche est effectuée par les Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), les Services Communaux d'Hygiène et de Santé (SCHS) ou par des opérateurs agréés par le préfet, son objectif est de déterminer l'origine de l'intoxication de l'enfant ou d'évaluer le risque sanitaire immédiat pour les occupants.
- en cas de vente d'un logement construit avant 1948 et situé dans une zone à risque d'exposition au plomb (L. 1334-5 du code de la santé publique). La recherche est effectuée par un contrôleur technique agréé (au sens de l'article L. 111-25 du code de la construction et de l'habitation) ou par un technicien de la construction qualifié ayant contracté une assurance professionnelle pour ce type de mission. Elle consiste à identifier les revêtements contenant du plomb et à décrire leur état de conservation.

Ces recherches requièrent l'utilisation d'appareils portables à fluorescence X. La présence de plomb à une teneur supérieure ou égale à **1 mg/cm<sup>2</sup>** déclenche l'information des occupants et des ouvriers et la réalisation de travaux quand les peintures sont dégradées.

Initialement, seuls les appareils équipés d'une source radioactive étaient disponibles sur le marché. L'utilisation de ces équipements nécessite 2 types d'autorisation de la DGSNR : une autorisation de l'appareil avant la mise sur le marché et une autorisation pour l'utilisateur délivrée après une formation en radioprotection. Des modalités strictes de stockage et de transport sont aussi imposées, dans la mesure où le rayonnement de ces sources est permanent. Le renouvellement de source intervient en moyenne tous les ans (sources au cobalt) et tous les 2 ans (sources au cadmium).

En 2002, des appareils équipés d'un tube à rayons X sont apparus sur le marché. Ils ne nécessitent pas d'autorisation de la DGSNR pour la mise sur le marché. En revanche, chaque utilisateur doit détenir une autorisation de la DGSNR, subordonnée à une formation en radioprotection (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002).

Des doutes sur leur fiabilité ont été émis par certains utilisateurs. La DGS a donc mis en place un groupe de travail regroupant les administrations concernées (DGS, DGUHC, DGSNR), des utilisateurs et des experts de la fluorescence X et a confié au Laboratoire National d'Essais (LNE) la réalisation d'essais destinés à évaluer la fiabilité et les performances de 3 appareils à source et de 3 appareils à tube commercialisés ou sur le point de l'être.

Cette étude (cf. rapport en annexe 1) a montré que les appareils à tube présentaient des limites :

- ils ne détectent pas une peinture au plomb recouverte d'une couche de matériaux de forte densité, de type crépi, ceci même pour de fortes concentrations en plomb ;
  - ils présentent un plafonnement aux concentrations de 6 ou 10 mg/cm<sup>2</sup> selon les modèles ;
- mais également que les appareils à source n'étaient pas tous équivalents.

Nous vous demandons de bien vouloir :

- nous indiquer si, au vu de cette étude, les appareils équipés d'un tube à rayons X peuvent être utilisés pour la détection du plomb dans les peintures dans le cadre des expertises précitées pour la prévention du saturnisme lié à l'habitat ;
- nous proposer des critères que devra à l'avenir respecter l'ensemble des appareils à fluorescence X mis sur le marché (sources et éventuellement tubes) et qui pourraient être intégrés dans la réglementation.

Le projet de loi relative à la politique de santé publique prévoit des dispositions de lutte contre le saturnisme, qui vont conduire à un accroissement du nombre d'expertises "plomb" dans l'habitat (ventes et locations de logements anciens, parties communes d'immeubles anciens). C'est pourquoi, nous vous remercions de l'attention particulière que vous voudrez bien porter à ce dossier.

Nous vous prions d'agréer, Madame la directrice générale, l'assurance de notre considération distinguée.

Le directeur général de la santé

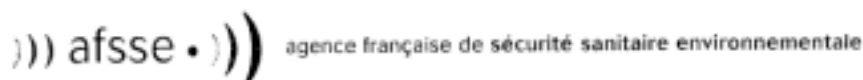
Le directeur général de la santé

  
Professeur William DAB

Le directeur des études économiques et de  
l'évaluation environnementale

  
Le directeur des études économiques et de  
l'évaluation environnementale

## Proposition de collaboration au CSTB en date du 18 mars 2004



La Directrice Générale

MFV/2004 – 628

Tél : 01.56.29.19.37

Affaire suivie par : Gilles DIXSAUT

Maisons-Alfort, le 18 MARS 2004

Monsieur Alain MAUGARD  
Président du Centre Scientifique et technique  
du bâtiment  
4, av du recteur Poincaré  
75782 PARIS CEDEX 16

**Objet :** Appareils de détection du plomb dans les peintures.

Monsieur le Président

L'Agence française de sécurité sanitaire environnementale a été saisie par les ministères chargés de la santé et de l'environnement, afin d'évaluer les conséquences que l'on devait tirer des résultats du rapport d'étude du Laboratoire national d'essai (LNE) concernant l'évaluation des performances de différents appareils portables destinés à la recherche de plomb dans les peintures anciennes. Les recherches de plomb requièrent l'utilisation d'appareils à fluorescence X. Ces appareils appartiennent à deux catégories ; les appareils à source radioactive et les appareils équipés d'un tube à rayons X d'apparition plus récente, et dont la mise sur le marché moins contraignante ne nécessite pas d'autorisation de la DGSNR.

Certains utilisateurs ont émis des doutes sur la fiabilité de tels appareils fonctionnant près des limites de leurs possibilités techniques pour la détection de teneurs en plomb de l'ordre de 1 mg/cm<sup>2</sup>, qui constitue la valeur limite de déclenchement de l'information des occupants et des ouvriers, et la réalisation de travaux quand les peintures sont dégradées. C'est pourquoi un groupe de travail piloté par la direction générale de la santé a confié au LNE la réalisation d'essais destinés à évaluer la fiabilité et les performances de trois appareils à sources et de trois appareils à tubes.

Les résultats de ces essais ont montré en ce qui concerne les appareils à tubes, qu'ils ne détectent pas une peinture au plomb sous un revêtement plastique épais et pour l'un d'entre eux sous un grand nombre de couches de peintures. En outre ces appareils présentent un plafonnement de leurs résultats à une concentration qui varie de 6 à 10 mg/cm<sup>2</sup>. De leur côté les appareils à sources présentent des limitations d'une autre nature ; deux d'entre eux ne détectent pas non plus une peinture au plomb sous un revêtement plastique épais, le troisième sous estimant alors fortement le résultat ; en outre, si leurs résultats ne sont pas plafonnés, les résultats observés peuvent être très sous estimés en présence de nombreuses couches de peintures selon la nature du support.

Compte tenu de ces résultats, il est demandé à l'AFSSE de dire si les appareils équipés d'un tube à rayons X peuvent être utilisés pour la détection du plomb dans les peintures dans le cadre des expertises pour la prévention du saturnisme lié à l'habitat et de proposer des critères que devra respecter l'ensemble des appareils à fluorescence X mis sur le marché, qu'il s'agisse d'appareils à sources ou à tubes, critères qui pourraient être intégrés dans la réglementation.

...

27-31 avenue du général Leclerc - BP 320 - 94709 Maisons-Alfort cedex  
Tél : 01 56 29 19 30 - Fax : 01 43 96 37 67 - e-mail : afsse@afsse.fr - www.afsse.fr  
n° siren 180092348

A cet effet, je propose la constitution d'un groupe de travail ad hoc, notre comité d'experts chimie n'étant pas compétent en l'espèce et notre comité agents physiques n'étant pas encore constitué. Nous avons identifié pour participer à ce groupe de travail, outre le CSTB et le LNE, ainsi que les administrations qui ont interrogé l'Agence, les institutions suivantes :

- Un représentant de la Commission de la sécurité des consommateurs.
- Un représentant du LHVP (Dr Fabien Squinazi)
- Un représentant de l'InVS (Philippe Bretin)
- Un représentant du Comité professionnel de prévention et du contrôle technique dans la construction (M. Muglioli).
- Un représentant du Conseil supérieur du notariat, qui reste à identifier.
- Un représentant de la DGSNR (SD7)
- Toute autre personne que vous jugeriez utile d'associer à ce groupe de travail.
- Le groupe devra également pouvoir auditionner les professionnels du secteur.

L'objectif d'un tel groupe de travail devrait être de proposer un avis sur les conséquences des différentes limitations qui touchent les deux types de détecteurs, pour leur utilisation dans le cadre des expertises pour la prévention du saturnisme dans l'habitat. L'objectif à atteindre étant de ne pas risquer de méconnaître la présence de concentrations supérieures aux valeurs limites prévues par la réglementation.

Le résultat des travaux du groupe de travail pourrait déboucher sur la production d'un guide technique définissant les procédures de mesures à mettre en oeuvre avec les différents types d'appareils, compte tenu de leurs caractéristiques particulières. Il semble indispensable de préciser pour tous les types d'appareils (et pas seulement pour les appareils à tubes) les stratégies précises d'intervention, notamment en présence d'un résultat négatif, selon le type de revêtement en place. Ce guide devrait préciser la place relative de la mesure sur site et des mesures physico-chimiques à faire sur des échantillons prélevés et analysés en laboratoire. Ce guide devrait également prévoir le niveau de compétence requis pour de telles interventions et éventuellement l'élaboration d'une norme.

Je propose, compte tenu des hautes compétences du CSTB en ce domaine, qu'il assure le secrétariat scientifique de ce groupe d'experts (rassemblement de la documentation technique, rédaction du rapport incorporant les différentes contributions des participants), l'AFSSE se chargeant de l'animation du groupe d'experts (convocation des réunions, comptes-rendus). Dans le cadre de la future convention AFSSE CSTB que nous devons finaliser, j'aimerais que vous puissiez évaluer la charge de travail correspondante et me proposer éventuellement un devis. Le résultat des travaux de ce groupe devrait pouvoir être disponible avant l'été, échéance prévue pour le vote de la loi d'orientation en santé publique qui rendra obligatoire ce « diagnostic plomb » avant toute transaction immobilière.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma considération distinguée.

La Directrice Générale  


Michèle FROMENT-VEDRINE

# SOMMAIRE

## Résumé

## Summary

|             |    |
|-------------|----|
| RÉSUMÉ..... | 13 |
|-------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| SUMMARY..... | 14 |
|--------------|----|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| CONTEXTE ET NATURE DE LA SAISINE..... | 15 |
|---------------------------------------|----|

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| IMODALITÉS D'INSTRUCTION DE LA SAISINE..... | 16 |
|---------------------------------------------|----|

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| II PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ÉTUDES PRISES EN COMPTE ..... | 16 |
|-----------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1 ÉVALUATION EN LABORATOIRE DES PERFORMANCES DES APPAREILS À FLUORESCENCE X PORTABLES UTILISÉS POUR LA DÉTERMINATION DU PLOMB DANS LES PEINTURES ..... | 16 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.2 ANALYSE DESCRIPTIVE DE DONNÉES DE MESURE DU PLOMB RECUEILLIES DANS TRENTÉ LOGEMENTS À LA SUITE DE CAS DE SATURNISME..... | 20 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.3 MESURES CONTRADICTOIRES RÉALISÉES DANS UNE ÉCOLE PARISIENNE EN COURS DE RÉNOVATION ..... | 22 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| II.4 ESSAIS COMPARATIFS DE DEUX SPECTROMÈTRES DE FLUORESCENCE X – ..... | 22 |
|-------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.5 ÉTUDE SUR SITE POUR LA COMPARAISON DES PERFORMANCES DE DIFFÉRENTS TYPES D'APPAREILS FONCTIONNANT PAR FLUORESCENCE X ..... | 23 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| III SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS ..... | 26 |
|---------------------------------------|----|

## ANNEXE 1 : RAPPORT CSTB

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 28 |
|-------|----|

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| ANNEXE 2 – TABLEAU COMPLET DES MESURES..... | 51 |
|---------------------------------------------|----|

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 52 |
|-------|----|

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 53 |
|-------|----|

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 54 |
|-------|----|

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 56 |
|-------|----|

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| ANNEXE 3 – TABLEAU DES MOYENNES DES MESURES..... | 58 |
|--------------------------------------------------|----|

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| ANNEXE 4 – RAPPORT D'ESSAIS DU LNE..... | 60 |
|-----------------------------------------|----|



# GLOSSAIRE TECHNIQUE

## Principe simplifié de fonctionnement des détecteurs de plomb dans les peintures

Le rayonnement issu d'un tube à rayons X, ou d'une source radioactive  $\gamma$  (gamma), est absorbé par les éléments rencontrés dans le matériau sollicité, provoquant l'émission d'un spectre dit de « fluorescence » sous forme de raies d'énergie distinctes et spécifiques à chaque élément du tableau périodique. En ce qui concerne le Plomb, les couches électroniques K et L sont excitées par la partie du rayonnement primaire d'énergie respectivement supérieure à  $E_L(\text{Pb}) = 10\text{-}15 \text{ keV}$  pour les raies L et supérieure à  $E_K(\text{Pb}) = 73\text{-}87 \text{ keV}$  pour les raies K.

La mesure du spectre de fluorescence X d'un élément peut être affectée par la présence d'autres éléments rencontrés sur le parcours des rayonnements. C'est notamment le cas lorsque le plomb est situé en profondeur ou recouvert d'une ou plusieurs couches comportant un ou des éléments interférents.

## **SIGLES ET ACRONYMES**

**AFSSE** : Agence française de sécurité sanitaire environnementale

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**CRAMIF** : Caisse régionale d'assurance maladie d'Ile de France

**CSTB** : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

**DGSNR** : Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

**InVS** : Institut de Veille Sanitaire

**LHVP** : Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris

**LNE** : Laboratoire National d'Essais

**ERAP** : Etat des risques d'accessibilité au plomb

## REGLEMENTATION :

### Réglementation en vigueur concernant les valeurs limites de concentration en plomb dans les peintures

#### Art 3 de l'arrêté du 12 juillet 1999 pris pour application de l'art. R32.2 du CSP.

« La mesure du plomb sera effectuée préférentiellement à l'aide d'un appareil à Fluorescence X...

...

La mesure du plomb peut aussi être réalisée par analyse d'échantillons en laboratoire, notamment dans les situations où l'analyse par fluorescence X n'est pas utilisable. »

#### Art 4. du même arrêté :

« Le diagnostic est considéré comme positif pour un élément unitaire du bâtiment...lorsque au moins l'une de ces conditions est vérifiée... :

- soit la concentration surfacique en plomb total mesurée à l'aide d'un appareil à fluorescence X est supérieure ou égale à 1 milligramme par centimètre carré (1 mg/cm<sup>2</sup>)
- soit la concentration massique en plomb total mesurée en laboratoire sur un échantillon est supérieure ou égale à 5 milligramme par gramme (5 mg/g) » (conformément à la norme Française NF T 30-201)

« - soit la concentration massique en plomb acido-soluble mesurée en laboratoire sur un échantillon est supérieure ou égale à 1,5 milligramme par gramme (1,5 mg/g) »

(conformément à la norme Française NF T 30-211)

### Présentation de la nouvelle loi de santé publique relative au Constat de Risque d'Exposition au Plomb .

L'article 76 modifie l'article L. 1334-5 du code de la santé publique et introduit la notion de **constat de risque d'exposition au plomb** qui vise à repérer les revêtements contenant du plomb et dont le champ est étendu aux facteurs de dégradation du bâti.

L'article L. 1334-6 permet de généraliser les mesures de prévention à **l'ensemble du territoire national**, sans décision préfectorale préalable. Cette disposition présente l'avantage de rejoindre ainsi la position adoptée par la très grande majorité des préfets qui ont défini l'intégralité du territoire départemental en zone à risque.

L'article L. 1334-7 étend les mesures de prévention **aux nouveaux baux de logements construits avant le 1er janvier 1949**. Une entrée en vigueur différée de ces dispositions (quatre ans) permettra au marché de s'organiser. Par ailleurs, les articles L. 1334-6 et 7 lèvent l'ambiguïté du dispositif précédent en précisant que le constat de risque d'exposition au plomb ne porte que sur les parties privatives affectées à l'habitation.

L'article L. 1334-8 exige la réalisation préalable d'un **constat de risque d'exposition au plomb à tous travaux** provoquant une altération substantielle sur les revêtements réalisés dans les parties communes des immeubles collectifs construits avant le 1er janvier 1949, ainsi que plus généralement dans les parties communes des immeubles collectifs construits avant le 1<sup>er</sup> janvier 1949 (dans un délai de 4 ans après la promulgation de la loi). L'ensemble de ces dispositions permet ainsi de prévenir les risques d'intoxication dans les parties communes, pour lesquelles le précédent dispositif était inopérant.

Les articles L. 1334-9 et L. 1334-10 recentrent les interventions des services de l'Etat sur les situations les plus graves tout en renforçant **la responsabilité des propriétaires**. Les articles prévoient la transmission aux autorités des seuls constats de risque d'exposition au plomb mettant en évidence une situation manifeste d'insalubrité. Par ailleurs, est prévue, de façon explicite et sans attendre l'avis des services de l'Etat, l'obligation pour les propriétaires de réaliser des travaux en cas de risque d'exposition au plomb.

