

**ENSP**

ECOLE NATIONALE DE  
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES

---

**Ingénieurs d'Etudes Sanitaires**

Date du Jury : *juin 2004*

---

**ÉVALUATION DES CONCENTRATIONS EN  
PLOMB DANS LES EAUX DESTINÉES À LA  
CONSOMMATION HUMAINE : BILAN DE LA  
CAMPAGNE DE MESURES RÉALISÉE DANS  
SEPT DÉPARTEMENTS FRANÇAIS**

---

**Christelle VIVIER**

---

# Remerciements

---

J'adresse mes remerciements à :

- Monsieur Charles SAOUT pour m'avoir accueillie au sein du bureau des eaux de la Direction générale de la santé ;
- Monsieur Alban Robin pour sa disponibilité et ses conseils ;
- l'ensemble du bureau des eaux pour son accueil.

---

# Sommaire

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1 CONTEXTE RELATIF AU PLOMB D'ORIGINE HYDRIQUE</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Origine du plomb dans l'eau</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Facteurs influençant la teneur en plomb dans l'eau</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Les caractéristiques physico-chimiques .....	2
1.2.2 Les caractéristiques du réseau .....	3
1.2.3 Le temps de contact entre l'eau et le plomb .....	3
<b>1.3 Les effets du plomb sur la santé</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé</b> .....	<b>5</b>
<b>2 BILAN DE LA CAMPAGNE DE MESURES DU PLOMB</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Présentation de la campagne</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 Méthodologie de regroupement des UDI .....	6
2.1.2 Réalisation de la campagne de mesures.....	7
<b>2.2 Analyse des résultats par département</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 La Corrèze .....	9
2.2.2 La Creuse .....	10
2.2.3 La Lozère .....	11
2.2.4 Le Puy-de-Dôme.....	11
2.2.5 Les Deux-Sèvres .....	12
2.2.6 Le Vaucluse .....	13
2.2.7 La Haute-Vienne .....	14
2.2.8 Synthèse des résultats.....	15
<b>2.3 Analyse des résultats par type de qualité d'eau</b> .....	<b>16</b>
2.3.1 Eaux dont le pH < 7 : ensemble A .....	16
2.3.2 Eaux dont le 7 < pH ≤ 7,5 : ensemble B .....	17
2.3.3 Eaux dont le 7,5 < pH ≤ 8 : ensemble C .....	17
2.3.4 Eaux dont le pH > 8 : ensemble D .....	18
2.3.5 Synthèse des résultats.....	18
<b>2.4 Comparaison des résultats avec des études antérieures</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Données nationales du contrôle sanitaire.....	19

2.4.2	Etude SAUR (2000).....	19
2.4.3	Etude AGHTM (2000).....	20
<b>3</b>	<b>PROPOSITIONS POUR METTRE EN PLACE UNE CAMPAGNE NATIONALE DE MESURES DU PLOMB DANS L'EAU.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Identification des limites de la campagne précédente .....</b>	<b>22</b>
3.1.1	Limites des critères de regroupement des UDI .....	22
3.1.2	Limites de la méthode d'échantillonnage .....	23
3.1.3	Limites d'interprétation des résultats .....	23
<b>3.2</b>	<b>Propositions d'amélioration pour une nouvelle campagne de mesures du plomb dans l'eau .....</b>	<b>23</b>
3.2.1	Objectifs à atteindre.....	23
3.2.2	Modalités de réalisation.....	24
3.2.3	Interprétation des résultats .....	25
<b>3.3</b>	<b>Réflexion sur la mise en place d'un indicateur d'exposition de la population au plomb d'origine hydrique.....</b>	<b>25</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>27</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>29</b>
	<b>Liste des annexes.....</b>	<b>31</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

AGHTM : Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux

CEMAGREF : Centre d'étude du machinisme agricole du génie rural des eaux et forêts

CIRC : Centre international de recherche contre le cancer

DDASS : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales

DGS : Direction générale de la santé

ESO : Eau souterraine

ESU : Eau superficielle

JECFA : Joint expert committee on food additive

OMS : Organisation mondiale de la santé

pH : Potentiel hydrogène

TAC : Titre alcalimétrique complet

UDI : Unité de distribution

## INTRODUCTION

Le plomb, toxique cumulatif dans l'organisme, est un métal présent partout dans notre environnement. Des progrès très importants ont déjà été réalisés depuis plusieurs années pour diminuer les sources principales que sont les carburants, les peintures et les sites industriels (activités minières, fonderies, fabriques de batteries...). S'agissant des réseaux de distribution d'eau, il existe encore de nombreux branchements publics et réseaux intérieurs en plomb.

La découverte de cas de saturnisme liés au plomb d'origine hydrique dans les Vosges au début des années 1980 a conduit les pouvoirs publics à prendre des mesures afin de limiter le risque de présence de plomb dans l'eau destinée à la consommation humaine.

Ainsi, le Code de la santé publique qui transpose la directive 98/83/CE fixe désormais la limite de qualité du plomb dans l'eau à 25 µg/L depuis le 25 décembre 2003. Cette valeur sera abaissée à 10 µg/L à partir du 25 décembre 2013.

Outre le renforcement de la limite de qualité du plomb dans l'eau, le Code de la santé publique renforce le dispositif réglementaire relatif au plomb d'origine hydrique avec pour objectifs de diminuer l'exposition de la population et d'assurer la sécurité sanitaire des consommateurs en leur fournissant une information sur la présence de plomb dans l'eau.

L'atteinte de ces objectifs exige notamment de connaître l'exposition de la population au plomb d'origine hydrique ce qui implique la mise en place d'une méthodologie d'échantillonnage particulière. C'est pourquoi au sein d'un ensemble d'actions relevant d'un plan d'actions, la Direction générale de la santé a lancé une campagne de prélèvements du plomb dans l'eau destinée à la consommation humaine dans sept départements français. Les résultats de cette étude sont présentés dans ce rapport.

# **1 CONTEXTE RELATIF AU PLOMB D'ORIGINE HYDRIQUE**

## **1.1 Origine du plomb dans l'eau**

A la sortie des captages ou des installations de traitement, la concentration en plomb dans l'eau est inférieure aux seuils de détection analytique hormis quelques cas de pollution ponctuelle. C'est au cours de son transport, au contact des matériaux des réseaux de distribution, que l'eau peut se charger en plomb.

Les canalisations en plomb constituent la source principale à l'origine des relargages de plomb dans l'eau d'alimentation. De telles canalisations sont présentes uniquement au niveau des branchements publics et dans les réseaux intérieurs de distribution. Le plomb a cessé d'être employé dans les canalisations des réseaux intérieurs de distribution dans les années 1950. Il a été couramment utilisé pour les branchements publics jusque dans les années 1960 et de manière marginale jusque dans les années 1990. Le plomb n'a jamais été utilisé pour les canalisations publiques en amont des branchements.

Dans les réseaux intérieurs de distribution, outre les canalisations en plomb, d'autres matériaux peuvent être à l'origine de la présence de plomb dans l'eau : les alliages de cuivre (qui peuvent comporter jusqu'à 5 % de plomb), l'acier galvanisé (qui peut comporter jusqu'à 1 % de plomb), les soudures dites à l'étain utilisées pour assembler les réseaux en cuivre qui peuvent contenir jusqu'à 60 % de plomb (ce type de soudures est interdit depuis 1996), et même certains PVC d'origine étrangère stabilisés avec des sels de plomb. La présence de plomb dans ces matériaux explique que l'on observe parfois des concentrations significatives en plomb dans l'eau en l'absence de toute canalisation en plomb dans le réseau de distribution.

## **1.2 Facteurs influençant la teneur en plomb dans l'eau**

Le plomb peut être présent dans l'eau soit sous forme dissoute soit sous forme particulaire (écailles de carbonate ou d'hydroxy-carbonate de plomb se détachant des parois). La forme dissoute est généralement majoritaire mais la forme particulaire peut conduire de façon sporadique à des concentrations ponctuellement élevées.

Outre la présence de canalisations en plomb, la teneur en plomb dans l'eau du robinet est influencée par les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et par celles du réseau.

### **1.2.1 Les caractéristiques physico-chimiques**

#### **A) Influence du pH**

De manière générale, la dissolution du plomb dans l'eau est d'autant plus importante que le pH est acide.

## B) Influence du TAC

Un TAC faible (< 5°f) ou élevé (> 15/20°f) constitue un facteur favorisant la dissolution du plomb dans l'eau. La valeur optimale de TAC se situe entre 5 et 10°f.

A noter que même si le pH est supérieur à 8, un TAC peu élevé (< 5°f) est fortement déconseillé. En effet dans ce cas, l'eau n'a qu'un pouvoir tampon très faible et des variations importantes de pH en production ou dans le réseau de distribution sont susceptibles de se produire.

## C) Influence de la température

La dissolution du plomb dans l'eau est d'autant plus importante que la température de l'eau est élevée : multiplication par environ deux de la solubilité entre 10 et 25°C.

La température de l'eau peut évoluer entre la ressource et le robinet de façon plus ou moins importante selon le temps de transport de l'eau dans le réseau, les conditions climatiques (température ambiante, chauffage des logements...) et le temps de stagnation de l'eau dans le réseau.

### 1.2.2 Les caractéristiques du réseau

Le tracé du réseau et son environnement peuvent également avoir un impact important sur la concentration en plomb au robinet du consommateur. Ainsi divers facteurs propres au réseau peuvent augmenter la vitesse de corrosion du plomb :

- la longueur et le diamètre des canalisations en plomb (l'augmentation de la concentration en plomb dans l'eau est d'autant plus rapide que le diamètre est petit) ;
- la multiplication des couplages avec d'autres matériaux métalliques (plomb-cuivre le plus souvent) ;
- le passage des canalisations dans des locaux chauffés ou surchauffés (surtout en cas de stagnation) ;
- l'utilisation du réseau d'eau pour la mise à la terre d'appareils électriques ;
- un environnement soumis à des vibrations (risque de décrochement d'écailles de carbonate de plomb).

### 1.2.3 Le temps de contact entre l'eau et le plomb

Plus le temps de contact entre l'eau et la canalisation en plomb est important, plus la concentration en plomb dans l'eau sera élevée. La concentration maximale de plomb dans l'eau n'est atteinte que lorsque l'équilibre thermodynamique est atteint. Ce temps peut varier de quelques heures pour des canalisations de petits diamètres à plusieurs dizaines d'heures pour des diamètres plus importants.

Le temps de contact entre l'eau et le plomb dépend lui-même :

- de la longueur de canalisations en plomb dans le réseau ;

- du régime de fonctionnement de l'installation : débit, temps de stagnation...
- du comportement des utilisateurs (répartition des soutirages dans la journée)

En raison des multiples facteurs influençant la dissolution du plomb dans l'eau, différentes méthodes de prélèvements répondant à des objectifs distincts ont été mises en place afin de déterminer les teneurs en plomb dans l'eau (cf. annexe H).

### **1.3 Les effets du plomb sur la santé**

Le plomb peut pénétrer dans l'organisme humain :

- par inhalation de vapeur de plomb ou de poussières (oxyde de plomb) ;
- par ingestion de poussières et d'écaillés d'anciennes peintures à la céruse notamment chez le jeune enfant, d'eau circulant dans des canalisations en plomb ou d'aliments contaminés par le plomb ;
- par voie cutanée, plus rarement.

Le plomb absorbé par l'organisme est distribué par le sang à différents organes : le foie, les reins, la rate, la moelle osseuse et surtout les os. Le plomb sanguin ne représente que 1 à 2 % de la quantité totale de plomb présent dans l'organisme ; les tissus mous (reins, foie, rate...) en contiennent 5 à 10 % et plus de 90 % est fixée sur les os. Ce stock de plomb peut être relargué à certaines périodes : ostéoporose, fractures, grossesse, allaitement, tumeurs osseuses, immobilisation prolongée....

Le plomb est principalement éliminé dans les urines (75 %) et dans les fèces (20 %). Le plomb est également excrété dans la salive, la sueur, les phanères.

Le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication par le plomb.