L'article 77 permet notamment de **prévoir un cadre réglementaire qui définisse à la fois les pré requis pour les professionnels** qui réalisent les constats de risques d'exposition au plomb, ainsi que **la méthodologie**, afin de garantir la qualité des expertises. Il organise également la transition avec le dispositif précédent, qui reste en vigueur jusqu'à la parution des décrets d'application de la loi.

L'article 78 annexe au contrat de location défini par la loi n° 89-463, le constat de risque d'exposition au plomb.

### **Références réglementaires**

- Code de la Santé Publique – mesures d'urgence contre le saturnisme : articles R32-1 à R32-12
- Code de la Santé publique – Lutte contre la présence de plomb ou d'amiante : articles L1334-1 à-L1334-7
- Décret n° 99 -483 du 9 juin 1999 relatif aux mesures d'urgence contre le saturnisme, prévues aux articles L32-1 à L32-4 du Code de la Santé Publique et modifiant le Code de la Santé Publique

- Décret n° 99 -484 du 9 juin 1999 relatif aux mesures d'urgence contre le saturnisme, prévues à l'article L32-5 du Code de la Santé Publique et modifiant le Code de la Santé Publique
- Arrêté du 12 juillet 1999 relatif au diagnostic du risque d'intoxication par le plomb des peintures pris pour l'application de l'article R32-2 du Code de la Santé Publique
- Arrêté du 12 juillet 1999 fixant le modèle de la note d'information à joindre à un état des risques d'accessibilité au plomb révélant la présence de revêtements contenant du plomb pris pour l'application de l'article R32-12 du Code de la Santé Publique
- 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 R32-4 du Code de la Santé Publique
- Circulaire n° DGS/SD7C/2001/27 du 16 janvier 2001 et UHC/QC/1 2001-1 du 16 janvier 2001 relative aux états des risques d'accessibilité au plomb réalisés en application de l'article L1334-5 de la loi d'orientation relative à la lutte contre les exclusions : guide méthodologique pour la réalisation de l'état des risques d'accessibilité au plomb
- Loi n° **2004-806 du 9 août 2004** relative à la politique de santé Publique de Lutte contre le saturnisme, **Article L. 1334-1 à 12**

## Résumé

La lutte contre le saturnisme lié à l'exposition au plomb repose sur des obligations réglementaires qui imposent l'identification de la présence de plomb dans les peintures de l'habitat ancien. Cette identification s'effectue au moyen d'appareils portables dits « à fluorescence X ». Ces appareils provoquent, au moyen d'un rayonnement primaire énergétique, un rayonnement de fluorescence spécifique du plomb lié à l'excitation des couches électroniques L et/ou K selon l'énergie primaire délivrée.

Sur la base des données disponibles à ce jour, le groupe de travail constate que la détection à partir de la seule fluorescence en raies L du plomb ne permet pas de repérer la présence de plomb dans de nombreuses situations courantes. Les limitations rencontrées sont de nature physique en raison de l'interférence avec les autres éléments présents sur le trajet des rayonnements. Cette situation se rencontre en particulier dès lors que la couche de peinture contenant le plomb est recouverte par un revêtement ou une autre peinture ; elle peut conduire l'opérateur de diagnostic à conclure de manière erronée sur la présence de plomb en produisant notamment de faux résultats négatifs, préjudiciables à l'objectif de santé publique des diagnostics. En revanche, la détection des raies K, plus énergétiques, permet de renseigner correctement la plupart des situations courantes, sous réserve d'un bon fonctionnement des appareils et du respect de critères de performances. En l'état actuel du marché, les appareils utilisant une source radioactive (appareils à source) peuvent exciter les couches L et K du plomb alors que les appareils utilisant un tube à rayons X (appareils à tube), ne peuvent exciter que la couche L. En outre, compte tenu du fait que, même les appareils à sources radioactives conduisent à des incertitudes de mesures dans certaines situations, le groupe de travail a émis des recommandations applicables à l'ensemble des appareils. Le rapport recommande donc que des critères de performances technologiques des appareils, soient établis pour les appareils portables, notamment en termes d'aptitude au mesurage du plomb par rapport à un jeu d'éprouvettes de références reproduisant différentes configurations de supports, qu'une procédure d'homologation soit mise en place, permettant la vérification lors de leur mise sur le marché, de la conformité des types d'appareils par rapport aux critères de performance. Les appareils devront faire l'objet d'une vérification, par un contrôle technique régulier au minimum tous les 2 ans, du maintien des caractéristiques des appareils utilisés par les opérateurs de diagnostic. Enfin, un référentiel détaillé, sous forme de norme ou de guide technique, devra être élaboré pour définir les conditions d'utilisation des appareils portables fonctionnant en fluorescence X.

Le groupe de travail a tenu à souligner qu'en l'état actuel des technologies disponibles sur le marché, ces recommandations vont dans le sens d'une augmentation du nombre de sources radioactives en circulation.

## Summary

The identification of the presence of lead in paintings of the old housing, as practised in a current way to satisfy regulatory obligations, is carried out by means of portable “X-ray fluorescence” devices. A radiation of primary energy produces a specific fluorescent radiation of lead related to the excitation of the electron layer L and/or electron layer K according to the delivered primary energy.

On the basis of data available to date, the working group notes that detection based only on fluorescence from the L layer of lead does not make it possible to locate the presence of lead in many current situations. The limitations are of physical nature because of the interference with the other elements present on the way of the radiations. This situation meets in particular where the paint layer containing lead is covered by a wall covering or another painting.

Moreover, taking into account the fact that, even the devices with radioactive sources lead to uncertainties of measures to certain situations, the working group issued four recommendations applicable to all devices: 1) technological criteria of performances shall be drawn up for the portable devices, in particular in terms of aptitude for the measuring of lead compared to a set of standards reproducing various configurations of supports, 2), an approval procedure shall be established to check the conformity of the devices types before being placed on the market, 3) the maintenance of the characteristics of the devices shall be checked, by technical inspection, at least every 2 years, 4) a detailed reference frame, in the form of standard or of technical guide, shall be worked out to define the devices conditions of use.

The working group made a point of stressing that in the current state of technologies available on the market, these recommendations go in the direction of an increase in the number of radioactive sources in circulation.

## Contexte et nature de la saisine

L'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (Afsse) a été saisie en date du 16 février 2004 par les ministères chargés de la santé et de l'environnement, afin d'évaluer les conséquences que l'on devait tirer des résultats du rapport d'étude du Laboratoire national d'essai (LNE) concernant l'évaluation des performances de différents appareils portables destinés à la recherche de plomb dans les peintures anciennes. Conduites dans le cadre de la réglementation mise en place pour la lutte contre le saturnisme, les recherches de plomb requièrent l'utilisation d'appareils à fluorescence X. Ces appareils appartiennent à deux catégories ; les appareils à source radioactive et les appareils équipés d'un tube à rayons X d'apparition plus récente, et dont la mise sur le marché moins contraignante ne nécessite pas d'autorisation de la DGSNR.

Certains utilisateurs ont émis des doutes sur la fiabilité de tels appareils fonctionnant près des limites de leurs possibilités techniques pour la détection de teneurs en plomb dans les peintures de l'ordre de 1 mg/cm<sup>2</sup>, qui constitue la valeur limite de déclenchement de l'information des occupants et des ouvriers, et la réalisation de travaux quand les peintures sont dégradées. C'est pourquoi un groupe de travail piloté par la direction générale de la santé a confié au LNE la réalisation d'essais destinés à évaluer la fiabilité et les performances de trois appareils à sources et de trois appareils à tubes.

Les résultats de ces essais ont montré en ce qui concerne les appareils à tubes, qu'ils ne détectent pas une peinture au plomb sous un revêtement plastique épais et pour l'un d'entre eux sous un grand nombre de couches de peintures. En outre ces appareils présentent un plafonnement de leurs résultats à une concentration qui varie de 6 à 10 mg/cm<sup>2</sup>. De leur côté les appareils à sources présentent des limitations d'une autre nature ; deux d'entre eux ne détectent pas non plus une peinture au plomb sous un revêtement plastique épais, le troisième sous estimant alors fortement le résultat ; en outre, si leurs résultats ne sont pas plafonnés, les résultats observés peuvent être très sous estimés en présence de nombreuses couches de peintures selon la nature du support.

Compte tenu de ces résultats, il a été demandé à l'Afsse de dire si les appareils équipés d'un tube à rayons X peuvent être utilisés pour la détection du plomb dans les peintures dans le cadre des expertises pour la prévention du saturnisme lié à l'habitat et de proposer des critères que devra respecter l'ensemble des appareils à fluorescence X mis sur le marché, qu'il s'agisse d'appareils à sources ou à tubes, critères qui pourraient être intégrés dans la réglementation.

## **I Modalités d'instruction de la saisine**

En l'absence de l'installation du Comité d'Experts Spécialisé compétent dans le domaine des agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements, à la date de la réception de la saisine, Comité dont la constitution est actuellement suspendue à la publication de l'arrêté de désignation, le comité d'experts chimie n'étant par ailleurs pas compétent en l'espèce, un groupe de travail ad hoc a été mis en place. Sollicité par courrier de l'Afsse en date du 18 mars 2004, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) a assuré le Secrétariat Scientifique de ce groupe de travail.

Le groupe a été réuni 3 fois en 2004 (4 juin, 24 septembre et 16 décembre)

## **II Principaux résultats des études prises en compte**

Le groupe de travail a pris en compte un certain nombre de documents et d'études techniques pour une part déjà disponibles au moment du lancement de la saisine et pour une autre part réalisés dans le cours du traitement de la saisine en fonction des orientations apportées par le groupe de travail.

### **II.1 Evaluation en laboratoire des performances des appareils à fluorescence X portables utilisés pour la détermination du plomb dans les peintures**

Etude réalisée par le Laboratoire National d'Essais (appareils disponibles à la vente sur le marché français à la date de juin 2003), Rapport d'étude, Dominique OSTER, octobre 2003, 43 p.

Cette étude a été réalisée sur la base de plusieurs situations types et pour différents niveaux de valeurs de concentrations de plomb dans des supports de référence. Les éléments ci-dessous sont extraits de ce rapport .

« Six appareils ont fait l'objet des essais :

- Warrington Microlead 1 (ARELCO)
- Niton XL 300 (FONDIS)
- Niton XLt (FONDIS)
- Innov'X (FORTEX)
- Horizon 600 (OXFORD)
- RMD LPA-1 (PROTEC) «

« Trois catégories d'échantillons servant de supports à la mesure ont été utilisés :

- Matériaux de Référence Certifiés : NIST SRM 2570 à 2576 (peintures déposées sur films à teneurs en plomb et homogénéité certifiées).
- Echantillons réels provenant de chantiers, sélectionnés par la Société H.S.D.
- Eprouvettes de différents matériaux avec dépôts de peinture préparées spécifiquement pour cette étude par le laboratoire »

« Les interférences à étudier dues aux éléments présents dans les peintures et aux revêtements externes ont été matérialisées par :

- des dépôts sur films plastiques pour les peintures au titane, zinc et baryum et le crépi
- un échantillon de papier peint de type « vinyle » en double épaisseur
- un échantillon de textile mural »

Le rapport conclut de la manière suivante :

« Il convient de distinguer 2 situations :

1) Cas simple : peintures de surface faiblement chargées en plomb ou sans plomb, en l'absence d'interférents : les 2 types d'appareils montrent des capacités de détection correctes ; cependant les conclusions de positionnement par rapport au seuil de 1 mg/cm<sup>2</sup>, lorsque la mesure est proche du seuil sont variables, en fonction des natures de matériaux, voire dans certains cas dans une même série de mesures. D'une manière générale, l'allongement du temps de mesure conduit à réduire les écarts-types des séries de résultats. Les séries de résultats obtenus avec les raies L (appareils à tube + NITON XL 300) montrent une meilleure répétabilité que celles obtenues avec les raies K dans ce domaine des faibles teneurs.

2) Cas plus complexes :

2a) Peintures à fortes concentrations en plomb : les appareils à tube montrent assez rapidement un phénomène de non-linéarité puis de saturation conduisant à une évaluation beaucoup moins précise que celle que permettent les appareils à source, conduisant généralement à une sous-évaluation.

2b) Couches de peinture au plomb masquées par un revêtement épais : les essais avec revêtement crépi sont particulièrement révélateurs de l'inadéquation des appareils à tube dans cette situation : les rayonnements sont totalement absorbés et conduisent à l'expression systématique de faux-négatifs à toutes concentrations de plomb ; les appareils

à source subissent un affaiblissement du signal, laissant cependant possible le diagnostic lors de teneurs élevées ; au niveau de 1 mg/cm<sup>2</sup>, seul l'appareil Microlead mesure assez correctement le plomb sous le crépi.

2c) Présence d'éléments concomitants absorbants : l'influence des éléments titane, baryum et zinc est bien corrigée pour les appareils à source ; une légère tendance négative est perceptible pour les appareils à tube NITON XLt et INNOV X mais est cependant bien corrigée au niveau du seuil ; l'appareil HORIZON 600 montre a contrario une tendance positive marquée préjudiciable à la justesse de diagnostic au niveau du seuil (faux positifs).

Les résultats mettent en lumière les contraintes liées à la physique des rayons X : les raies L du plomb sont tout à fait utilisables pour les mesures de surface et en faible teneur ; en revanche, leur faible énergie rend leur absorption rapide par les éléments lourds et les couches épaisses de revêtement ; ce dernier point est le plus critique car il limite considérablement les capacités de détection du plomb en profondeur par les appareils à tube : dans le cas du crépi, l'absorption totale du rayonnement rend impossible tout diagnostic de présence de plomb sous-jacent. »

On notera globalement qu'aucun appareil n'est parfait dans toutes les situations simulées ; en particulier, la fiabilité du diagnostic au voisinage du seuil n'est pas assurée eu égard aux petits écarts de justesse ou d'étalonnage, à l'influence du matériau support, la présence d'éléments absorbants tels que pigments de métaux ou épaisseurs de recouvrement et les critères de décision (+,- ou inconclusif) propres à chaque logiciel de traitement du signal (cf tableaux ci-dessous).

| Concentration<br>n Pb mg/cm <sup>2</sup> | Appareils    | FER    |                          |        |                               | CUIVRE |                          |      |                              |
|------------------------------------------|--------------|--------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|--------------------------|------|------------------------------|
|                                          |              | mesuré | écart/<br>attendu<br>(%) | jugé   | pertinenc<br>e du<br>jugement | mesuré | écart/<br>attendu<br>(%) | jugé | pertinence<br>du<br>jugement |
| <b>1.04 Nu</b>                           | Niton XLt    | 1,1    | 6                        | SL     | OK                            | 1,1    | 6                        | SL   | OK                           |
|                                          | Horizon 600  | 1,2    | 15                       | SL/+   | inconclusi<br>f               | 0,97   | -7                       | SL   | OK                           |
|                                          | INNOV X      | 0,93   | -11                      | INC.   |                               | 0,95   | -9                       | INC. |                              |
|                                          | Niton XL 300 | 1      | -4                       | +      | OK                            | 1      | -4                       | +    | OK                           |
|                                          | RMD LPA-1    | 1,1    | 6                        | INC.   | inconclusi<br>f               | 1,0    | -4                       | INC. | inconclusif                  |
|                                          | Microlead    | 1,1    | 6                        | +/-    |                               | 1,1    | 6                        |      |                              |
| <b>1.04 +<br/>BaTiZn</b>                 | Niton XLt    | 1,2    | 15                       | SL     | OK                            | 1,1    | 6                        | SL   | OK                           |
|                                          | Horizon 600  | 1,7    | 63                       | +      | faux pos.<br>inconclusi<br>f  | 1,04   | 0                        | SL   | OK                           |
|                                          | INNOV X      | 0,86   | -17                      | INC./- | inconclusi<br>f               | 0,92   | -12                      | INC. |                              |
|                                          | Niton XL 300 | 1,0    | -4                       | +/-    | faux nég.                     | 1,0    | -4                       | +/-  | inconclusif                  |
|                                          | RMD LPA-1    | 0,4    | -62                      | -      |                               | 0,5    | -52                      | -    |                              |
|                                          | Microlead    | 1,2    | 15                       |        |                               | 1,0    | -4                       |      |                              |

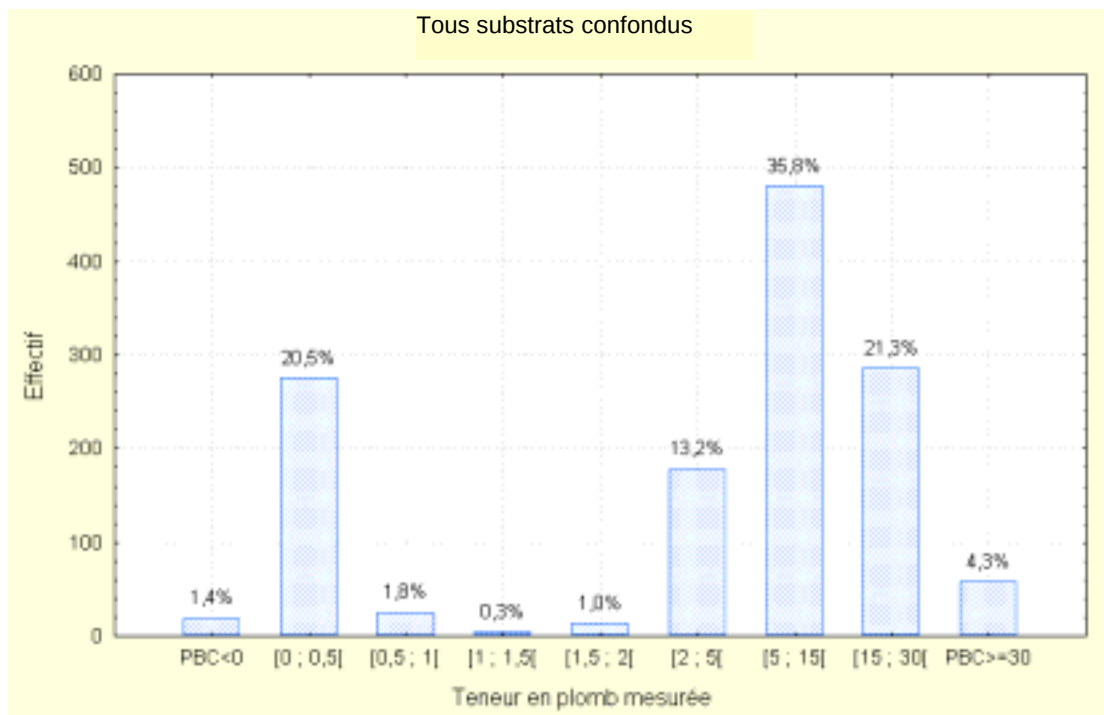
| Concentration<br>n Pb mg/cm <sup>2</sup> | Appareils    | BETON  |                          |      |                               | PLATRE |                          |        |                              |
|------------------------------------------|--------------|--------|--------------------------|------|-------------------------------|--------|--------------------------|--------|------------------------------|
|                                          |              | mesuré | écart/<br>attendu<br>(%) | jugé | pertinenc<br>e du<br>jugement | mesuré | écart/att<br>endu<br>(%) | jugé   | pertinence<br>du<br>jugement |
| <b>1.04 Nu</b>                           | Niton XLt    | 1,1    | 6                        | SL   | OK                            | 1,1    | 6                        | SL     | OK                           |
|                                          | Horizon 600  | 1,2    | 15                       | SL/+ | inconclusi<br>f               | 0,9    | -13                      | SL/-   | manque                       |
|                                          | INNOV X      | 0,94   | -10                      | INC. |                               | 0,96   | -8                       | INC./- | inconclusif                  |
|                                          | Niton XL 300 | 1,1    | 6                        | +    | OK                            | 1      | -4                       | +      | OK                           |
|                                          | RMD LPA-1    | 1,4    | 35                       | +    | faux pos.                     | 0,9    | -13                      | INC.   | inconclusif                  |
|                                          | Microlead    | 1,2    | 15                       |      |                               | 0,8    | -23                      |        |                              |
| <b>1.04 + BaTiZn</b>                     | Niton XLt    |        |                          |      |                               | 1,1    | 6                        | SL     | OK                           |
|                                          | Horizon 600  |        |                          |      |                               | 1,5    | 44                       | SL/+   | inconclusif                  |
|                                          | INNOV X      |        |                          |      |                               | 0,86   | -17                      | INC./- | inconclusif                  |
|                                          | Niton XL 300 |        |                          |      |                               | 1,0    | -4                       | +/-    | inconclusif                  |
|                                          | RMD LPA-1    |        |                          |      |                               | 0,5    | -52                      | -      | faux nég.                    |
|                                          | Microlead    |        |                          |      |                               | 0,7    | -33                      |        |                              |
| <b>1.04 + Crépi</b>                      | Niton XLt    | 0      | -100                     | -    | faux nég.                     | 0,0    | -100                     | -      | faux nég.                    |
|                                          | Horizon 600  | n. d.  | -100                     | -    | faux nég.                     | n. d.  | -100                     | -      | faux nég.                    |
|                                          | INNOV X      | < 0,01 | -100                     | -    | faux nég.                     | < 0,01 | -100                     | -      | faux nég.                    |
|                                          | Niton XL 300 | 0,0    | -100                     | -    | faux nég.                     | 0,01   | -99                      | -      | faux nég.                    |
|                                          | RMD LPA-1    | 0,2    | -81                      | -    | faux nég.                     | -0,1   | -110                     | -      | faux nég.                    |
|                                          | Microlead    | 1,2    | 15                       |      |                               | 0,5    | -52                      |        |                              |
| <b>1.04+Textile</b>                      | Niton XLt    |        |                          |      |                               | 1,0    | -4                       | SL     | OK                           |
|                                          | Horizon 600  |        |                          |      |                               | 1,0    | -4                       | SL     | OK                           |
|                                          | INNOV X      |        |                          |      |                               | 0,73   | -30                      | -      |                              |
|                                          | Niton XL 300 |        |                          |      |                               | 0,8    | -23                      | -      | faux nég.                    |
|                                          | RMD LPA-1    |        |                          |      |                               | 0,9    | -13                      | -      | faux nég.                    |
|                                          | Microlead    |        |                          |      |                               | 0,6    | -42                      |        |                              |

| Concentration Pb mg/cm <sup>2</sup> | Appareils    | BOIS   |                    |        |                        |
|-------------------------------------|--------------|--------|--------------------|--------|------------------------|
|                                     |              | mesuré | écart/ attendu (%) | jugé   | pertinence du jugement |
| <b>1.04 Nu</b>                      | Niton XLt    | 1,1    | 6                  | SL     | OK                     |
|                                     | Horizon 600  | 1      | -4                 | SL     | OK                     |
|                                     | INNOV X      | 0,98   | -6                 | INC.   |                        |
|                                     | Niton XL 300 | 1      | -4                 | +      | OK                     |
|                                     | RMD LPA-1    | 1,0    | -4                 | INC.   | inconclusif            |
|                                     | Microlead    | 1,1    | 6                  |        |                        |
| <b>1.04 + BaTiZn</b>                | Niton XLt    | 1,2    | 15                 | SL     | OK                     |
|                                     | Horizon 600  | 1,6    | 54                 | SL/+   | inconclusif            |
|                                     | INNOV X      | 0,89   | -14                | INC/-  | inconclusif            |
|                                     | Niton XL 300 | 1,0    | -4                 | +/-    | inconclusif            |
|                                     | RMD LPA-1    | 0,7    | -33                | -      | faux nég.              |
|                                     | Microlead    | 1,0    | -4                 |        |                        |
| <b>1.04 + Vinyle</b>                | Niton XLt    | 1,1    | 6                  | SL     | OK                     |
|                                     | Horizon 600  | 1,2    | 15                 | SL/+   | inconclusif            |
|                                     | INNOV X      | 0,85   | -18                | INC/-  | inconclusif            |
|                                     | Niton XL 300 | 1,0    | -4                 | +/-    | inconclusif            |
|                                     | RMD LPA-1    | 0,7    | -33                | INC./- | inconclusif            |
|                                     | Microlead    | 1,3    | 25                 |        |                        |

## II.2 Analyse descriptive de données de mesure du plomb recueillies dans trente logements à la suite de cas de saturnisme.

Exploitation par le CSTB de données fournies par le LHVP

Cette étude, décidée et réalisée en cours de saisine à la demande du groupe de travail, avait pour objet de mieux décrire la distribution statistique des valeurs mesurées de concentration en plomb dans des situations réelles, notamment au voisinage de la valeur seuil. Les diagnostics ont été réalisés dans trente logements à l'aide d'appareils à source Niton XL309, 2730 mesures ont été réalisées conduisant à 1390 mesures interprétables et pour lesquelles la nature du substrat a été renseignée. Comme l'illustre la figure ci-dessous, 23 % des valeurs mesurées sont inférieures à la valeur de 1 milligramme par cm<sup>2</sup>, 76 % sont supérieures.



Répartition des mesures de plomb dans les peintures (en mg/cm<sup>2</sup>) effectuées par le service de mesures du LHVP dans 30 logements soit 1390 mesures.

Les supports sont constitués essentiellement de plâtre ou de bois, on ne dispose pas d'information sur le type de revêtement. On observe une répartition bimodale des résultats, centrée autour de 0,5 mg par cm<sup>2</sup> et de 15 mg par cm<sup>2</sup>, la distribution étant la même qu'il s'agisse d'un support plâtre ou bois. Lorsque le diagnostic est négatif, l'indice de profondeur est proche de la surface, lorsque le diagnostic est positif l'indice de profondeur est soit proche de la surface soit très en profondeur. Les temps de comptage sont inférieurs à 9 secondes dans 80 % des mesures. L'incertitude relative est importante pour les mesures inférieures à 1 mg/cm<sup>2</sup>, on observe peu de valeurs mesurées autour du seuil de 1 mg/cm<sup>2</sup> et le substrat a peu d'influence sur le résultat.

Il est remarquable de constater qu'il existe peu de valeurs mesurées au voisinage du seuil de 1 mg/cm<sup>2</sup>. Cette caractéristique de distribution est plutôt favorable à une répartition rarement équivoque entre mesures positives et négatives. Elle peut résulter de la nature des peintures au plomb qui contiendraient soit beaucoup de plomb soit très peu, se distribuant par l'effet du hasard de part et d'autre du seuil réglementaire. Cette caractéristique pourrait aussi être amplifiée par un effet de correction automatique du logiciel de l'appareil. Ces deux hypothèses n'ont pas été vérifiées.

### **II.3 Mesures contradictoires réalisées dans une école parisienne en cours de rénovation**

Etude réalisée par HSD avec les appareils à tubes Fondis XLT et Oxford et à source Niton XL309.

Dans cette étude, quarante-trois mesures ont été réalisées avec un appareil à source, 34 mesures sont positives : vingt-six mesures sont positives avec les raies K, huit mesures positives avec les raies L. Des mesures comparatives ont été réalisées avec un appareil à tube en 15 points où les résultats étaient positifs avec l'appareil à source. Dans 86 % des cas, on observe un résultat négatif avec un appareil à tube. Avec l'Horizon 600 d'Oxford, sur 15 points, 60 % des mesures sont négatives. Dans un cas, l'Horizon donne un résultat de 47 mg par cm<sup>2</sup>, alors qu'il apparaissait précédemment plafonné à six milligrammes par cm<sup>2</sup> pour l'appareil utilisé à l'occasion du rapport du LNE. Il s'agit d'une valeur aberrante provenant probablement d'une extrapolation ou d'un algorithme de calcul d'une formule de correction d'interférence. On peut se demander en outre s'il y a un effet lié à la toile de verre, il est difficile de répondre car aucune mesure n'a été faite avec l'appareil à source en présence de la toile de verre. Dans 60 % des cas, des surfaces contenant des sels de plomb ne seraient pas identifiées avec un appareil à source. Les résultats comparés des différents appareils à tubes à rayons X ne sont par ailleurs pas superposables.

### **II.4 Essais comparatifs de deux spectromètres de fluorescence X –**

Etude réalisée par Jean-Michel CHIAPELLO J.M.C. Environnement 68350 BRUNSTATT et transmise par la DDASS 67

La société JMC environnement a réalisé de son propre chef une étude comparative de deux spectromètres à fluorescence X utilisés pour la détection du plomb dans les peintures et les résultats en ont été transmis au groupe de travail qui en a pris connaissance.

Des mesures de concentration de plomb dans les peintures ont été réalisées sur des éléments de construction dans deux immeubles d'habitation anciens situés en zone urbaine. Les appareils utilisés pour ces mesures sont : un spectromètre à tube de type INNOV'X de marque FORTEX et un spectromètre à source Co 57 de type LPA -1 de marque PROTEC. Les mesures ont été réalisées sur des éléments peints, les supports étant de nature variée, avec éventuellement des recouvrements en papier peint ou en tissu. L'étalonnage des deux appareils a été au préalable vérifié sur un échantillon NIST de référence de 1 mg/cm<sup>2</sup>

De manière générale, le spectromètre à source conduit à des résultats supérieurs à ceux du spectromètre à tube. La différence est de manière générale de l'ordre d'un facteur 2 à 3, mais peut dans certaines circonstances atteindre un facteur 10, en particulier lorsque existe un recouvrement de la peinture contenant du plomb par un tissu de verre peint. La différence est moins nette, mais reste très significative lorsque la peinture est revêtue d'un

tissu mural. En cas de recouvrement de la peinture au plomb par un revêtement en polystyrène ou en aggloméré de bois, les deux types d'appareils, à tube ou à source, conduisent à un résultat erroné et très sous estimé. La présence d'une peinture de recouvrement sur une peinture contenant du plomb suffit à créer une différence sensible de résultats entre les deux appareils, différence qui s'atténue après grattage de la couche de peinture de surface. Selon les auteurs de l'étude, le masquage pourrait être lié à la concentration de zinc présent dans les peintures récentes, atténuant la fluorescence du plomb et ne permettant pas à l'appareil à tube de corriger l'erreur, l'une des raies L du plomb étant alors complètement absente du spectre obtenu.

## **II.5 Etude sur site pour la comparaison des performances de différents types d'appareils fonctionnant par fluorescence X**

Cette étude a été décidée par le groupe de travail lors de sa réunion du 24 septembre 2004, afin de procéder à la comparaison in situ des performances de différents types d'appareils de détection du plomb. Cette étude a été réalisée par le CSTB avec le concours du LHVP et du LNE dans la première quinzaine de décembre 2004 et les premiers résultats ont été présentés au groupe de travail du 16 décembre 2005. Le rapport d'étude complet est présenté en annexe 1 et les tableaux de résultats en annexe 2, 3 et 4.

Le protocole mis en œuvre dans cette étude vise à comparer, dans des situations réelles, les performances des appareils de détection fonctionnant uniquement sur la mesure de la « raie L » (appareils dits « à tube ») avec celles des appareils fonctionnant sur la « raie L » et/ou sur la « raie K » (appareils à source radioactive).

Les performances étudiées portent sur l'efficacité de détection du plomb sous différents types de recouvrements habituellement rencontrés dans les habitats concernés. Un contrôle de la présence de plomb par l'analyse chimique sur les unités de diagnostic a également été réalisé.

Deux appareils dont le fonctionnement repose sur des techniques de générations de fluorescence X différentes ont été utilisés:

- Appareil à tube : Horizon 600 fabriqué par OXFORD
- Appareil à source : XL 309 fabriqué par NITON

La société Oxford a mis à disposition de l'étude l'appareil à tube Horizon 600. Un technicien du LHVP, accompagné du CSTB, a été formé par Oxford à l'utilisation de l'appareil. L'appareil Horizon 600 génère des rayons X par l'intermédiaire d'un tube à cathode froide. Le rayonnement n'est suffisamment énergétique que pour réaliser une mesure à partir des raies L du spectre du plomb.

L'appareil à source Niton XL309 de la société Fondis a été mis à disposition par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP). Le mode de fonctionnement de l'appareil XL309 repose sur l'émission d'un rayonnement de fluorescence X à partir d'une source de Cd 109. Il permet d'exciter les électrons des couches électroniques K (les plus profondes et énergétiques) et L du plomb. La mesure choisie (Pbc) pour la teneur en plomb dans la peinture est dépendante du rapport signal sur bruit des raies K (PbK) et des raies L (PbL). Si la teneur en plomb est supérieure à 5 mg/cm<sup>2</sup> elle est automatiquement déterminée sur la détection des raies K.

Cent neuf (109) mesurages de plomb ont été réalisés en parallèle sur un même site d'étude et sur les mêmes unités de diagnostic, avec deux types d'appareils à fluorescence X, l'appareil de marque NITON XL309 dont le fonctionnement repose sur les raies L et/ou K d'une part et l'appareil de marque OXFORD Horizon 600, d'autre part, dont le fonctionnement repose sur la raie L uniquement.

L'étude a été effectuée à Paris dans un immeuble de type faubourien, inoccupé et destiné à une réhabilitation complète. Il a été mis à disposition de l'étude par la Société Immobilière d'Economie Mixte de la ville de Paris (SIEMP).

Seuls 12 mesurages sur 109 sont « validés » en raies L (plomb proche de la surface < 0,5 mg/cm<sup>2</sup>) par l'appareil NITON XL309. Une seule de ces mesures correspond à celle obtenue avec l'appareil OXFORD Horizon 600.

Tous les autres mesurages sont « validés » en raies K par l'appareil NITON XL309 alors que l'appareil OXFORD Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée et conduit à une conclusion négative quand à la présence de plomb.

Sur les 20 contrôles effectués par l'analyse chimique en laboratoire (détermination de la concentration en plomb total en mg/g d'un prélèvement d'écailles de peinture) sur des unités de diagnostics « positives » sur la base des mesures réalisées à l'aide d'un appareil à fluorescence X détectant les raies K, 15 témoignent de la présence de plomb total en quantité supérieure au seuil réglementaire de 5 mg/g. Pour ces 15 unités de diagnostic « positives » à l'analyse chimique, l'appareil OXFORD Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée et conduit à un résultat négatif.

D'une manière générale, la concentration en plomb déterminée à partir des raies L est correcte uniquement pour de faibles concentrations de plomb situé en surface.

En revanche, dans les conditions de l'essai en site réel, le plomb étant le plus fréquemment réparti dans le support, **les appareils à fluorescence X utilisant uniquement les raies L ne détectent pas sa présence**, par ailleurs détectée à partir des raies K. Ils conduisent, dans le contexte de la réglementation sur les diagnostics de présence de plomb dans l'habitat ancien, à produire de faux résultats négatifs.