Chez l'enfant, l'absorption de plomb peut entraîner, selon la dose ingérée, des troubles à l'acquisition de certaines fonctions cérébrales supérieures et au-delà un ralentissement de la croissance. Sur le plan somatique, il peut être constaté des anémies et des troubles neurologiques sévères (encéphalopathies) en cas de fortes intoxications.

Chez l'adulte, le plomb peut être responsable de douleurs abdominales, de troubles neurologiques, d'anémie et d'hypertension artérielle.

Aujourd'hui, l'ingestion de plomb via l'eau destinée à la consommation humaine conduit rarement à des cas de saturnisme mais contribue en revanche à l'imprégnation de l'organisme. Toutes origines confondues, 423 nouveaux cas de saturnisme infantiles (plombémie supérieure ou égale à 100 µg/L) ont été signalés aux DDASS en 2001 et 492 en 2002.

Remarque : depuis le mois de mars 2004, le CIRC a classé le plomb et ses composés inorganiques dans le groupe 2A c'est-à-dire cancérigène probable chez l'homme (cf. annexe C)

#### **1.4 Les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé**

La recommandation de l'OMS de 1972 (valeur guide de 50 µg/L pour le plomb dans les eaux d'alimentation) a été reprise par une directive européenne de 1980 et transposée en droit français en 1989. En 1993, l'OMS a recommandé une nouvelle valeur guide de 10 µg/L basée sur les travaux du JECFA. En effet, en 1986, le JECFA a établi une dose hebdomadaire tolérable de 25 µg/kg de poids corporel pour les nourrissons et les enfants en considérant qu'il faut éviter que le plomb s'accumule dans l'organisme en raison de sa toxicité. En admettant que 50 % de la dose tolérable proviennent de l'eau de boisson, on obtient une valeur guide fondée sur des critères de santé de 10 µg/L pour un nourrisson de 5 kg nourri au biberon et consommant 0,75 litre d'eau par jour. Compte tenu que ces derniers sont considérés comme le groupe de population le plus sensible, cette valeur guide protège aussi les autres groupes d'âge. Cette valeur a été reprise dans le Code de la santé publique qui transpose la directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998.

\*

\*

\*

Différentes mesures ont été prises ces dernières années pour diminuer les teneurs en plomb dans l'eau, notamment :

- le renforcement de la réglementation concernant les matériaux au contact de l'eau destinée à la consommation humaine et l'abaissement des valeurs limites de plomb dans l'eau (cf. annexe D) ;
- la reminéralisation des eaux ;
- le remplacement des branchements publics en plomb.

Cependant, l'exposition de la population française au plomb d'origine hydrique n'est pas parfaitement connue, compte tenu des difficultés liées à la méthode d'échantillonnage.

C'est pourquoi, la DGS a mis en place une campagne de mesures du plomb dans l'eau dans quelques départements français.

## **2 BILAN DE LA CAMPAGNE DE MESURES DU PLOMB**

### **2.1 Présentation de la campagne**

La circulaire DGS n° 2002/473 du 3 septembre 2002 relative à la stratégie d'échantillonnage du plomb hydrique définit les modalités de la campagne de prélèvements (cf. annexe E).

Cette campagne a pour objectif principal d'évaluer l'exposition au plomb d'origine hydrique dans les UDI où étaient réalisés les prélèvements. Elle vise également à :

- évaluer la faisabilité et la pertinence des regroupements d'UDI afin de bâtir un protocole d'échantillonnage pertinent pour réaliser d'autres campagnes de mesures en supplément du contrôle sanitaire ;
- définir les informations pouvant figurer dans la note de synthèse jointe à la facture d'eau.

Sept départements ont participé à cette campagne : la Corrèze, la Creuse, la Lozère, le Puy de Dôme, les Deux Sèvres, le Vaucluse et la Haute Vienne.

Les DDASS ont eu en charge de sélectionner des UDI dont les caractéristiques de leurs eaux étaient susceptibles de favoriser la dissolution du plomb et de les regrouper selon les critères définis dans le paragraphe 2.1.1. Les regroupements d'UDI ont été validés par la DGS. Ensuite, les DDASS ont organisé la campagne de prélèvements en liaison avec les laboratoires agréés pour le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

#### **2.1.1 Méthodologie de regroupement des UDI**

Afin d'évaluer l'exposition de la population au plomb d'origine hydrique au niveau d'une UDI, il est nécessaire de disposer annuellement d'au moins quarante-cinq échantillons d'eau en réseau de distribution. Ce nombre minimal d'échantillons a été défini d'après les résultats d'une étude réalisée conjointement par le CEMAGREF et la société Lyonnaise des Eaux. Ce nombre minimal d'échantillons permet de disposer d'une précision d'au moins 30 % sur les résultats.

Au minimum six prélèvements devaient être réalisés par UDI et quarante-cinq par groupe d'UDI. Les regroupements d'UDI ont été réalisés sur la base des critères suivants :

- les communes géographiquement voisines devaient appartenir au même département ;
- les eaux délivrées devaient présenter des qualités proches en terme de pH, de température, d'alcalinité (TAC) au point de mise en distribution. Les contraintes à respecter sont exposées dans le tableau suivant.

	pH	Température	TAC
Ecart maximal entre les eaux des UDI regroupées	0,5 unité pH	3°C	5°f

**Tableau 1. Critères de regroupement des UDI relatifs aux caractéristiques physico chimiques des eaux**

Les écarts étaient calculés sur les moyennes annuelles pour le pH et le TAC. Quant à la température, il fallait comparer d'une part la moyenne des températures sur les 4 mois les plus chauds (moyenne globale sur les mois de juin, juillet, août et septembre) et d'autres part sur les 4 mois les plus froids (moyenne globale sur les mois de décembre, janvier, février et mars).

*Remarque : Dans la suite du rapport, les groupes d'UDI seront nommés en faisant référence au numéro de département et au numéro du groupe au sein du département, par exemple le groupe 1 de la Corrèze sera appelé groupe 19-1.*

### 2.1.2 Réalisation de la campagne de mesures

Les lieux de prélèvements devaient être choisis de manière aléatoire. Un seul prélèvement a été effectué par habitation, au robinet des consommateurs. La méthode de prélèvement utilisée consiste à réaliser un prélèvement d'un litre sans purge préalable, pendant les heures ouvrées. Cette méthode est appelée prélèvement au 1<sup>er</sup> jet.