### III Synthèse et Recommandations

L'identification de la présence de plomb dans les peintures de l'habitat ancien telle que pratiquée de manière courante pour satisfaire aux obligations réglementaires, s'effectue au moyen d'appareils portables dits « à fluorescence X ». Ces appareils provoquent au moyen d'un rayonnement primaire énergétique, un rayonnement de fluorescence spécifique du plomb lié à l'excitation des couches électroniques L et/ou K selon l'énergie primaire délivrée.

Sur la base des données disponibles à ce jour, le groupe de travail constate que la détection à partir de la seule fluorescence en raies L du plomb ne permet pas de repérer la présence de plomb dans de nombreuses situations courantes. Les limitations rencontrées sont de nature physique en raison de l'interférence avec les autres éléments présents sur le trajet des rayonnements. Cette situation se rencontre en particulier dès lors que la couche de peinture contenant le plomb est recouverte par un revêtement ou une autre peinture ; elle peut conduire l'opérateur de diagnostic à conclure de manière erronée sur la présence de plomb en produisant notamment de faux résultats négatifs, préjudiciables à l'objectif de santé publique des diagnostics. En revanche, la détection des raies K, plus énergétiques, permet de renseigner correctement la plupart des situations courantes, sous réserve d'un bon fonctionnement des appareils et du respect de critères de performances. En l'état actuel du marché, les appareils utilisant une source radioactive (appareils à source) peuvent exciter les couches L et K du plomb alors que les appareils utilisant un tube à rayons X (appareils à tube), ne peuvent exciter que la couche L.

#### **Le groupe de travail recommande :**

1) Que seuls les appareils portables dits « à fluorescence X » permettant d'exciter la couche K de l'atome de plomb et d'en détecter la fluorescence soient autorisés pour la réalisation des diagnostics prévus par la réglementation, (ceci n'interdit pas d'utiliser les raies L lorsque l'appareil permet la mesure de la concentration du plomb total surfacique en mode K et/ou en mode L et que la précision est meilleure que sur les raies K (cas des faibles teneurs en plomb dans des peintures situées en surface)).

Dans l'immédiat et compte tenu de la situation technologique du marché, cette disposition conduit à n'autoriser que les appareils à source radioactive.

2) Que des critères de performances, indépendants des options technologiques des appareils, soient établis pour les appareils portables dits « à fluorescence X ». Cela concerne :

- l'aptitude au mesurage du plomb par rapport à un jeu d'éprouvettes de références reproduisant différentes configurations de supports et de recouvrements couramment rencontrées dans l'habitat.

- les caractéristiques techniques intrinsèques complètes des appareils : justesse, sensibilité, fidélité, conformité des logiciels, etc. Celles-ci pourront reprendre, après examen détaillé, les caractéristiques d'ores et déjà disponibles, notamment aux Etats-Unis, pour ces types d'appareils.

3) Qu'une procédure d'homologation soit mise en place, permettant la vérification lors de leur mise sur le marché, de la conformité des types appareils par rapport aux critères de performance cités précédemment. La procédure devra prévoir également la vérification, par un contrôle technique régulier, du maintien des caractéristiques de tous les appareils utilisés par les opérateurs de diagnostic. Ce contrôle devrait être réalisé au minimum tous les 2 ans et à chaque changement de source pour les appareils concernés. Un dispositif permettant le contrôle, le suivi et l'évaluation de cette homologation au niveau national devra être envisagé.

4) Qu'un référentiel détaillé, sous forme de norme ou de guide technique, soit élaboré pour définir les conditions d'utilisation des appareils portables fonctionnant en fluorescence X, en lien avec le protocole général de diagnostic (guide méthodologique)

5/ Que les opérateurs soient bien formés à l'utilisation des machines (qui ne sont pas de simples contrôleurs mais de véritables spectromètres !)

Le groupe mentionne en complément, qu'en état actuel de la technologie disponible sur le marché, ces recommandations vont dans le sens d'une augmentation du nombre de sources radioactives en circulation soumises à autorisation, avec les contrôles réglementaires qui leurs sont associés et les risques liés à la dissémination de sources radioactives.

## ANNEXE 1 : Rapport CSTB

### Détection du plomb dans les peintures anciennes Etude sur site pour la comparaison des performances de différents types d'appareils fonctionnant par fluorescence X

Rapport CSTB - Mars 2005 (Franck Chaventré, Christian Cochet)



*La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous sa forme intégrale, sauf clauses spécifiques explicitées dans la convention liant le CSTB et le donneur d'ordre. Toute reproduction, même partielle, devra mentionner le CSTB et ou les auteurs.*

#### **Remerciements :**

Nous remercions les membres du groupe de travail d'avoir accepté de participer à la réflexion sur le protocole.

Nous tenons à remercier la disponibilité de Monsieur Frédéric Homand de la SIEMP qui nous a permis d'obtenir un immeuble dans des délais très brefs.

Et plus particulièrement, nous remercions Geneviève Macary du LHVP, pour sa participation au bon déroulement des mesures sur site.

# SOMMAIRE

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.INTRODUCTION.....</b>                                                           | <b>32</b> |
| <b>2.MATÉRIELS ET MÉTHODE .....</b>                                                  | <b>33</b> |
| 3.LE SITE D'ÉTUDE.....                                                               | 33        |
| 4.APPAREILS DE DÉTECTION DU PLOMB .....                                              | 34        |
| 5.UNITÉS DE DIAGNOSTICS.....                                                         | 35        |
| 6.MESURES DE LA TENEUR EN PLOMB DES ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC<br>DE GRANDE SURFACE..... | 36        |
| 7.MESURES DE LA TENEUR EN PLOMB DES ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC<br>DE PETITE SURFACE..... | 37        |
| <b>8.RÉSULTATS.....</b>                                                              | <b>38</b> |
| 9.DIAG 3 - APPART 2 - MUR G .....                                                    | 38        |
| 10.DIAG 4 - APPART 4 – PORTE CHAMBRE.....                                            | 39        |
| 11.DIAG 4 - APPART 4 – MUR DROIT.....                                                | 41        |
| 12.DIAG 3 - APPART 2 - MUR G PLINTHE.....                                            | 44        |
| 13.DIAG 6 - APPART 1 – MUR GAUCHE.....                                               | 45        |
| 14.DIAG 3 - APPART 2 – FENÊTRE.....                                                  | 46        |
| 15.DIAG 3 - PALIER 2ÈME ÉTAGE – MUR.....                                             | 47        |
| 16.LES MESURES EN PLOMB TOTAL.....                                                   | 48        |
| <b>17.CONCLUSIONS.....</b>                                                           | <b>50</b> |

# TABLES DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURE 1 : SITE D'ÉTUDE : VUES EXTÉRIEURE ET INTÉRIEURE.....                                                                                                                                                                                                    | 33 |
| FIGURE 2 : PLAN DU SITE D'ÉTUDE 2ÈME ÉTAGE - 181, AVENUE JEAN JAURÈS PARIS 19.....                                                                                                                                                                              | 34 |
| FIGURE 3 : EXEMPLE DES SPECTRES RAIES L (HAUT) ET RAIES K (BAS) OBTENUS À PARTIR DE<br>L'APPAREIL À SOURCE NITON XL309.....                                                                                                                                     | 35 |
| FIGURE 4 : RÉPARTITION DES LOCALISATIONS DU PLOMB ACCESSIBLE SELON LES<br>PARTIES D'OUVRAGE, SUR LA BASE DE 84 ETATS DES RISQUES D'ACCESSIBILITÉ AU<br>PLOMB (ERAP) ÉCHANTILLONNÉS ALÉATOIREMENT SUR LE DÉPARTEMENT DE PARIS (75)<br>– ÉTUDE CSTB EN COURS..... | 36 |
| FIGURE 5 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA ZONE DE TEST SUR LE TERRAIN DES<br>ÉLÉMENTS<br>DE DIAGNOSTIC DE GRANDE SURFACE.....                                                                                                                                 | 36 |
| FIGURE 6 : REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA ZONE DE TEST SUR LE TERRAIN DES<br>ÉLÉMENTS<br>DE DIAGNOSTIC DE PETITE SURFACE.....                                                                                                                                 | 37 |
| FIGURE 7 : CHEMINEMENT DES POINTS DE MESURE DANS UNE ZONE DE MESURE D'UNE<br>UNITÉ DE DIAGNOSTIC.....                                                                                                                                                           | 39 |
| FIGURE 8 : ZONES MESURÉES SUR LA PORTE DIAG 4 - APPART 4 – PORTE CHAMBRE.....                                                                                                                                                                                   | 40 |
| FIGURE 9 : MESURES DE LA TENEUR EN PLOMB SUR LES ZONE 0, 1 ET 2 (ÉCHELLE<br>LOGARITHMIQUE DÉCIMALE).....                                                                                                                                                        | 41 |
| FIGURE 10 : ZONES MESURÉES SUR LE MUR DIAG 4 - APPART 4 – MUR DROIT.....                                                                                                                                                                                        | 42 |
| FIGURE 11 : MESURES DE LA TENEUR EN PLOMB SUR LES ZONES 0, 1 ET 2.....                                                                                                                                                                                          | 42 |
| FIGURE 12 : ZONE DE MESURE SUR LA FAÏENCE DIAG 4 - APPART 4 – MUR DROIT.....                                                                                                                                                                                    | 43 |
| FIGURE 13 : ZONES MESURÉES SUR LA PLINTHE DIAG 3 - APPART 2 - MUR G PLINTHE.....                                                                                                                                                                                | 44 |
| FIGURE 14 : ZONES MESURÉS SUR LE MUR DIAG 6 - APPART 1 – MUR GAUCHE.....                                                                                                                                                                                        | 45 |
| FIGURE 15 : MESURES DE LA TENEUR EN PLOMB SUR LES ZONES 0, 1, 2 ET 3.....                                                                                                                                                                                       | 46 |
| FIGURE 16 : ZONES MESURÉES SUR LA FENÊTRE DIAG 3 - APPART 2 – FENÊTRE.....                                                                                                                                                                                      | 47 |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>FIGURE 17 : ZONES MESURÉES SUR LE MUR DU PALIER DIAG 3 - PALIER 2ÈME ÉTAGE –</b> |           |
| <b>MUR.....</b>                                                                     | <b>48</b> |

## TABLE DES TABLEAUX

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>TABLEAU 1 : TABLEAU TYPE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....</b>                    | <b>38</b> |
| <b>TABLEAU 2 : TABLEAU DES MESURES DE DIAG 3 - APPART 2 - MUR G.....</b>              | <b>39</b> |
| <b>TABLEAU 3 : TABLEAU DES MESURES DE LA ZONE 0 DE DIAG 3 - APPART 2 - MUR G.....</b> | <b>40</b> |
| <b>TABLEAU 4 : TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES MESURES PHYSICO-CHIMIQUES.....</b>             | <b>49</b> |

## 1. Introduction

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire environnementale (Afsse) a confié au CSTB la réalisation d'une étude comparative sur site de différents types d'appareils à fluorescence X portables destinés à la recherche de plomb dans les peintures anciennes. Cette étude s'inscrit en complément d'une saisine de l'Afsse par ses tutelles afin de dire si les appareils équipés d'un tube à rayons X peuvent être utilisés pour la détection du plomb dans les peintures dans le cadre des expertises pour la prévention du saturnisme lié à l'habitat ancien.

Ces appareils appartiennent à deux catégories : les appareils à source radioactive et les appareils équipés d'un tube à rayons X d'apparition plus récente, et dont la mise sur le marché moins contraignante ne nécessite pas d'autorisation de la DGSNR.

Le protocole mis en œuvre dans cette étude vise à comparer, dans des situations réelles, les performances des appareils de détection fonctionnant uniquement sur la mesure de la « raie L » (appareils dits « à tube ») avec celles des appareils fonctionnant sur la « raie L » et/ou sur la « raie K » (appareils à source radioactive).

Les performances étudiées portent sur l'efficacité de détection du plomb sous différents types de recouvrements habituellement rencontrés dans les habitats concernés. Un contrôle de la présence de plomb par l'analyse chimique sur les unités de diagnostic a également été réalisé.

## 2. Matériels et méthode

### 3. Le site d'étude

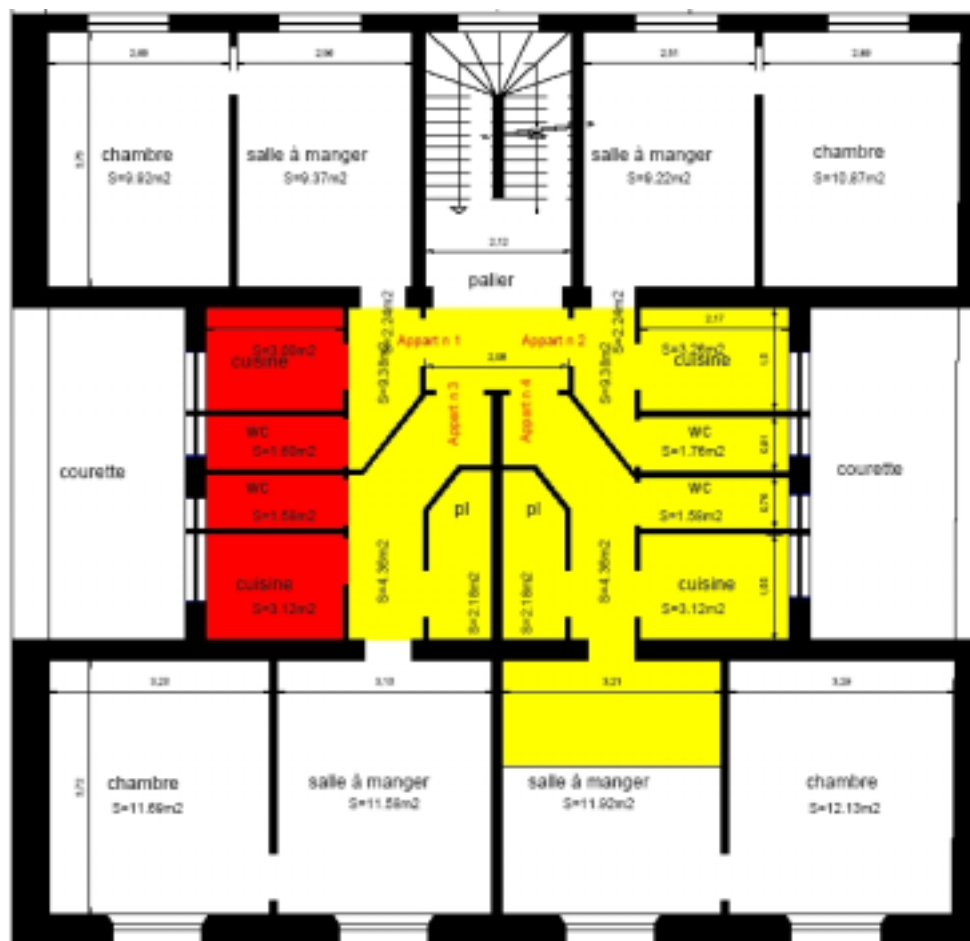
L'étude a été effectuée au **181, avenue Jean Jaurès, Paris 19<sup>ème</sup>** dans un immeuble de type faubourien, inoccupé et destiné à une réhabilitation complète. Il a été mis à disposition de l'étude par la Société Immobilière d'Economie Mixte de la ville de Paris (SIEMP).



*Figure 1 : Site d'étude : vues extérieure et intérieure*

Le choix des surfaces à étudier a été basé sur un diagnostic préalable et positif de présence de plomb dans l'immeuble établi pour le compte de la SIEMP par un opérateur de diagnostic (Réf : DULE – Mission saturnisme – Risque d'intoxication saturnine dans l'immeuble sis : 181, avenue Jean-Jaurès à Paris 19<sup>ème</sup> arrondissement, propriété de la ville de Paris, mars 2002).

Les mesurages ont été effectués au second étage de l'immeuble dont le plan est présenté en figure 2. On peut considérer que cet immeuble, squatté peu de temps avant l'étude, illustre convenablement une situation réelle d'exposition potentielle.



*Figure 2 : Plan du site d'étude 2<sup>ème</sup> étage - 181, avenue Jean Jaurès Paris 19*

#### 4. Appareils de détection du plomb

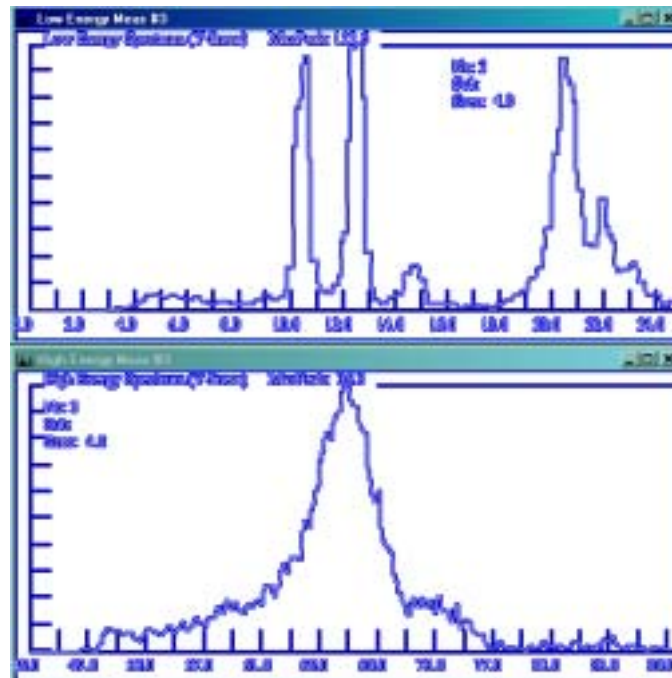
Deux appareils basés sur des techniques de générations de fluorescence X différentes ont été utilisés :

- o Appareil à tube : Horizon 600 fabriqué par OXFORD
- o Appareil à source : XL 309 fabriqué par NITON

La société Oxford a mis à disposition de l'étude l'appareil à tube Horizon 600. Un technicien du LHVP, accompagné du CSTB, a été formé par Oxford à l'utilisation de l'appareil. L'appareil Horizon 600 génère des rayons X par l'intermédiaire d'un tube à cathode froide. Le rayonnement n'est suffisamment énergétique que pour réaliser une mesure à partir des raies L du spectre du plomb.

L'appareil à source Niton XL309 de la société Fondis a été mis à disposition par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP). Le mode de fonctionnement de l'appareil XL309 est basé sur l'émission d'un rayonnement de fluorescence X à partir d'une source de Cd 109. Il permet d'exciter les électrons des couches électroniques K (les plus profondes et

énergétiques) et L du plomb. La mesure choisie (Pbc) pour la teneur en plomb dans la peinture est dépendante du rapport signal sur bruit des raies K (PbK) et des raies L (PbL), comme indiqué sur la figure 3 (respectivement spectres du bas et du haut). Si la teneur en plomb est supérieure à 5 mg/cm<sup>2</sup> elle est automatiquement déterminée sur la détection des raies K.



*Figure 3 : Exemple des spectres raies L (haut) et raies K (bas) obtenus à partir de l'appareil à source NITON XL309*

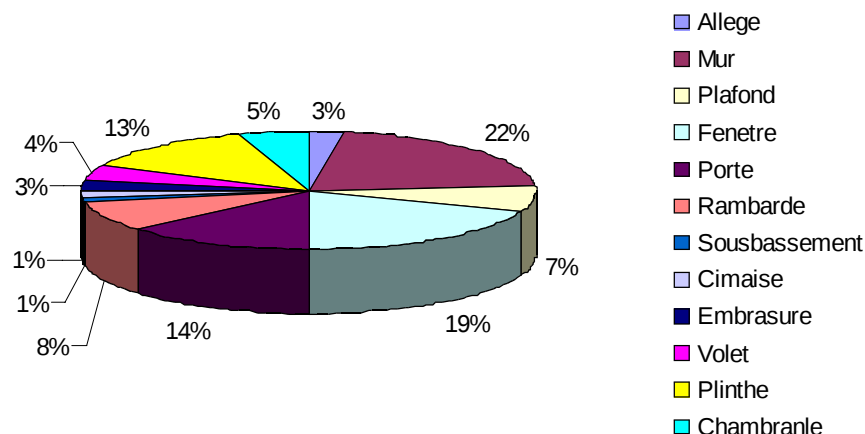
Durant l'expérimentation, les deux appareils ont été manipulés par un technicien agréé du LHVP.

## 5. Unités de diagnostics

Dans l'immeuble sélectionné, 5 pièces (deux cuisines, deux séjours) dont une située en partie commune (palier), ont été choisies d'après le diagnostic préalable.

Dans chacune de ces pièces, des unités de diagnostic ont été choisies : mur, fenêtre, plinthe, porte. Une cible de mesurage délimite une zone homogène de chacune de ces unités.

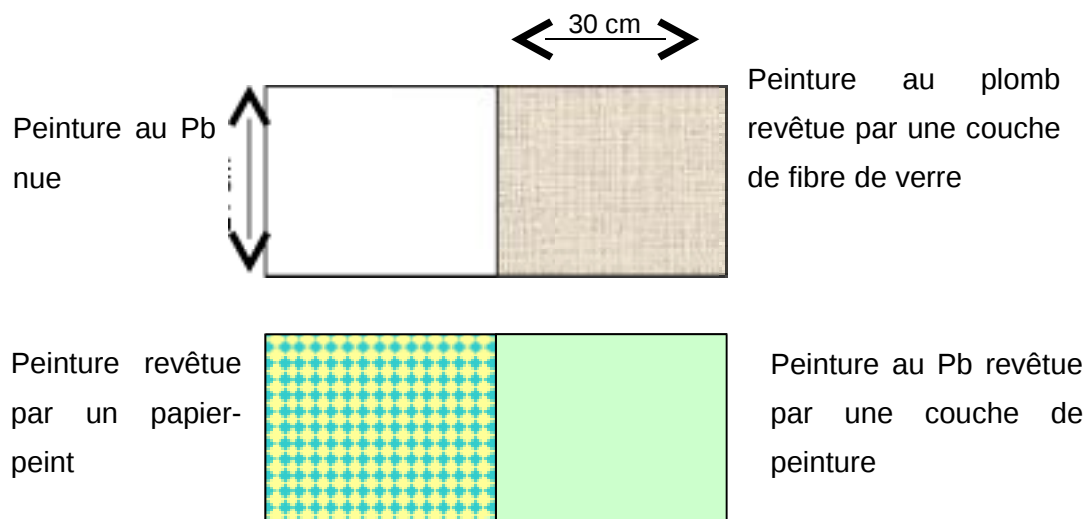
Les unités de diagnostic choisies sont parmi celles pour lesquelles du plomb accessible a été le plus fréquemment repéré dans une enquête récente (figure 4).



**Figure 4 :** Répartition des localisations du plomb accessible selon les parties d'ouvrage, sur la base de 84 Etats des Risques d'Accessibilité au Plomb (ERAP) échantillonnés aléatoirement sur le département de Paris (75) – étude CSTB en cours.

## 6. Mesures de la teneur en plomb des éléments de diagnostic de grande surface

Les éléments de diagnostic de grande surface sont les murs, les plafonds et les soubassements. Pour ces éléments l'influence de plusieurs « réhabilitations » du type recouvrement par une couche de fibre de verre, par une couche de peinture, par un papier peint a été examinée.



**Figure 5 :** Représentation schématique de la zone de test sur le terrain des éléments de diagnostic de grande surface

Cinq mesures ont été réalisées dans la cible par chacun des appareils. Une écaille de peinture d'une masse d'environ 300 mg maximum et 100 mg minimum a été prélevée dans

la cible à l'aide d'un scalpel en vue d'une analyse chimique en laboratoire de la concentration en plomb total.

Les surfaces ont été préparées 24 heures avant la réalisation des mesures et chaque zone a été mesurée à cinq reprises avec chaque appareil.

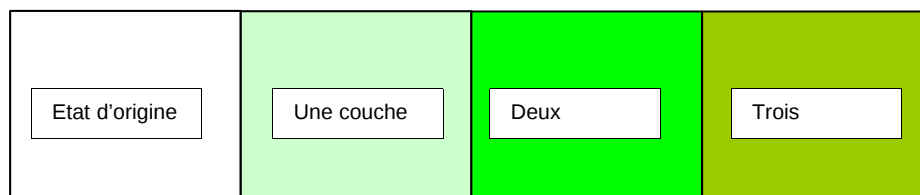
Les différents types de supports rencontrés sont essentiellement à base de plâtre dans la plupart des cas déjà revêtu par une ou plusieurs couches de peintures, du papier peint ou un revêtement plastique épais.

Les réhabilitations simulées dans ces cas sont des recouvrements par :

- o Un papier peint épais de type vinyle
- o Un papier peint fin de type gaufré
- o Une peinture à effet chargé de silice
- o Une peinture traditionnelle avec un pigment jaune
- o Deux toiles de fibre de verre avec deux motifs différents de tricotage revêtues d'une couche de peinture traditionnelle jaune

## **7. Mesures de la teneur en plomb des éléments de diagnostic de petite surface**

Cette catégorie comprend les portes, les chambranles de porte, les fenêtres et leur encadrement, les rambardes, les plinthes et les cimaises. Pour ces éléments, l'influence de une à trois couches de peinture de nature différente a été examinée.



**Figure 6 :** Représentation schématique de la zone de test sur le terrain des éléments de diagnostic de petite surface

Cinq mesures ont été réalisées dans la cible par chacun des appareils. Une écaille de peinture d'une masse d'environ 300 mg maximum et 100 mg minimum a été prélevée dans la cible à l'aide d'un scalpel en vue d'une analyse chimique en laboratoire de la concentration en plomb total.

Les surfaces ont été préparées 24 heures avant la réalisation des mesures et chaque zone a été mesurée à cinq reprises avec chaque appareil.

## 8. Résultats

Chacune des cibles est décrite par les points suivants :

- Unité de diagnostic (UD)
- Nature du support (Sup)
- Type de revêtement (Rev)
- Etat
- Teneur surfacique en Pb (Pbc et Pbc Err)
- L'indice de profondeur donné par l'appareil (DI)

L'appareil à source est configuré de manière à pouvoir identifier la nature de la raie sur laquelle se fonde la mesure. De cette manière, l'efficacité des deux technologies d'appareils utilisant soit uniquement la raie L soit la raie K et la raie L, peut être comparée. De plus, les valeurs obtenues par les deux techniques à l'aide de la raie L sont également comparées. Les valeurs sont rassemblées dans un tableau de la forme suivante.

| Mesure | Caractéristiques du local |      |      |      | Appareil à source |     |     |     |         | Appareil à tube |        |           |
|--------|---------------------------|------|------|------|-------------------|-----|-----|-----|---------|-----------------|--------|-----------|
|        | UD                        | Rev. | Sup. | Etat | DI                | PbL | PbK | Pbc | Pbc Err | Pb              | Pb Err | Remarques |
| 1      |                           |      |      |      |                   |     |     |     |         |                 |        |           |

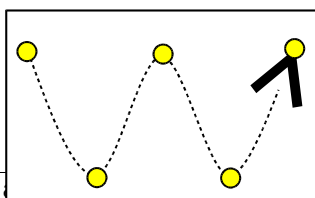
*Tableau 1 : Tableau type de présentation des résultats*

Du fait de l'hétérogénéité des surfaces, il est difficile d'obtenir une mesure fiable de la teneur en plomb par un seul mesurage. Nous avons utilisé la valeur moyenne obtenue sur 5 mesurages pour prononcer le caractère positif ou négatif du diagnostic.

L'annexe 2 rassemble les valeurs moyennes, avec leurs écart-types, obtenues à partir des mesures réalisées sur chaque zone.

## 9. Diag 3 - Appart 2 - Mur G

Ce mur a été analysé lors du diagnostic préalable à 0,08 mg/cm<sup>2</sup>. Nous avons donc vérifié si les deux détecteurs mesuraient la même teneur en plomb dans la peinture. Une zone de 10 x 7 cm a été dessinée et nous avons réalisé les mesures (Annexe 1 – mesures n°1 à 6) aux mêmes endroits avec chaque appareil de la manière représentée dans la figure ci-dessous, ce cheminement ayant été mis en œuvre pour toutes les unités de diagnostic.



**Figure 7 :** Cheminement des points de mesure dans une zone de mesure d'une unité de diagnostic

Le tableau 2 rassemble les mesures obtenues en cinq points de la zone.

| NITON |      |      |      |      |      |      | OXFORD |        |                                                                                                   |
|-------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N°    | Pb L | err  | Pb K | err  | Pbc  | err  | N°     | mg/cm2 | REMARQUES                                                                                         |
| 6     | 0,08 | 0,05 | 9,15 | 0,4  | 9,15 | 0,4  | 1      | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 7     | 0,07 | 0,07 | 0,4  | 0,31 | 0,07 | 0,07 | 2      | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 8     | 0,07 | 0,06 | 0,7  | 0,26 | 0,07 | 0,06 | 3      | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 9     | 0,12 | 0,13 | 4,28 | 0,54 | 4,28 | 0,54 | 4      | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 10    | 0,09 | 0,08 | 1,26 | 0,29 | 0,09 | 0,08 | 5      | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |

**Tableau 2 :** Tableau des mesures de Diag 3 - Appart 2 - Mur G

Dans deux cas sur cinq nous retrouvons une mesure très supérieure à 1 mg/cm<sup>2</sup> avec l'appareil XL 309. Ces mesures positives sont obtenues sur les raies K du plomb. L'appareil Horizon 600 détecte du plomb en profondeur mais il ne peut le quantifier. Il nous semble important de noter que même dans une zone de mesures restreinte (70 cm<sup>2</sup>) les valeurs de la teneur en plomb peuvent être très hétérogènes.

## 10. Diag 4 - Appart 4 – Porte chambre

La seconde série de mesures (Annexe 2 – mesures n°7 à 22) a été effectuée sur une porte dont la peinture est dégradée, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 6,6 mg/cm<sup>2</sup>.



**Figure 8 : Zones mesurées sur la porte Diag 4 - Appart 4 – Porte chambre**

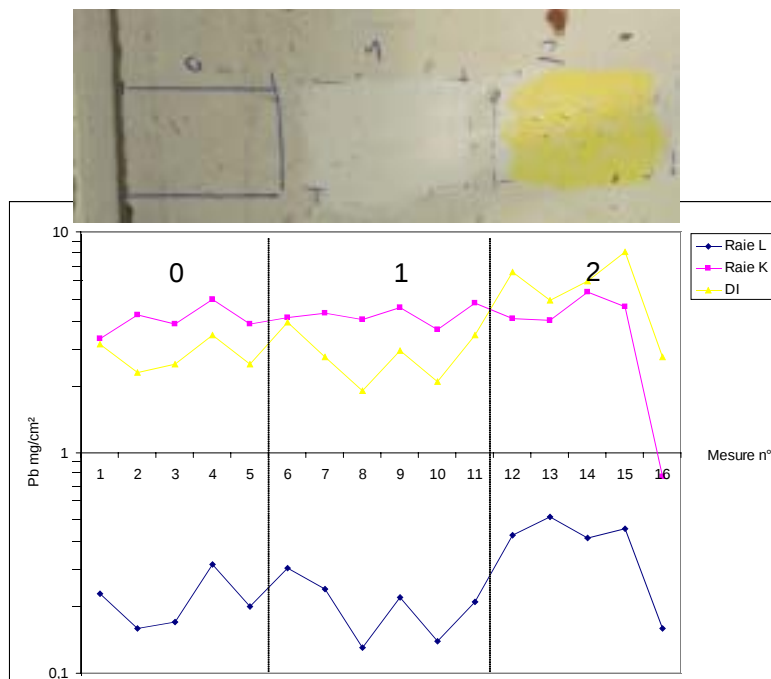
Le tableau 3 ci-dessous rassemble les mesures obtenues pour la zone 0 que l'on visualise (premier rectangle en partant de la gauche) sur la photographie de la figure 8 ci-dessus.

| NITON |      |      |      |      |      |      | OXFORD |                    |                                                                                                   |
|-------|------|------|------|------|------|------|--------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N°    | Pb L | err  | Pb K | err  | Pbc  | err  | N°     | mg/cm <sup>2</sup> | REMARQUES                                                                                         |
| 12    | 0,23 | 0,31 | 3,29 | 0,66 | 3,29 | 0,66 | 6      | 0                  | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 13    | 0,16 | 0,35 | 4,19 | 1    | 4,19 | 1    | 7      | 0                  | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 14    | 0,17 | 0,37 | 3,81 | 0,97 | 3,81 | 0,97 | 8      | 0                  | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 15    | 0,31 | 0,58 | 4,93 | 1,02 | 4,93 | 1,02 | 9      | 0                  | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 16    | 0,2  | 0,38 | 3,81 | 0,99 | 3,81 | 0,99 | 10     | 0                  | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |

**Tableau 3 : Tableau des mesures de la zone 0 de Diag 3 - Appart 2 - Mur G**

Les mesures rendues par l'appareil NITON XL309 sont toutes obtenues sur la détection des raies K. L'appareil Horizon 600 n'est pas dans la capacité de mesurer la concentration en plomb.

La figure 9 représente les mesures de la teneur en plomb obtenues par l'appareil XL309 à partir des raies L et des raies K dans les situation suivantes : support en état d'origine, avec une couche de peinture et avec deux couches de peintures.



**Figure 9 :** Mesures de la teneur en plomb sur les zone 0, 1 et 2 (échelle logarithmique décimale)

Dans les deux premiers cas, zone 0 et 1, l'indice de profondeur DI ne varie pas. La teneur en plomb déterminé à partir des raies K varie peu et n'est pas influencé par le nombre de couches de peintures. L'indice de profondeur augmente à partir de la deuxième couche de peinture. L'augmentation de la teneur mesurée à partir des raies L (courbe en bleue) laisse à penser que le logiciel de l'appareil compense l'effet d'épaisseur par une amplification de la mesure.