La campagne de prélèvements s'est déroulée entre octobre 2002 et avril 2003. Dans une même UDI, les prélèvements ont généralement été effectués le même jour.

	Nombre total d'UDI	Nombre de groupes d'UDI	Nombre d'UDI regroupées	Population desservie par les UDI regroupées	Nombre de prélèvements réalisés
Corrèze	444	6	28	132 067	290
Creuse	248	7	28	66 339	323
Lozère	744	2	36	15 290	204
Puy-de-Dôme	756	3	31	25 843	225
Deux-Sèvres	105	3	19	171 068	145
Vaucluse	73	7	21	352 990	287
Haute-Vienne	299	5	41	252 723	400
<b>TOTAL</b>	<b>2 669</b>	<b>33</b>	<b>204</b>	<b>1 016 320</b>	<b>1 874</b>

**Tableau 2. Synthèse des prélèvements réalisés**

*Remarque : dans certaines UDI des groupes 23-2, 23-5 et 79-2 moins de six prélèvements ont été réalisés par UDI. De plus, dans les groupes 23-5, 84-6, 84-8 et 87-1 moins de quarante-cinq prélèvements ont été effectués au total.*

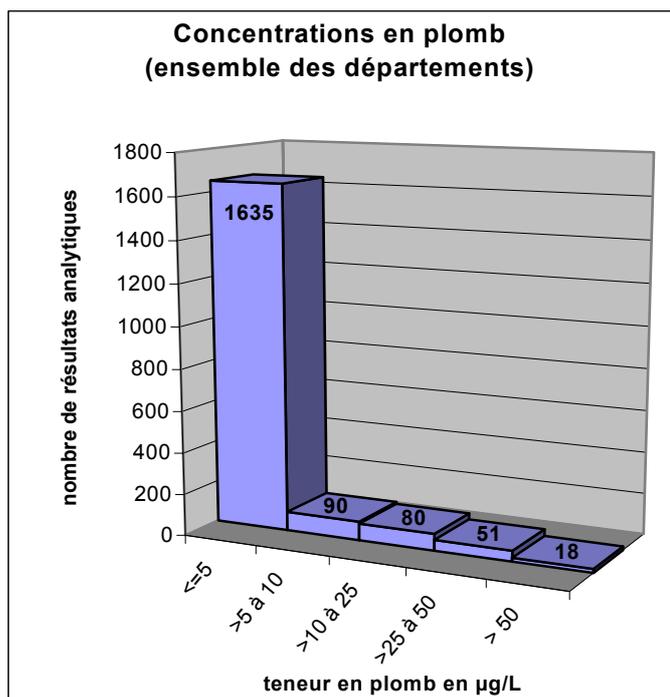
## 2.2 Analyse des résultats par département

Lors de l'exploitation des résultats, on a considéré que les teneurs en plomb inférieures à la limite de quantification (5 µg/L) étaient égales à zéro. Toutefois dans les commentaires, il sera fait référence à la concentration inférieure à 5 µg/L et non aux concentrations de 0 µg/L pour désigner les résultats inférieures à la limite de quantification.

La température de l'eau n'a pas été prise en compte dans l'exploitation des résultats dans la mesure où :

- cette information n'a pas été renseignée pour de nombreux groupes d'UDI ;
- la campagne s'est déroulée en période hivernale où l'eau a une température peu élevée (impact faible sur la dissolution du plomb). Les moyennes des températures minimales disponibles sont toutes inférieures à 13°C ;
- elle peut évoluer de manière plus ou moins importante entre la ressource et le robinet du consommateur.

La répartition des teneurs en plomb mesurées dans l'ensemble des départements est présentée dans le graphe ci-dessous.



L'ensemble des résultats montrent que :

- 92 % des teneurs en plomb sont inférieures ou égales à 10 µg/L ;
- 4,3 % des teneurs en plomb sont comprises entre 10 et 25 µg/L ;
- 2,7 % des teneurs en plomb sont comprises entre 25 et 50 µg/L ;
- 1 % des teneurs en plomb sont supérieures à 50 µg/L.

*Remarques :*

- le plomb a été analysé par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme selon la norme française FD T90-112 de juillet 1998 ;
- les résultats du Puy-de-Dôme rendus sous la forme « < 10 µg/L » sont intégrés dans la classe « ≤ 5 µg/L ».

Les tableaux de distribution des concentrations en plomb de chaque département et les graphes figurent en annexe I.

### 2.2.1 La Corrèze

A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux* : les pH sont supérieurs à 7 excepté pour le groupe 19-6. Les eaux sont très douces excepté pour le groupe 19-2.

*Types d'UDI* : les groupes 19-1, 19-3 et 19-5 comprennent des UDI urbaines et rurales. Les UDI du groupe 19-2 sont de type urbain. Les UDI des groupes 19-4 et 19-6 sont de type rural.

groupe	nombre d'UDI	nombre de branchements en plomb*	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
19-1	4	420	ESU	7,88	0,69	4,8	3,06
19-2	1	10 870	ESU	7,64	0,00	11,08	0,00
19-3	3	607	ESU	7,94	0,20	4,89	4,47
19-4	6	10	ESO	7,28	0,98	4,24	3,25
19-5	7	536	mélange	7,63	0,91	2,77	3,30
19-6	7	27	ESO	6,26	0,54	1,1	2,15

\*Données fournies dans le cadre du recensement national (circulaire DGS du 24/10/2002)

**Tableau 3. Caractéristiques des regroupements d'UDI de la Corrèze**

Le critère concernant le pH n'a pas été respecté pour les groupes 19-1, 19-4 et 19-5.

B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type µg/L	médiane µg/L	centile 75 µg/L	centile 90 µg/L	maximum µg/L
19-1	48	50,59	0,00	1,25	7,20	349,00
19-2	51	23,79	0,00	23,00	40,00	146,00
19-3	45	12,42	0,00	8,00	18,20	48,00
19-4	48	11,32	0,00	2,50	15,30	64,00
19-5	48	6,45	0,00	1,25	5,90	45,00
19-6	50	87,83	0,00	5,75	53,10	510,00

**Tableau 4. Résultats des teneurs en plomb de la Corrèze**

La concentration la plus élevée a été mesurée dans le groupe 19-6 dont les caractéristiques d'eau sont les plus favorables à la dissolution du plomb.