## 11. Diag 4 - Appart 4 – Mur droit

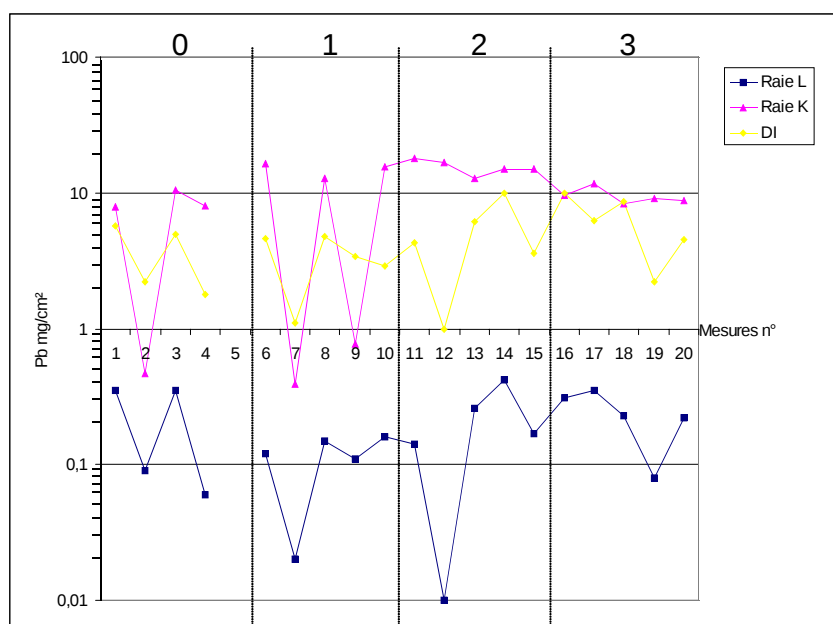
La troisième série de mesures (Annexe 2 – mesures n°23 à 42) est réalisée sur un mur, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 14 mg/cm².

3 zones ont été réhabilitées, respectivement par une peinture à effet chargée de sable (1), par une toile de fibre de verre peinte en jaune (2), par un papier peint vinyle épais (3).



**Figure 10 :** Zones mesurées sur le mur Diag 4 - Appartement 4 – Mur droit

La figure 10 représente les mesures de la teneur en plomb obtenues par l'appareil NITON XL309 à partir des raies L et des raies K sur une échelle logarithme décimale de la zone brute (0) et de celles réhabilitées (1-3).



**Figure 11 :** Mesures de la teneur en plomb sur les zones 0, 1 et 2

L'appareil Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée. Le plomb est apparemment situé très en profondeur, toutes les mesures réalisées avec l'appareil XL 309 ont été obtenues à partir des raies K. Cependant, il est intéressant de noter une fois encore l'hétérogénéité de la mesure sur la zone 0, avec des résultats variant dans un rapport supérieur à 20. D'autre

part, la peinture chargée de sable perturbe de façon importante la répétabilité des mesures. Le papier peint vinyle épais, du fait de sa souplesse, permet difficilement de déclencher l'obturateur de sécurité de l'appareil. Toutefois, les mesures obtenues tant sur la toile de verre que sur le papier peint restent fiables.



**Figure 12 :** Zone de mesure sur la faïence Diag 4 - Appart 4 – Mur droit

A priori, le plomb provenait de la faïence collée au mur sous un enduit à base de plâtre et une ou plusieurs couches de peintures, ce qui peut expliquer la difficulté d'obtenir une mesure à partir des raies L. Pour information, l'appareil Horizon mesure (et sature) une teneur en plomb dans la faïence de 5,95 mg/cm<sup>2</sup> et l'appareil XL 309 mesure 26,57 mg/cm<sup>2</sup>, Annexe 2 – mesure n°43).

## 12. Diag 3 - Appart 2 - Mur G plinthe

La quatrième série de mesures (Annexe 1 – mesures n°44 à 63) est réalisée sur une plinthe, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 3,2 mg/cm<sup>2</sup>.



*Figure 13 : Zones mesurées sur la plinthe Diag 3 - Appart 2 - Mur G plinthe*

Les mesures rendues par l'appareil XL309 sont toutes obtenues sur la détection des raies K. L'appareil Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée.

### 13. Diag 6 - Appart 1 – Mur gauche

La cinquième série (Annexe 2 – mesures n°65 à 84) de mesures est réalisée sur un mur, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 3 mg/cm<sup>2</sup>.



*Figure 14 : Zones mesurés sur le mur Diag 6 - Appart 1 – Mur gauche*

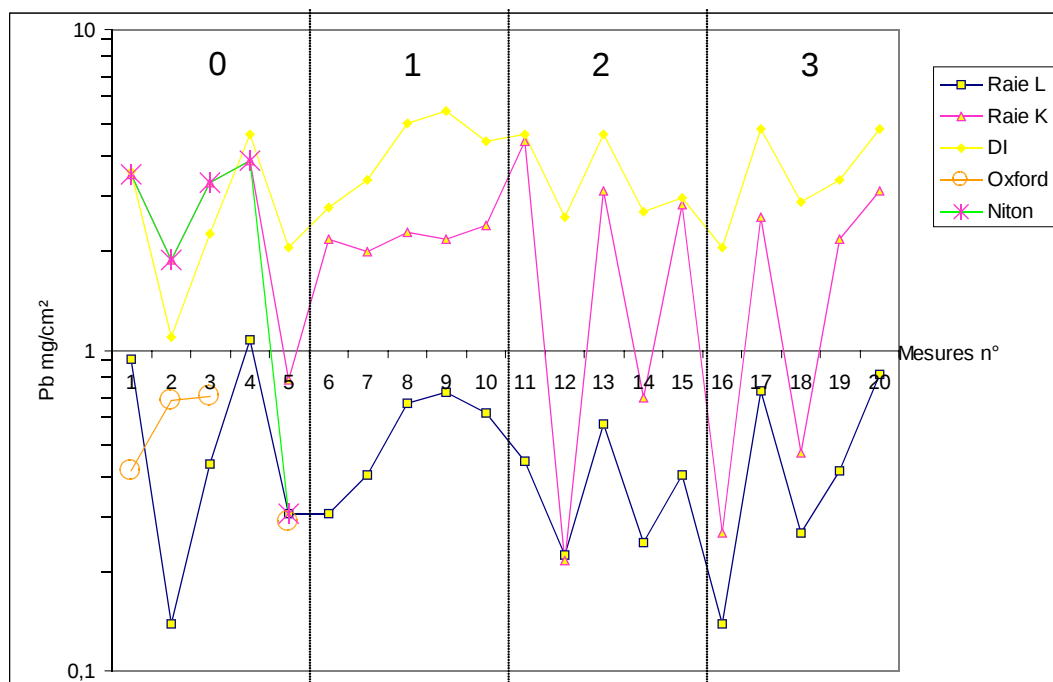
La zone initiale est du plâtre revêtu d'une ou plusieurs couches de peinture et d'un papier peint.

3 zones ont été réhabilitées, respectivement par un papier peint fin et gaufré (1), par une toile de fibre de verre peinte en jaune (2), par un papier peint vinyle épais (3).

La figure 15 représente les mesures de la teneur en plomb obtenues à partir des raies L et des raies K sur une échelle logarithme décimale de la zone brute (0) et de celles réhabilitées (1-3).

Dans le cas de la zone initiale nous avons pu reporter des valeurs significatives de mesure de la teneur en plomb donnée à partir des raies L de l'appareil Horizon 600, l'appareil précise que le plomb est détecté en profondeur.

Les quatre mesures correspondantes et validées par l'appareil XL309 sont obtenues à partir des raies K sauf la dernière qui est obtenue à partir des raies L et égale à celle obtenue avec l'appareil Horizon 600.



**Figure 15 :** Mesures de la teneur en plomb sur les zones 0, 1, 2 et 3

Les mesures réalisées et validées sur les zones réhabilitées sont toutes obtenues à partir des raies K. Il est important de noter que dans les cas des revêtements 2 et 3 du fait d'une teneur en plomb assez faible dans la paroi, la répétabilité des mesures est médiocre, avec des variations supérieures à un facteur 10.

#### 14. Diag 3 - Appart 2 – fenêtre

La sixième série de mesures (Annexe 2 – mesures n°85 à 98) est réalisée sur une fenêtre, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 6,2 mg/cm².



**Figure 16 :** Zones mesurées sur la fenêtre Diag 3 - Appartement 2 – fenêtre

Les mesures rendues par l'appareil XL309 sont toutes obtenues sur la détection des raies K. L'appareil Horizon 600 a mesuré une valeur de concentration en plomb significative sur la zone 2, peinture initiale recouverte de deux couches de peintures, (Annexe - mesure n°96). La teneur indiquée en plomb de 0,84 mg/cm<sup>2</sup> (« Plomb détecté en profondeur. Analyses complémentaires recommandées »). Cette valeur est à comparer avec la mesure rendue par l'appareil XL309 sur la raie K de 13,6 mg/cm<sup>2</sup>.

#### **15. Diag 3 - palier 2<sup>ème</sup> étage – Mur**

La septième série de mesures (Annexe 2 – mesures n°99 à 109) est réalisée sur un mur initialement recouvert d'un revêtement plastique épais, la teneur en plomb déterminée lors du diagnostic préalable est de 4,3 mg/cm<sup>2</sup>.



**Figure 17** : zones mesurées sur le mur du palier Diag 3 - palier 2<sup>ème</sup> étage – Mur

Les mesures rendues par l'appareil XL309 sont toutes obtenues sur la détection des raies K, la teneur moyenne est de 12,42 mg/cm<sup>2</sup> sur la zone 0 et 12,03 sur la zone 1 (RPE + une couche de peinture jaune). L'appareil Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée.

## **16. Les mesures en plomb total**

Les prélèvements d'écailles nous ont permis par des analyses chimiques conformes à la NF T 30-048 de vérifier la présence de plomb dans les couches superficielles des unités de diagnostic analysées par fluorescence X. Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire National d'Essais (LNE).

Dans la pratique les prélèvements sur les boiseries sont très difficiles à réaliser car il est pratiquement impossible de récupérer une écaille complète. Dans le cas présent, les prélèvements ont été obtenus par grattage de la peinture avec un cutter pour récupérer de petites écailles dans chacune des zones analysées. Les prélèvements d'une surface de quelques cm<sup>2</sup> ont été plus aisés à effectuer sur le plâtre, à l'aide d'un cutter.

|     |    |             |                                 |                                           |              |                    | NITON | OXFORD | LNE                  |                     |
|-----|----|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------|--------------------|-------|--------|----------------------|---------------------|
| M   | UD | LOCAL       |                                 | UNITE DE DIAGNOSTIC                       | REVETEMENT   | SUBSTRAT           | Pbc   | mg/cm2 | Plomb totale en mg/g | Diagnostic > 5 mg/g |
| 7   | 1  | chambre     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | porte 0 - 6,6 mg/cm²                      | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 8,7                  | POS                 |
| 13  | 1  | chambre     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | porte 1 - 6,6 mg/cm² + 1 c                | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 10,3                 | POS                 |
| 18  | 1  | chambre     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | porte 2 - 6,6 mg/cm² + 2 c                | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 7,1                  | POS                 |
| 23  | 2  | cuisine     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | mur 0 - 14 mg/cm²                         | peinture     | platre             | POS   | NEG    | 17,6                 | POS                 |
| 28  | 2  | cuisine     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | mur 1 - 14 mg/cm² + peinture à l'ancienne | peinture     | platre             | POS   | NEG    | 44,8                 | POS                 |
| 33  | 2  | cuisine     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | mur 2 - 14 mg/cm² + fibre peinte          | peinture     | platre             | POS   | NEG    | 2,1                  | NEG                 |
| 38  | 2  | cuisine     | diag 4 - 2ème étage face/gauche | mur 3 - 14 mg/cm² + pp vinyle             | peinture     | platre + carrelage | POS   | NEG    | 3,0                  | NEG                 |
| 44  | 3  | salon       | diag 3 - 2ème étage gauche      | plinthe 0 - 3,2 mg/cm²                    | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 20,0                 | POS                 |
| 49  | 3  | salon       | diag 3 - 2ème étage gauche      | plinthe 1 - 3,2 mg/cm² + 1 c              | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 18,5                 | POS                 |
| 54  | 3  | salon       | diag 3 - 2ème étage gauche      | plinthe 2 - 3,2 mg/cm² + 2 c              | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 11,6                 | POS                 |
| 59  | 3  | salon       | diag 3 - 2ème étage gauche      | plinthe 3 - 3,2 mg/cm² + 3 c              | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 7,1                  | POS                 |
| 65  | 4  | cuisine     | diag 6 - 2ème étage droite      | mur 0 - 3 mg/cm²                          | papier peint | platre             | POS   | NEG    | 6,6                  | POS                 |
| 70  | 4  | cuisine     | diag 6 - 2ème étage droite      | mur 1 - 3 mg/cm² + fibre peint motif 2    | papier peint | platre             | POS   | NEG    | 9,2                  | POS                 |
| 75  | 4  | cuisine     | diag 6 - 2ème étage droite      | mur 2 - 3 mg/cm² + papier peint gaufré    | papier peint | platre             | POS   | NEG    | 31,3                 | POS                 |
| 80  | 4  | cuisine     | diag 6 - 2ème étage droite      | mur 3 - 3 mg/cm² + papier peint vinyle    | papier peint | platre             | POS   | NEG    | 8,3                  | POS                 |
| 85  | 5  | cuisine     | diag 3 - 2ème étage gauche      | fenêtre 0 - 6,2 mg/cm²                    | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 1,2                  | NEG                 |
| 90  | 5  | cuisine     | diag 3 - 2ème étage gauche      | fenêtre 0 - 6,2 mg/cm² + 1c               | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 2,2                  | NEG                 |
| 95  | 5  | cuisine     | diag 3 - 2ème étage gauche      | fenêtre 2 - 6,2 mg/cm² + 2c               | peinture     | bois               | POS   | NEG    | 12,1                 | POS                 |
| 100 | 6  | palier 2ème |                                 | mur 0 - 4,3 mg/cm²                        | RPE          | platre             | POS   | NEG    | 8,8                  | POS                 |
| 105 | 6  | palier 2ème |                                 | mur 1 - 4,3 mg/cm² + 1c                   | RPE          | platre             | POS   | NEG    | 1,0                  | NEG                 |

**Tableau 4 : Tableau synthétique des mesures physico-chimiques**

Pour 15 unités de diagnostics sur 20 les analyses conduisent à un dépassement du seuil réglementaire de 5 mg/g, conduisant à conclure positivement à la présence de plomb. Ces 15 unités de diagnostics « positives » par analyse chimiques se sont par ailleurs positives sur la base des mesures réalisées à l'aide d'un appareil à fluorescence X détectant les raies K (supérieures au seuil réglementaire de 1 mg/cm<sup>2</sup>). Les 5 unités de diagnostics « négatives » au sens de l'analyse chimique apparaissent cependant positives sur la base des mesures réalisées à l'aide d'un appareil à fluorescence X détectant les raies K. Un des éléments explicatif de cette discordance est que le prélèvement d'écailles a été réalisé dans la zone de mesure mais pas forcément à l'endroit exact de la mesure avec l'appareil. Les seuils définis dans la réglementation correspondent cependant, dans la majorité des cas, à un niveau équivalent de sensibilité de détection du plomb dans les peintures, qu'il s'agisse de l'analyse en fluorescence X avec détection des raies K ou de l'analyse chimique en plomb total.

Nous avons pu dans le cas du mur de la cuisine 2 rapporter la quantité de plomb mesurée chimiquement à la surface prélevée. Dans le cas de la mesure 75, nous pouvons observer

une bonne correspondance entre la mesure en fluorescence X et la mesure chimique en plomb total.

## 17. Conclusions

Cent neuf (109) mesurages de plomb ont été réalisés en parallèle sur un même site d'étude et sur les mêmes unités de diagnostic, avec deux types d'appareils à fluorescence X, l'appareil de marque NITON XL309 dont le fonctionnement repose sur les raies L et/ou K d'une part et l'appareil de marque OXFORD Horizon 600, d'autre part, dont le fonctionnement repose sur la raie L uniquement.

Seuls 12 mesurages sur 109 sont « validés » en raies L (plomb proche de la surface < 0,5 mg/cm<sup>2</sup>) par l'appareil NITON XL309. Une seule de ces mesures correspond à celle obtenue avec l'appareil l'OXFORD Horizon 600.

Tous les autres mesurages sont « validés » en raies K par l'appareil NITON XL309 alors que l'appareil OXFORD Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée et conduit à une conclusion négative quand à la présence de plomb.

Sur les 20 contrôles effectués par l'analyse chimique sur des unités de diagnostics « positives » sur la base des mesures réalisées à l'aide d'un appareil à fluorescence X détectant les raies K, 15 témoignent de la présence de plomb en quantité supérieure au seuil réglementaire de 5mg/g. Pour ces 15 unités de diagnostic « positives » à l'analyse chimique, l'appareil OXFORD Horizon 600 ne donne aucune valeur mesurée et conduit à un résultat négatif.

D'une manière générale, la concentration en plomb déterminée à partir des raies L est correcte uniquement pour de faibles concentrations de plomb situé en surface.

En revanche, dans les conditions de l'essai en site réel, le plomb étant le plus fréquemment réparti dans le support, **les appareils à fluorescence X utilisant uniquement les raies L ne détectent pas sa présence**, par ailleurs détectée à partir des raies K. Ils conduisent, dans le contexte de la réglementation sur les diagnostics de présence de plomb dans l'habitat ancien, à produire de faux résultats négatifs.