Du plomb a été mis en évidence de manière plus importante dans le groupe 19-2 (commune de Brive). Ce résultat est à mettre en parallèle avec le nombre élevé de branchements publics en plomb. A noter pour ce groupe que seulement 54,9 % des concentrations en plomb sont inférieures à 5 µg/L et 64,7 % sont inférieures à 10 µg/L.

Les groupes 19-1, 19-3 et 19-5 dont les caractéristiques d'eaux sont similaires, présentent des distributions des concentrations en plomb différentes. A savoir :

- Le groupe 19-1 a une valeur maximale beaucoup plus élevée. Cette valeur est peut-être liée à la présence d'un réseau intérieur en plomb ou à une longue stagnation de l'eau dans les canalisations avant le prélèvement.

- Dans les groupes 19-3 et 19-5, aucune concentration en plomb ne dépasse 50 µg/L. Cependant on observe plus de valeurs supérieures à 10 µg/L dans le groupe 19-3 que dans les deux autres groupes.

Les résultats sont assez homogènes dans les groupes 19-1 et 19-5. En revanche, les teneurs en plomb sont plus dispersées dans les autres groupes bien que les critères de regroupement soient respectés (cf. annexe I).

## 2.2.2 La Creuse

A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux* : les pH sont supérieurs à 7 excepté pour les groupes 23-6 et 23-7. Les eaux sont très douces à moyennement douces.

*Types d'UDI* : les UDI des groupes 23-2, 23-5 et 23-6 sont de type rural et celles des groupes 23-3, 23-4 sont de type urbain (information non communiquée pour les groupes 23-1 et 23-7).

Groupe	Nombre UDI	Nombre de branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
23-1	2	0	ESO	7,40	0,60	13,00	4,00
23-2	4	64	ESO	7,65	1,00	5,10	0,00
23-3	1	77	ESO	8,00	---	5,10	---
23-4	1	19	mélange	7,50	---	3,90	---
23-5	4	0	ESU	7,48	1,00	8,65	1,00
23-6	8	0	ESO	5,96	1,50	0,59	0,70
23-7	8	0	ESO	6,18	0,30	1,98	2,40

**Tableau 5. Caractéristiques de regroupement des UDI de la Creuse**

Le critère concernant le pH n'a pas été respecté pour les groupes 23-1, 23-2, 23-5 et 23-6.

B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type µg/L	centile 75 µg/L	centile 90 µg/L	maximum µg/L
23-1	45	1,64	0,00	0,00	11,00
23-2	47	20,01	0,00	2,64	135,20
23-3	46	12,97	0,00	0,00	87,70
23-4	45	5,34	0,00	0,00	30,70
23-5	44	1,43	0,00	0,00	9,50
23-6	48	1,23	0,00	0,00	6,40
23-7	48	4,90	0,00	0,00	33,00

**Tableau 6. Résultats des teneurs en plomb de la Creuse**

On trouve plus souvent du plomb et la plus forte teneur dans le groupe 23-2.

Les distributions des concentrations en plomb sont quasi similaires et homogènes exceptés pour les groupes 23-2 et 23-3. Ces deux groupes ont des caractéristiques d'eau semblables et des branchements publics en plomb sont présents.

Le regroupement des UDI proposé semble donc satisfaisant bien que le critère concernant le pH ne soit pas respecté pour de nombreux groupes (cf annexe I).

### 2.2.3 La Lozère

#### A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

Pour ce département aucun regroupement spécifique n'avait été proposé par la DDASS. Afin d'avoir au minimum 45 échantillons par groupe et un écart de pH n'excédant pas une unité pH (le critère de 0,5 était trop restrictif), deux groupes ont été constitués dans le cadre de l'exploitation des résultats.

*Caractéristiques des eaux* : les UDI sont alimentées par des ressources en milieu granitique dont les TAC sont très faibles et les pH acides.

*Types d'UDI* : les UDI sont situées en zone rurale.

groupe	Nombre d'UDI	Nombre de branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
48-1	25	62	ESO	6,11	0,99	1,30	3,37
48-2	11	0	ESO	6,99	1,00	1,54	2,54

**Tableau 7. Caractéristiques de regroupement des UDI de la Lozère**

Le critère concernant le pH n'est pas respecté.

#### B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type µg/L	médiane µg/L	centile 75 µg/L	centile 90 µg/L	maximum µg/L
48-1	144	151,80	0,00	2,00	4,00	1800,00
48-2	60	1,39	0,00	2,00	2,00	7,00

**Tableau 8. Résultats des teneurs en plomb de la Lozère**

Alors que les eaux des deux groupes ont des caractéristiques favorisant la dissolution du plomb, 90 % des valeurs sont inférieures à 5 µg/L. Toutefois, on retrouve plus souvent du plomb dans le groupe 48-1 avec un maximum à 1 800 µg/L jamais atteint dans les autres départements. Les concentrations en plomb les plus élevées (1 800 µg/l et 279 µg/L) ont été mesurées dans des UDI où des branchements publics en plomb ont été recensés.

### 2.2.4 Le Puy-de-Dôme

#### A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux* : les UDI sont alimentées par des eaux souterraines dont les pH sont acides et les eaux très douces.

*Types d'UDI* : les UDI des groupes 63-1 et 63-2 sont en zone rurale avec un habitat ancien et dispersé. L'UDI du groupe 63-3 est de type urbain avec un centre ancien.

Groupe	nombre UDI	nombre branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
63-1	19	372	ESO	5,88	0,60	1,14	2,10
63-2	11	ND	ESO	6,79	0,40	2,77	1,40
63-3	1	2 000	ESO	6,85	0,10	5,85	0,30

**Tableau 9. Caractéristiques de regroupement des UDI du Puy-de-Dôme**

Le critère concernant le pH n'a pas été respecté pour le groupe 63-1.

B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type µg/L	Centile 90 µg/L	maximum µg/L
63-1	114	40,68	0,00	434,00
63-2	66	0,00	0,00	0,00
63-3	45	0,00	0,00	0,00

**Tableau 10. Résultats des teneurs en plomb du Puy-de-Dôme**

*Remarque* : pour ce département les concentrations en plomb ont été rendues sous la forme inférieure à 10 µg/L, limite de quantification du plomb du laboratoire.

La concentration maximale en plomb est de 434 µg/L pour le groupe 63-1. Ce résultat est peut-être liée à une longue stagnation de l'eau dans une canalisation en plomb.

Bien que les eaux aient un pH acide, les concentrations en plomb mesurées sont toujours inférieures à 10 µg/L pour les groupes 63-2 et 63-3 et 97 % le sont pour le groupe 63-1. De plus, des branchements publics en plomb sont présents dans les groupes 63-1 et 63-3 où l'habitat est ancien (présence possible de réseaux intérieurs en plomb). On peut donc s'interroger sur la représentativité des points de prélèvements sélectionnés.

Etant donné l'homogénéité des résultats à l'intérieur des groupes, le regroupement des UDI proposé paraît satisfaisant (cf. annexe I).

## 2.2.5 Les Deux-Sèvres

A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux* : les eaux ont des pH supérieurs à 7 et sont dures excepté pour le groupe 79-3.

*Types d'UDI* : les UDI du groupe 79-1 sont principalement de type rural. Les groupes 79-2 et 79-3 comprennent des UDI urbaines et rurales.

Groupe	Nombre d'UDI	Nombre branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
79-1	8	287	ESO	7,50	0,19	25,70	4,30
79-2	8	12 548	mélange	7,68	0,50	24,30	2,20
79-3	3	165	mélange	7,94	0,10	10,00	1,00

**Tableau 11. Caractéristiques de regroupement des UDI des Deux-Sèvres**

## B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type $\mu\text{g/L}$	centile 90 $\mu\text{g/L}$	maximum $\mu\text{g/L}$
79-1	50	5,86	0,00	32,00
79-2	48	8,55	0,00	51,00
79-3	47	0,00	0,00	0,00

**Tableau 12. Résultats des teneurs en plomb des Deux-Sèvres**

Les groupes 79-1 et 79-2 qui ont les mêmes caractéristiques d'eau (TAC élevé), présentent une répartition identique des concentrations en plomb.

Dans les trois groupes, des branchements publics en plomb ont été recensés. En général, on retrouve les concentrations en plomb les plus élevées pour ces UDI excepté dans le groupe 79-3 pour lequel toutes les valeurs sont inférieures à 5  $\mu\text{g/L}$ .

Etant donné les résultats du groupe 79-3, le regroupement proposé est satisfaisant pour ce groupe. En revanche, bien que les critères de regroupement soient respectés pour les groupes 79-1 et 79-2, les teneurs en plomb sont plus dispersées (cf. annexe I).

### 2.2.6 Le Vaucluse

#### A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux* : toutes les UDI sont alimentées par des eaux souterraines plus ou moins dures dont les pH sont supérieurs à 7. A souligner que les eaux desservies dans ces UDI sont les plus dures parmi toutes celles prises en compte dans le cadre de cette étude.

*Types d'UDI* : les UDI sont de type urbain et peuvent présenter un taux important de canalisations en plomb en raison d'un habitat ancien peu rénové .

Groupe	Nombre d'UDI	Nombre branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
84-1	6	ND	ESO	7,50	0,40	23,10	4,30
84-2	4	ND	ESO	7,40	0,30	21,70	4,90
84-3	2	ND	ESO	7,50	0,00	18,70	0,00
84-4	1	ND	ESO	7,20	0,00	30,90	0,00
84-5	2	ND	ESO	7,45	0,10	19,50	0,60
84-6	1	ND	ESO	7,50	0,00	18,50	0,00
84-7	5	ND	ESO	7,60	0,40	32,00	4,00

ND : non disponible.

**Tableau 13. Caractéristiques de regroupement des UDI du Vaucluse**

#### B) Teneurs en plomb

Les valeurs maximales sont peu élevées excepté pour le groupe 84-1. Cette teneur en plomb a été mesurée dans de l'eau ayant stagné très longtemps dans le réseau (information fournie par la DDASS).

groupe	nombre de mesures	écart type $\mu\text{g/L}$	médiane $\mu\text{g/L}$	centile 75 $\mu\text{g/L}$	centile 90 $\mu\text{g/L}$	maximum $\mu\text{g/L}$
84-1	47	21,41	0,00	6,50	13,40	110,00
84-2	52	8,75	0,00	9,00	15,90	34,00
84-3	40	8,66	0,00	0,00	20,20	30,00
84-4	10	5,42	0,00	5,75	12,20	14,00
84-5	45	6,45	0,00	6,00	13,20	28,00
84-6	45	12,22	6,00	12,00	25,60	50,00
84-7	48	12,44	0,00	10,50	27,20	46,00

**Tableau 14. Résultats des teneurs en plomb dans le Vaucluse**

Du plomb a été mesuré dans de nombreux échantillons quel que soit le groupe considéré. La proportion de concentrations en plomb supérieures à 5  $\mu\text{g/L}$  et à 10  $\mu\text{g/L}$  est plus élevée que dans les autres départements. Ainsi, moins de 50 % des concentrations en plomb du groupe 84-6 sont inférieures à 5  $\mu\text{g/L}$  et seulement 65 % sont inférieures à 10  $\mu\text{g/L}$ . Le nombre important de résultats positifs peut être lié aux valeurs de TAC élevées.

Bien que les critères de regroupement soient respectés pour l'ensemble des groupes, les résultats sont assez dispersés (cf. annexe I).

*Remarque : pour ce département, aucune information sur le nombre de branchements publics en plomb par UDI n'a été fournie dans le cadre du recensement national.*

## 2.2.7 La Haute-Vienne

A) Regroupement des UDI dans le cadre de la campagne de mesures

*Caractéristiques des eaux :* les UDI des groupes 87-1 et 87-2 sont alimentées par des eaux souterraines acides et très douces. Les UDI des groupes 87-3, 87-4 et 87-5 sont alimentées par des eaux superficielles ou mélangées, douces avec un pH supérieur à 7.