## **ANNEXE 2 – Tableau complet des mesures**

| MITON |         |                                 |                            |          |       |     |    |      |      | OXFORD |      |      |      |    |        |                                                                                                   |
|-------|---------|---------------------------------|----------------------------|----------|-------|-----|----|------|------|--------|------|------|------|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N°    | LOCAL   | UNITE DE DIAGNOSTIC             | RETEVEMENT                 | SUBSTRAT | ETAT  | DI  | N° | Pb L | err  | Pb K   | err  | Pb c | err  | N° | mg/cm2 | REMARQUES                                                                                         |
| 1     | cuisine | diag 3 - 2ème étage gauche      | mur - 0 mg/cm²             | platre   | 25% d | 2,3 | 6  | 0,08 | 0,05 | 9,15   | 0,4  | 9,15 | 0,4  | 1  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 2     |         |                                 |                            |          |       | 1,8 | 7  | 0,07 | 0,07 | 0,4    | 0,31 | 0,07 | 0,07 | 2  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 3     |         |                                 |                            |          |       | 2   | 8  | 0,07 | 0,06 | 0,7    | 0,26 | 0,07 | 0,06 | 3  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 4     |         |                                 |                            |          |       | 2,5 | 9  | 0,12 | 0,13 | 4,28   | 0,54 | 4,28 | 0,54 | 4  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 5     |         |                                 |                            |          |       | 2,5 | 10 | 0,09 | 0,08 | 1,26   | 0,29 | 0,09 | 0,08 | 5  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 6     |         |                                 |                            |          |       | 1   | 11 | 0,03 | 0,05 | 0,86   | 0,58 | 0,03 | 0,05 |    |        |                                                                                                   |
| 7     | chambre | diag 4 - 2ème étage face/gauche | peinture                   | bois     | 10% d | 3,1 | 12 | 0,23 | 0,31 | 3,29   | 0,66 | 3,29 | 0,66 | 6  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 8     |         |                                 |                            |          |       | 2,3 | 13 | 0,16 | 0,35 | 4,19   | 1    | 4,19 | 1    | 7  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 9     |         |                                 |                            |          |       | 2,5 | 14 | 0,17 | 0,37 | 3,81   | 0,97 | 3,81 | 0,97 | 8  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 10    |         |                                 |                            |          |       | 3,4 | 15 | 0,31 | 0,58 | 4,93   | 1,02 | 4,93 | 1,02 | 9  | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 11    |         |                                 |                            |          |       | 2,5 | 16 | 0,2  | 0,38 | 3,81   | 0,99 | 3,81 | 0,99 | 10 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 12    |         |                                 |                            |          |       | 3,9 | 17 | 0,3  | 0,69 | 4,1    | 1,04 | 4,1  | 1,04 |    |        |                                                                                                   |
| 13    | chambre | diag 4 - 2ème étage face/gauche | porte 1 - 6,6 mg/cm² + 1 c | bois     | 10% d | 2,7 | 18 | 0,24 | 0,42 | 4,26   | 1,02 | 4,26 | 1,02 | 11 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 14    |         |                                 |                            |          |       | 1,9 | 19 | 0,13 | 0,27 | 3,99   | 1,04 | 3,99 | 1,04 | 12 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 15    |         |                                 |                            |          |       | 2,9 | 20 | 0,22 | 0,35 | 4,52   | 0,85 | 4,52 | 0,85 | 13 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 16    |         |                                 |                            |          |       | 2,1 | 21 | 0,14 | 0,3  | 3,62   | 1    | 3,62 | 1    | 14 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 17    |         |                                 |                            |          |       | 3,4 | 22 | 0,21 | 0,56 | 4,76   | 1,07 | 4,76 | 1,07 | 15 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 18    | chambre | diag 4 - 2ème étage face/gauche | porte 2 - 6,6 mg/cm² + 2 c | bois     | 10% d | 6,6 | 23 | 0,42 | 0,8  | 4,03   | 1,02 | 4,03 | 1,02 | 16 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 19    |         |                                 |                            |          |       | 4,9 | 24 | 0,51 | 0,94 | 3,95   | 0,97 | 3,95 | 0,97 | 17 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 20    |         |                                 |                            |          |       | 6   | 25 | 0,41 | 0,89 | 5,31   | 1,08 | 5,31 | 1,08 | 18 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 21    |         |                                 |                            |          |       | 8,1 | 26 | 0,45 | 0,63 | 4,58   | 1,06 | 4,58 | 1,06 | 19 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 22    |         |                                 |                            |          |       | 2,7 | 27 | 0,16 | 0,11 | 0,78   | 0,28 | 0,16 | 0,11 | 20 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |

| N° | LOCAL   | UNITÉ DE DIAGNOSTIC             | REVÊTEMENT | SUBSTRAT           | ÉTAT  | NITON |        |      |       |      | UXFORD |      |    |        |                                                                                                   |
|----|---------|---------------------------------|------------|--------------------|-------|-------|--------|------|-------|------|--------|------|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |         |                                 |            |                    |       | N°    | Pb L   | err  | Pb K  | err  | Pb C   | err  | N° | mg/cm² | REMARQUES                                                                                         |
| 23 | cuisine | diag 4 - 2ème étage face/gauche | peinture   | plâtre             | 10% d | 28    | 0,35   | 0,41 | 7,92  | 0,73 | 7,82   | 0,73 | 21 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 24 |         |                                 |            |                    |       | 29    | 0,09   | 0,11 | 0,47  | 0,35 | 0,47   | 0,35 | 22 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 25 |         |                                 |            |                    |       | 30    | 0,35   | 1,05 | 10,55 | 3,59 | 10,55  | 3,59 | 23 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 26 |         |                                 |            |                    |       | 31    | 0,06   | 0,15 | 8,1   | 1,06 | 8,1    | 1,06 | 24 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 27 |         |                                 |            |                    |       |       |        |      |       |      |        |      | 25 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 28 | cuisine | diag 4 - 2ème étage face/gauche | peinture   | plâtre             | 10% d | 32    | 0,12   | 0,48 | 16,35 | 4,1  | 16,35  | 4,1  | 26 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 29 |         |                                 |            |                    |       | 33    | 0,02   | 0,15 | 0,39  | 0,8  | 0,02   | 0,15 | 27 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 30 |         |                                 |            |                    |       | 34    | 0,15   | 0,51 | 12,87 | 1,86 | 12,87  | 1,86 | 28 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 31 |         |                                 |            |                    |       | 35    | 0,11   | 0,12 | 0,77  | 0,29 | 0,11   | 0,12 | 29 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 32 |         |                                 |            |                    |       | 36    | 0,16   | 0,73 | 15,51 | 4,03 | 15,51  | 4,03 | 30 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 33 | cuisine | diag 4 - 2ème étage face/gauche | peinture   | plâtre             | 10% d | 37    | 0,14   | 0,56 | 18,07 | 4,42 | 18,07  | 4,42 | 31 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 34 |         |                                 |            |                    |       | 38    | 0,01   | 0,32 | 16,64 | 4,27 | 16,64  | 4,27 | 32 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 35 |         |                                 |            |                    |       | 39    | 0,26   | 0,65 | 12,89 | 3,65 | 12,89  | 3,65 | 33 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 36 |         |                                 |            |                    |       | 40    | 0,42   | 0,97 | 15,01 | 4,02 | 15,01  | 4,02 | 34 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 37 |         |                                 |            |                    |       | 41    | 0,17   | 0,8  | 15,07 | 4,12 | 15,07  | 4,12 | 35 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 38 | cuisine | diag 4 - 2ème étage face/gauche | peinture   | plâtre + carrelage | 10% d | 42    | 0,31   | 0,67 | 9,66  | 3,27 | 9,66   | 3,27 | 36 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 39 |         |                                 |            |                    |       | 43    | 0,35   | 0,8  | 11,77 | 3,52 | 11,77  | 3,52 | 37 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 40 |         |                                 |            |                    |       | 44    | 0,23   | 0,37 | 8,3   | 2,9  | 8,3    | 2,9  | 38 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 41 |         |                                 |            |                    |       | 45    | 0,08   | 0,6  | 9,16  | 3,16 | 9,16   | 3,16 | 39 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 42 |         |                                 |            |                    |       | 46    | 0,22   | 0,78 | 8,83  | 3,26 | 8,83   | 3,26 | 40 | 0      | Pas de plomb détecté en surface.                                                                  |
| 43 | cuisine | diag 4 - 2ème étage face/gauche | carrelage  | plâtre + carrelage | 10% d | 47    | >>>5,0 |      | 26,57 | 5,62 | 26,57  | 5,62 | 41 | 5,95   | Plomb détecté en profondeur.<br>Plomb non quantifiable détecté en profondeur.                     |
| 44 | selon   | diag 3 - 2ème étage gauche      | peinture   | bois               | 5% d  | 48    | 1,23   | 0,69 | 2,31  | 0,49 | 2,31   | 0,49 | 42 | 0      | Vérifications complémentaires en cas de travaux.                                                  |

| UNITE DE DIAGNOSTIC |                            |                              |                  |       |    | NITON |      |       |      |       | OXFORD |       |      |        |           |                                                                                                   |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|-------|----|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOCAL               | UNITE DE DIAGNOSTIC        | RETELEMENT                   | SUBSTRAT         | ETAT  | DI | N°    | Pb L | err   | Pb K | err   | Pbc    | err   | N°   | mg/cm2 | REMARQUES |                                                                                                   |
| 45                  |                            |                              |                  |       |    | 6,2   | 49   | 1,59  | 0,94 | 2,32  | 0,49   | 2,32  | 0,49 | 43     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 46                  |                            |                              |                  |       |    | 7,1   | 50   | 1,84  | 1,47 | 2,83  | 0,66   | 2,83  | 0,66 | 44     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 47                  |                            |                              |                  |       |    | 7     | 51   | 1,76  | 1,1  | 2,36  | 0,5    | 2,36  | 0,5  | 45     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 48                  |                            |                              |                  |       |    | 7,6   | 52   | 2,38  | 0,8  | 3,66  | 0,36   | 3,66  | 0,36 | 46     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 49                  | diag 3 - 2ème étage gauche | plinthe 1 - 3,2 mg/cm² + 1 c | bois             | 5% d  |    | 8,2   | 53   | 2,16  | 1,44 | 2,33  | 0,53   | 2,33  | 0,53 | 47     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 50                  |                            |                              |                  |       |    | 7,9   | 54   | 2     | 1,34 | 2,52  | 0,51   | 2,52  | 0,51 | 48     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 51                  |                            |                              |                  |       |    | 6,2   | 55   | 1,38  | 0,87 | 2,41  | 0,52   | 2,41  | 0,52 | 49     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 52                  |                            |                              |                  |       |    | 5,4   | 56   | 1,41  | 0,78 | 2,28  | 0,51   | 2,28  | 0,51 | 50     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 53                  |                            |                              |                  |       |    | 7,3   | 57   | 1,98  | 1,24 | 2,35  | 0,49   | 2,35  | 0,49 | 51     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 54                  | diag 3 - 2ème étage gauche | plinthe 2 - 3,2 mg/cm² + 2 c | bois             | 5% d  |    | 10    | 58   | 2,3   | 1,77 | 2,4   | 0,51   | 2,4   | 0,51 | 52     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 55                  |                            |                              |                  |       |    | 9,8   | 59   | 2,41  | 1,64 | 2,3   | 0,47   | 2,3   | 0,47 | 53     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 56                  |                            |                              |                  |       |    | 8,1   | 60   | 1,74  | 1,15 | 2,27  | 0,48   | 2,27  | 0,48 | 54     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 57                  |                            |                              |                  |       |    | 9,3   | 61   | 2,19  | 1,62 | 2,24  | 0,49   | 2,24  | 0,49 | 55     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 58                  |                            |                              |                  |       |    | 6,2   | 62   | 1,37  | 0,87 | 2,27  | 0,49   | 2,27  | 0,49 | 56     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 59                  | diag 3 - 2ème étage gauche | plinthe 3 - 3,2 mg/cm² + 3 c | bois             | 5% d  |    | 7,4   | 63   | 1,61  | 0,93 | 2,26  | 0,43   | 2,26  | 0,43 | 57     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 60                  |                            |                              |                  |       |    | 7,6   | 64   | 1,6   | 1,14 | 2,24  | 0,49   | 2,24  | 0,49 | 58     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 61                  |                            |                              |                  |       |    | 8     | 65   | 1,64  | 1,2  | 2,4   | 0,51   | 2,4   | 0,51 | 59     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 62                  |                            |                              |                  |       |    | 9,4   | 66   | 1,75  | 1,05 | 2     | 0,38   | 2     | 0,38 | 60     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 63                  |                            |                              |                  |       |    | 9,6   | 67   | 2,08  | 1,61 | 2,35  | 0,48   | 2,35  | 0,48 | 61     | 0         | Plomb non quantifiable détecté en profondeur.<br>Vérifications complémentaires en cas de travaux. |
| 64                  | diag 3 - 2ème étage gauche | mur                          | feuille de plomb |       |    | 1,9   | 68   | >>5,0 |      | 11,23 | 1,71   | 11,23 | 1,71 | 62     | 5,23      | Plomb détecté en profondeur.                                                                      |
| 65                  | cuisine                    | diag 6 - 2ème étage droite   | platre           | 75% d |    | 3,6   | 69   | 0,94  | 0,59 | 3,53  | 0,76   | 3,53  | 0,76 | 63     | 0,42      | Plomb détecté en profondeur.                                                                      |
| 66                  |                            |                              |                  |       |    | 1,1   | 70   | 0,14  | 0,07 | 1,91  | 0,51   | 1,91  | 0,51 | 64     | 0,7       | Plomb détecté en profondeur. Analyses complémentaires recommandées.                               |



| N° | LOCAL   | UNITE DE DIAGNOSTIC        | RELEVEMENT   | SUBSTRAT | ETAT  | NITON |    |      |      |      |      |      |      |    |        | OXFORD                                                                                         |  | REMARQUES |
|----|---------|----------------------------|--------------|----------|-------|-------|----|------|------|------|------|------|------|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
|    |         |                            |              |          |       | DI    | N° | Pb L | err  | Pb K | err  | Pbc  | err  | N° | mg/cm2 |                                                                                                |  |           |
| 67 |         |                            |              |          |       | 2,3   | 71 | 0,44 | 0,29 | 3,33 | 0,75 | 3,33 | 0,75 | 65 | 0,72   | Plomb détecté en profondeur. Analyses complémentaires recommandées.                            |  |           |
| 68 |         |                            |              |          |       | 4,7   | 72 | 1,08 | 1,12 | 3,9  | 1,11 | 3,9  | 1,11 | 66 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 69 |         |                            |              |          |       | 2,1   | 73 | 0,31 | 0,21 | 0,81 | 0,52 | 0,31 | 0,21 | 67 | 0,29   | Plomb détecté en profondeur.                                                                   |  |           |
| 70 | cuisine | diag 6 - 2ème étage droite | papier peint | platre   | 75% d | 2,8   | 74 | 0,31 | 0,18 | 2,22 | 0,47 | 2,22 | 0,47 | 68 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 71 |         |                            |              |          |       | 3,4   | 75 | 0,41 | 0,14 | 2,03 | 0,29 | 2,03 | 0,29 | 69 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 72 |         |                            |              |          |       | 5,1   | 76 | 0,68 | 0,45 | 2,33 | 0,5  | 2,33 | 0,5  | 70 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 73 |         |                            |              |          |       | 5,6   | 77 | 0,74 | 0,47 | 2,23 | 0,49 | 2,23 | 0,49 | 71 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 74 |         |                            |              |          |       | 4,5   | 78 | 0,64 | 0,46 | 2,45 | 0,58 | 2,45 | 0,58 | 72 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 75 | cuisine | diag 6 - 2ème étage droite | papier peint | platre   | 75% d | 4,7   | 79 | 0,45 | 0,87 | 4,5  | 1,1  | 4,5  | 1,1  | 73 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 76 |         |                            |              |          |       | 2,6   | 80 | 0,23 | 0,26 | 0,22 | 0,56 | 0,23 | 0,26 | 74 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 77 |         |                            |              |          |       | 4,7   | 81 | 0,59 | 0,61 | 3,14 | 0,73 | 3,14 | 0,73 | 75 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 78 |         |                            |              |          |       | 2,7   | 82 | 0,25 | 0,28 | 0,71 | 0,6  | 0,25 | 0,28 | 76 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 79 |         |                            |              |          |       | 3     | 83 | 0,41 | 0,28 | 2,85 | 0,59 | 2,85 | 0,59 | 77 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 80 | cuisine | diag 6 - 2ème étage droite | papier peint | platre   | 75% d | 2,1   | 84 | 0,14 | 0,22 | 0,27 | 0,66 | 0,14 | 0,22 | 78 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 81 |         |                            |              |          |       | 4,9   | 85 | 0,75 | 0,54 | 2,6  | 0,6  | 2,6  | 0,6  | 79 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 82 |         |                            |              |          |       | 2,9   | 86 | 0,27 | 0,36 | 0,48 | 0,63 | 0,27 | 0,36 | 80 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 83 |         |                            |              |          |       | 3,4   | 87 | 0,42 | 0,25 | 2,22 | 0,46 | 2,22 | 0,46 | 81 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 84 |         |                            |              |          |       | 4,9   | 88 | 0,84 | 0,73 | 3,15 | 0,76 | 3,15 | 0,76 | 82 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 85 | cuisine | diag 3 - 2ème étage gauche | peinture     | bois     | 5% d  | 2,1   | 89 | 0,12 | 0,47 | 7,08 | 2,64 | 7,08 | 2,64 | 83 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 86 |         |                            |              |          |       | 1     | 90 | 0,04 | 0,12 | 7,88 | 1,38 | 7,88 | 1,38 | 84 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 87 |         |                            |              |          |       | 1     | 91 | 0,04 | 0,19 | 8,68 | 2,84 | 8,68 | 2,84 | 85 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |
| 88 |         |                            |              |          |       | 4,2   | 92 | 0,28 | 1,07 | 7,58 | 2,7  | 7,58 | 2,7  | 86 | 0      | Plomb non quantifiable détecté en profondeur. Vérifications complémentaires en cas de travaux. |  |           |