*Types d'UDI :* aucune information n'a été fournie.

Groupe	Nombre d'UDI	Nombre branchements en plomb	Type d'eau	moyenne de pH	écart de pH entre les UDI	moyenne de TAC en °f	écart de TAC entre les UDI
87-1	1	338	ESO	6,60	0,00	2,40	0,00
87-2	24	66	ESO	5,80	1,20	1,13	3,80
87-3	2	8 532	ESU	8,05	0,30	7,80	1,00
87-4	5	18	ESU	8,11	0,40	7,34	3,90
87-5	9	0	mélange	7,47	2,00	7,05	9,40

**Tableau 15. Caractéristiques de regroupement des UDI de la Haute-Vienne**

Le critère concernant le pH n'est pas respecté pour les groupes 87-2 et 87-5. Pour ce dernier, le critère concernant le TAC n'est également pas respecté.

A noter que dans le groupe 87-5, les pH des eaux des UDI s'étendent de 6,1 à 8,1.

## B) Teneurs en plomb

groupe	nombre de mesures	écart type µg/L	médiane µg/L	centile 75 µg/L	centile 90 µg/L	maximum µg/L
87-1	20	9,50	0,00	6,00	9,90	40,00
87-2	146	4,36	0,00	2,00	4,00	44,00
87-3	100	9,19	0,00	0,00	3,00	80,00
87-4	80	4,78	0,00	0,00	3,00	32,00
87-5	54	2,73	0,00	0,00	1,40	16,00

**Tableau 16. Résultats des teneurs en plomb en Haute-Vienne**

Les concentrations maximales sont peu élevées excepté pour le groupe 87-3.

Le plus grand nombre de résultats mettant en évidence la présence de plomb a été observé pour le groupe 87-1 (seulement 20 échantillons pour ce groupe).

Dans les UDI de ces deux groupes, de nombreux branchements publics en plomb ont été recensés.

On retrouve la même distribution des concentrations en plomb pour les groupes 87-3 et 87-4 qui présentent des caractéristiques d'eaux similaires. Il est plus difficile de comparer la distribution des concentrations en plomb des groupes 87-1 et 87-2 dans la mesure où le nombre de mesures réalisées est très différent.

Les résultats sont relativement dispersés pour l'ensemble des groupes (cf. annexe I) alors que les critères de regroupement ne sont pas respectés pour seulement deux groupes .

*Remarque : bien que les eaux des UDI qui forment le groupe 87-5 aient des caractéristiques très différentes, les résultats sont assez homogènes.*

### 2.2.8 Synthèse des résultats

Les résultats de cette campagne mettent en évidence un taux de conformité des teneurs en plomb de 92 %.

Les concentrations en plomb les plus élevées sont observées de manière générale pour les eaux dont le TAC est inférieur à 6°f et/ou le pH inférieur à 7 (excepté groupe 84-1).

Il convient de rappeler que les quantités élevées de plomb dans l'eau dépendent de la présence de canalisations en plomb. Ce paramètre qui n'était pas pris en compte dans la campagne, intervient sur la représentativité des résultats.

Lorsque les eaux sont dures (TAC > 20°f), on retrouve plus souvent du plomb dans les échantillons. En effet, d'après le modèle de Schock (annexe J), l'augmentation du TAC accroît la solubilité théorique du plomb dans la gamme de pH 7,4 à 9.

En général, en présence de branchements publics en plomb, on retrouve des concentrations en plomb dans l'eau supérieures à 10 µg/L (cas de 22 groupes d'UDI sur 24). Pour les deux autres groupes, le fait de ne pas avoir mesuré de telles concentrations peut être lié au protocole d'échantillonnage (soutirage d'eau accidentel avant le

prélèvement), au choix des points de prélèvements ou à l'absence de canalisations intérieures en plomb.

Des concentrations en plomb comprises entre 10 et 50 µg/L ont été mesurées dans des groupes d'UDI où aucun branchement public en plomb n'a été recensé (cas de 5 groupes d'UDI sur 9). Le plomb provient alors des canalisations intérieures ou des brasures en plomb.

La donnée essentielle manquante qui aurait permis d'approfondir l'interprétation des résultats concerne la présence de canalisations intérieures en plomb et de branchements publics en plomb en amont du point de prélèvement.

## 2.3 Analyse des résultats par type de qualité d'eau

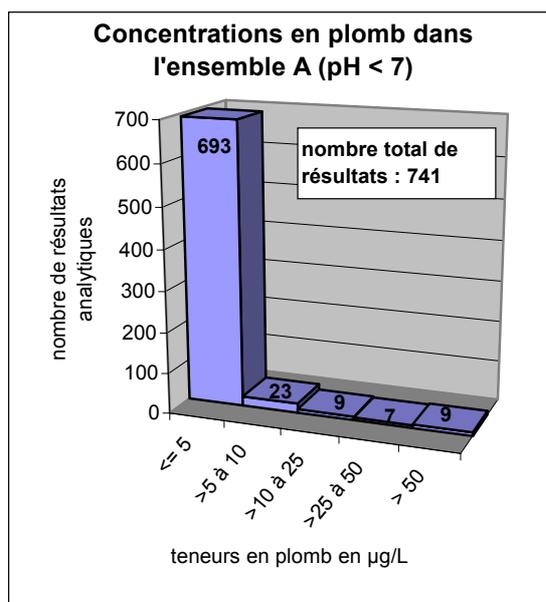
Cette campagne de prélèvements pourrait être étendue à l'échelon national. Compte tenu de la difficulté de respecter les critères de regroupement des UDI, on peut envisager la possibilité de restreindre les critères précités en se basant uniquement sur le pH. En effet, d'après les différentes études réalisées (AGHTM, études européennes...), le pH apparaît comme le paramètre majeur contrôlant le relargage du plomb dans l'eau. Par ailleurs, l'arrêté du 4 novembre 2002 propose de quantifier le potentiel de dissolution du plomb en se basant uniquement sur les mesures de pH (cf. annexe F). C'est pourquoi, afin d'étudier cette hypothèse, un regroupement des UDI a été opéré, tous départements confondus, en quatre ensembles selon les classes de références de pH mentionnées dans l'arrêté à savoir : pH < 7 - 7 < pH ≤ 7,5 - 7,5 < pH ≤ 8 - pH > 8

### 2.3.1 Eaux dont le pH < 7 : ensemble A

Toutes les eaux ont un TAC moyen inférieur à 6°f.