| N°  | LOCAL          | UNITE DE DIAGNOSTIC            | REVETEMENT | SUBSTRAT | ETAT  | DI  | NITON |      |      |       |      | OXFORD |      |     |
|-----|----------------|--------------------------------|------------|----------|-------|-----|-------|------|------|-------|------|--------|------|-----|
|     |                |                                |            |          |       |     | N°    | Pb L | err  | Pb K  | err  | PbC    | err  | N°  |
| 89  |                |                                |            |          |       | 2,7 | 93    | 0,18 | 0,4  | 5,64  | 1,25 | 5,64   | 1,25 | 87  |
| 90  | cuisine        | fenêtre 0 - 6,2 mg/cm² +<br>1c | peinture   | bois     | 5% d  | 4   | 94    | 0,22 | 0,68 | 5,26  | 1,2  | 5,26   | 1,2  | 88  |
| 91  |                |                                |            |          |       | 1   | 95    | 0,04 | 0,11 | 6,74  | 2,58 | 6,74   | 2,58 | 89  |
| 92  |                |                                |            |          |       | 1,5 | 96    | 0,08 | 0,28 | 8,79  | 2,72 | 8,79   | 2,72 | 90  |
| 93  |                |                                |            |          |       | 1,6 | 97    | 0,05 | 0,21 | 6,03  | 1,17 | 6,03   | 1,17 | 91  |
| 94  |                |                                |            |          |       | 1,6 | 98    | 0,07 | 0,21 | 5,04  | 1,16 | 5,04   | 1,16 | 92  |
| 95  | cuisine        | fenêtre 2 - 6,2 mg/cm² +<br>2c | peinture   | bois     | 5% d  | 2   | 99    | 0,09 | 0,43 | 8,58  | 2,7  | 8,58   | 2,7  | 93  |
| 96  |                |                                |            |          |       | 3,7 | 100   | 0,59 | 1,03 | 13,06 | 3,71 | 13,06  | 3,71 | 94  |
| 97  |                |                                |            |          |       | 1,8 | 101   | 0,06 | 0,25 | 5,51  | 1,22 | 5,51   | 1,22 | 95  |
| 98  |                |                                |            |          |       | 2   | 102   | 0,11 | 0,18 | 8,13  | 1,03 | 8,13   | 1,03 | 96  |
| 99  | palier<br>2ème | mur 0 - 4,3 mg/cm²             | RPE        | plâtre   | 10% d | 1,8 | 103   | 0,08 | 0,23 | 5,68  | 1,23 | 5,68   | 1,23 | 97  |
| 100 |                |                                |            |          |       | 6,2 | 104   | 0,31 | 0,73 | 14,75 | 3,96 | 14,75  | 3,96 | 98  |
| 101 |                |                                |            |          |       | 6,5 | 105   | 0,24 | 0,55 | 14,58 | 3,95 | 14,58  | 3,95 | 99  |
| 102 |                |                                |            |          |       | 7,9 | 106   | 0,32 | 0,54 | 10,58 | 3,39 | 10,58  | 3,39 | 100 |
| 103 |                |                                |            |          |       | 6   | 107   | 0,2  | 0,53 | 11,67 | 3,62 | 11,67  | 3,62 | 101 |
| 104 |                |                                |            |          |       | 4,5 | 108   | 0,14 | 0,53 | 10,5  | 3,27 | 10,5   | 3,27 | 102 |
| 105 | palier<br>2ème | mur 1 - 4,3 mg/cm² + 1c        | RPE        | plâtre   | 10% d | 10  | 109   | 0,43 | 0,9  | 12,33 | 3,69 | 12,33  | 3,69 | 103 |
| 106 |                |                                |            |          |       | 5   | 110   | 0,09 | 0,35 | 15,77 | 3,98 | 15,77  | 3,98 | 104 |
| 107 |                |                                |            |          |       | 1,6 | 111   | 0,08 | 0,1  | 11,44 | 0,99 | 11,44  | 0,99 | 105 |
| 108 |                |                                |            |          |       | 10  | 112   | 0,34 | 0,72 | 10,46 | 3,31 | 10,46  | 3,31 | 106 |
| 109 |                |                                |            |          |       | 4,7 | 113   | 0,09 | 0,34 | 10,14 | 1,67 | 10,14  | 1,67 | 107 |

## ANNEXE 3 – Tableau des moyennes des mesures

| N   | Up | LOCAL   | UNETE DE DIAGNOSTIC             | REVETEMENT                                | SUBSTRAT         | ETAT               | NITON |     |       | OXFORD |        | LNE  |                      |
|-----|----|---------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------|--------------------|-------|-----|-------|--------|--------|------|----------------------|
|     |    |         |                                 |                                           |                  |                    | N°    | Pbs | ET    | N°     | mg/cm2 |      | Plomb totale en mg/g |
|     | 0  | cuisine | diag 3 - Zone étage gauche      | mur - 0 mg/cm²                            | papier peint     | plâtre             | 25% d | 6   | 2,28  | 3,76   | 1      | 0,00 |                      |
| 7   | 1  | chambre | diag 4 - Zone étage face/gauche | porte 0 - 6,6 mg/cm²                      | peinture         | bois               | 10% d | 12  | 4,02  | 0,54   | 8      | 0,00 | 6,7                  |
| 13  | 1  | chambre | diag 4 - Zone étage face/gauche | porte 1 - 6,6 mg/cm² + 1 c                | peinture         | bois               | 10% d | 18  | 4,23  | 0,45   | 11     | 0,00 | 10,3                 |
| 18  | 1  | chambre | diag 4 - Zone étage face/gauche | porte 2 - 6,6 mg/cm² + 2 c                | peinture         | bois               | 10% d | 23  | 3,61  | 2,00   | 16     | 0,00 | 7,1                  |
| 23  | 2  | cuisine | diag 4 - Zone étage face/gauche | mur 0 - 14 mg/cm²                         | peinture         | plâtre             | 10% d | 28  | 6,74  | 4,35   | 21     | 0,00 | 17,6                 |
| 28  | 2  | cuisine | diag 4 - Zone étage face/gauche | mur 1 - 14 mg/cm² + peinture à l'ancienne | peinture         | plâtre             | 10% d | 32  | 8,97  | 8,23   | 26     | 0,00 | 44,8                 |
| 33  | 2  | cuisine | diag 4 - Zone étage face/gauche | mur 2 - 14 mg/cm² + fibre peinte          | peinture         | plâtre             | 10% d | 37  | 15,54 | 1,95   | 31     | 0,00 | 2,1                  |
| 38  | 2  | cuisine | diag 4 - Zone étage face/gauche | mur 3 - 14 mg/cm² + pp vinyle             | peinture         | plâtre + carrelage | 10% d | 42  | 9,54  | 1,34   | 36     | 0,00 | 3,0                  |
| 43  | 2  | cuisine | diag 4 - Zone étage face/gauche | mur - 14 mg/cm²                           | carrelage        | plâtre + carrelage | 10% d | 47  | 26,57 |        | 41     | 6,46 |                      |
| 44  | 3  | salon   | diag 3 - Zone étage gauche      | plinthe 0 - 3,2 mg/cm²                    | peinture         | bois               | 5% d  | 48  | 2,70  | 0,58   | 42     | 0,00 | 20,0                 |
| 49  | 3  | salon   | diag 3 - Zone étage gauche      | plinthe 1 - 3,2 mg/cm² + 1 c              | peinture         | bois               | 5% d  | 53  | 2,38  | 0,09   | 47     | 0,00 | 18,5                 |
| 54  | 3  | salon   | diag 3 - Zone étage gauche      | plinthe 2 - 3,2 mg/cm² + 2 c              | peinture         | bois               | 5% d  | 58  | 2,30  | 0,06   | 52     | 0,00 | 11,6                 |
| 59  | 3  | salon   | diag 3 - Zone étage gauche      | plinthe 3 - 3,2 mg/cm² + 3 c              | peinture         | bois               | 5% d  | 63  | 2,25  | 0,15   | 57     | 0,00 | 7,1                  |
| 64  |    | salon   | diag 3 - Zone étage gauche      | mur                                       | feuille de plomb |                    |       | 68  | 11,23 |        | 62     | 5,23 | en mg/cm²            |
| 66  | 4  | cuisine | diag 6 - Zone étage droite      | mur 0 - 3 mg/cm²                          | papier peint     | plâtre             | 75% d | 69  | 2,60  | 1,48   | 63     | 0,43 | 6,6                  |
| 70  | 4  | cuisine | diag 6 - Zone étage droite      | mur 1 - 3 mg/cm² + fibre peint motif 2    | papier peint     | plâtre             | 75% d | 74  | 2,25  | 0,15   | 68     | 0,00 | 9,2                  |
| 75  | 4  | cuisine | diag 6 - Zone étage droite      | mur 2 - 3 mg/cm² + papier peint gaufré    | papier peint     | plâtre             | 75% d | 79  | 2,19  | 1,89   | 73     | 0,00 | 31,3                 |
| 80  | 4  | cuisine | diag 6 - Zone étage droite      | mur 3 - 3 mg/cm² + papier peint vinyle    | papier peint     | plâtre             | 75% d | 84  | 1,68  | 1,36   | 78     | 0,00 | 6,3                  |
| 85  | 5  | cuisine | diag 3 - Zone étage gauche      | fenêtre 0 - 6,2 mg/cm²                    | peinture         | bois               | 5% d  | 89  | 7,37  | 1,13   | 83     | 0,00 | 1,2                  |
| 90  | 5  | cuisine | diag 3 - Zone étage gauche      | fenêtre 0 - 6,2 mg/cm² + 1c               | peinture         | bois               | 5% d  | 94  | 6,37  | 1,51   | 88     | 0,00 | 2,2                  |
| 95  | 5  | cuisine | diag 3 - Zone étage gauche      | fenêtre 2 - 6,2 mg/cm² + 2c               | peinture         | bois               | 5% d  | 99  | 8,19  | 3,06   | 93     | 0,17 | 12,1                 |
| 101 | 6  | étage   |                                 | mur 0 - 4,3 mg/cm²                        | RPE              | plâtre             | 10% d | 104 | 12,42 | 2,11   | 98     | 0,00 | 8,8                  |
| 105 | 6  | étage   |                                 | mur 1 - 4,3 mg/cm² + 1c                   | RPE              | plâtre             | 10% d | 109 | 12,03 | 2,26   | 103    | 0,00 | 1,0                  |

## ANNEXE 4 – Rapport d'essais du LNE



Dossier E100689 - Document CEMATE/1 - Page 1/3

### RAPPORT D'ESSAI

**Demandeur :** C.S.T.B.  
Division Santé et Bâtiment  
84, avenue Jean Jaurès  
BP 02  
Champs sur Marne  
77421 MARNE LA VALLEE CEDEX 2

**Date de la demande :** 17 janvier 2005 – commande n° 238943

**Objet :** Détermination de la teneur en plomb total de prélèvements de peinture (expertise AFSSE)

**Identification des échantillons :** 21 prélèvements de peinture.

**Documents de référence :** Guide méthodologique pour la réalisation des ERAP (circulaire DGS/SD7C/2001/27 et UHC/QC/1 n° 2001-1 du 18/01/01)

**La reproduction du présent document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
Il comporte 3 pages.**

ETABLISSEMENT PUBLIC A CARACTERE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL

SIÈGE SOCIAL - LABORATOIRES DE PARIS  
1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15  
Tél : 01 40 43 27 00 - Fax : 01 40 43 27 37

BARCLAYS Paris Cormeille 30089 Guichet 60001 Campus 48726740101 RB 70 - CRCA Paris (AA.DISTRIB. 18206 Guichet 00426 Compté 58381905001 RB 45

LABORATOIRES DE TRAPPES  
23, avenue Roger Hennique - 78187 Trappes Cedex  
Tél : 01 30 60 10 00 - Fax : 01 30 60 12 34

Internet : [www.lne.fr](http://www.lne.fr)  
E-mail : [info@lne.fr](mailto:info@lne.fr)  
Siret 315 330 344 00012  
NAF 743 B

## 1. DESCRIPTION DES ECHANTILLONS

Vingt et un prélèvements de peinture remis au laboratoire le 16 décembre 2004 et identifiés comme suit :

- Plinthe : P0, P1, P2, P3
- Fenêtre : Fen 0, Fen 1, Fen2
- Porte salon : Porte 0, Porte 1, Porte 2
- Mur C1 : 0, 1, 2, 3
- Mur C2 : 0, 1, 2, 3
- RPE en PC : RPE 0, RPE 1, MUR 0

Les prélèvements ont été réalisés par le demandeur dans le cadre de la saisine de l'AFSSE consécutive à l'étude du Laboratoire sur les appareils portables à fluorescence X pour la détection du plomb dans les peintures (document D021696 CEMAT/1).

Lieu des prélèvements : immeuble 181 avenue Jean Jaurès, PARIS XIX<sup>ème</sup>.

Date des prélèvements : 13 décembre 2004.

## 2. CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI

### 2.1. PREPARATION DES ECHANTILLONS POUR ANALYSE

Les prélèvements ont été homogénéisés par broyage au mortier d'agate ; pour les échantillons sous forme de morceaux avec un ou des revêtements, ces derniers ont été ôtés et seule la pellicule sous-jacente utilisée pour l'analyse ; les surfaces ont été mesurées afin d'exprimer les teneurs en plomb surfaciques.

### 2.2. DOSAGE DU PLOMB TOTAL

La totalité ou le cas échéant une partie aliquote de chaque échantillon a été totalement mise en solution par l'acide nitrique en bombe inerte fermée dans un minéraliseur micro ondes. Après mise à volume des liqueurs de minéralisation, le plomb a été dosé par spectrométrie d'émission de plasma ICP (raie analytique 220.35 nm).

L'essai a été réalisé semaine 01/05.

Suite du rapport page suivante



### 3. RESULTATS

Teneurs en plomb des échantillons en pourcentage pondéral et le cas échéant en mg/cm<sup>2</sup> listées dans les tableaux ci-après :

| Plinthe | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) |
|---------|-------------------|---------------------|--------|
| P0      | 0,0605            | E                   | 2,00   |
| P1      | 0,0949            | E                   | 1,85   |
| P2      | 0,0649            | E                   | 1,16   |
| P3      | 0,0951            | E                   | 0,71   |

| Fenêtre | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) |
|---------|-------------------|---------------------|--------|
| Fen0    | 0,1053            | E                   | 0,12   |
| Fen1    | 0,1508            | E                   | 0,22   |
| Fen2    | 0,0797            | E                   | 1,21   |

| Porte salon | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) |
|-------------|-------------------|---------------------|--------|
| Porte0      | 0,0402            | E                   | 0,87   |
| Porte1      | 0,0329            | E                   | 1,03   |
| Porte2      | 0,0677            | E                   | 0,71   |

| Mur C1 | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) |
|--------|-------------------|---------------------|--------|
| 0      | 0,1509            | E                   | 1,76   |
| 1      | 0,2520            | E                   | 4,48   |
| 2      | 0,2223            | M                   | 0,21   |
| 3      | 0,0983            | E                   | 0,30   |

| Mur C2 | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) | Surface du morceau | Pb mg/cm <sup>2</sup> |
|--------|-------------------|---------------------|--------|--------------------|-----------------------|
| 0      | 0,1815            | M                   | 0,66   | 4,1                | 0,29                  |
| 1      | 0,2109            | M                   | 0,92   | 7,0                | 0,28                  |
| 2      | 0,2077            | M                   | 3,13   | 2,6                | 2,53                  |
| 3      | 0,1846            | M                   | 0,83   | 4,2                | 0,37                  |

| RPE en PC | Prise d'essai (g) | Ecailles ou Morceau | Pb (%) |
|-----------|-------------------|---------------------|--------|
| RPE0      | 0,2335            | E                   | 0,88   |
| RPE1      | 0,3011            | E                   | 0,10   |
| RPE2      | 0,1468            | E                   | 0,15   |

Trappes, le 20 janvier 2005

Le Chef de la Division  
Analyses Chimiques et Sécurité Sanitaire  
des Matériaux



Pierrick CAMUS



Le Responsable Laboratoire  
Chimie Minérale



Dominique OSTER

Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons, aux produits ou aux matériels soumis au LNE et tels qu'ils sont définis dans le présent document.





agence française de **sécurité sanitaire environnementale**

27-31 avenue du Général Leclerc

94704 Maisons-Alfort Cedex

Tél. +33 1 56 29 19 30

[afsse@afsse.fr](mailto:afsse@afsse.fr)

[www.afsse.fr](http://www.afsse.fr)

ISBN 2-11-095609-7