	Teneurs en plomb mesurées				
	≤5 µg/L	>5 et ≤10 µg/L	>10 et ≤25 µg/L	>25 et ≤50 µg/L	>50 µg/L
<b>19-6</b>	74,0%	4,0%	6,0%	6,0%	10,0 %
<b>23-6</b>	95,8%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>23-7</b>	95,8%	2,1%	0,0%	2,1%	0,0%
<b>48-1</b>	91,7%	4,9%	0,7%	0,7%	2,1%
<b>48-2</b>	98,3%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>63-1</b>	97,4%		1,8%	0,0%	0,9%
<b>63-2</b>	100,0%		0,0%	0,0%	0,0%
<b>63-3</b>	100,0%		0,0%	0,0%	0,0%
<b>87-1</b>	70,0%	20,0%	5,0%	5,0%	0,0%
<b>87-2</b>	93,8%	4,1%	1,4%	0,7%	0,0%
<b>total</b>	<b>63,6%</b>	<b>33,1%</b>	<b>1,2%</b>	<b>0,9%</b>	<b>1,2%</b>

Tableau 17. Répartition des teneurs en plomb dans l'ensemble A



Les concentrations en plomb les plus élevées ainsi que le plus grand nombre (8) de concentrations en plomb supérieures à 100 µg/L sont observés pour cet ensemble.

Selon le modèle de Schock, la solubilité théorique du plomb dans l'eau varie de 300 à 5 000 µg/L pour les groupes étudiés. Il existe donc une très grande variation de la solubilité du plomb en fonction du TAC dans cette gamme de pH. Les concentrations en plomb les plus élevées ont été mesurées dans les groupes ayant une solubilité théorique supérieure à 1 000 µg/L avec présence de branchements publics en plomb sur le réseau.

### 2.3.2 Eaux dont le $7 < \text{pH} \leq 7,5$ : ensemble B

	Teneurs en plomb mesurées				
	≤5 µg/L	>5 et ≤10 µg/L	>10 et ≤25 µg/L	>25 et ≤50 µg/L	>50 µg/L
<b>19-4</b>	81,3%	4,2%	10,4%	2,1%	2,1%
<b>23-1</b>	97,8%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%
<b>23-4</b>	91,1%	4,4%	2,2%	2,2%	0,0%
<b>23-5</b>	97,7%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>79-1</b>	94,0%	0,0%	4,0%	2,0%	0,0%
<b>84-1</b>	72,3%	12,8%	8,5%	2,1%	5,0%
<b>84-4</b>	65,4%	17,3%	11,5%	5,8%	0,0%
<b>84-6</b>	80,0%	5,0%	7,5%	7,5%	0,0%
<b>84-8</b>	70,0%	10,0%	20,0%	0,0%	0,0%
<b>84-9</b>	66,7%	20,0%	11,1%	2,2%	0,0%
<b>84-11</b>	48,9%	15,6%	24,4%	11,1%	0,0%
<b>87-5</b>	94,4%	3,7%	1,9%	0,0%	0,0%
<b>total</b>	<b>80,5%</b>	<b>7,9%</b>	<b>7,9%</b>	<b>3,1%</b>	<b>0,6%</b>

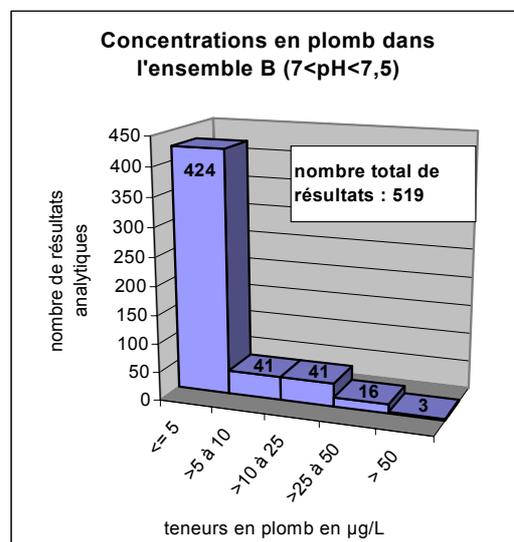


Tableau 18. Répartition des teneurs en plomb dans l'ensemble B

Dans cet ensemble les TAC moyens varient de 4 à 31°f.

Pour les groupes ayant un TAC inférieur à 5 ou supérieur à 15°f, on retrouve en général plus de concentrations en plomb supérieures à 10 µg/L.

A noter qu'une seule concentration en plomb est supérieure à 100 µg/L (groupe 84-1)

Selon le modèle de Schock, pour cette gamme de pH, la solubilité théorique du plomb dans l'eau varie de 180 µg/L à 260 µg/L pour les groupes étudiés.

### 2.3.3 Eaux dont le $7,5 < \text{pH} \leq 8$ : ensemble C

	Teneurs en plomb mesurées				
	≤5 µg/L	>5 et ≤10 µg/L	>10 et ≤25 µg/L	>25 et ≤50 µg/L	>50 µg/L
<b>19-1</b>	87,5%	4,2%	2,1%	4,2%	2,1%
<b>19-2</b>	54,9%	9,8%	13,7%	19,6%	2,0%
<b>19-3</b>	71,1%	6,7%	13,3%	8,9%	0,0%
<b>19-5</b>	89,6%	2,1%	4,2%	4,2%	0,0%
<b>23-2</b>	89,4%	2,1%	6,4%	0,0%	2,1%
<b>23-3</b>	95,7%	2,2%	0,0%	0,0%	2,2%
<b>79-2</b>	93,8%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%
<b>79-3</b>	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>84-14</b>	56,3%	18,8%	10,4%	14,6%	0,0%
<b>total</b>	<b>81,9%</b>	<b>5,1%</b>	<b>5,8%</b>	<b>6,0%</b>	<b>1,2%</b>

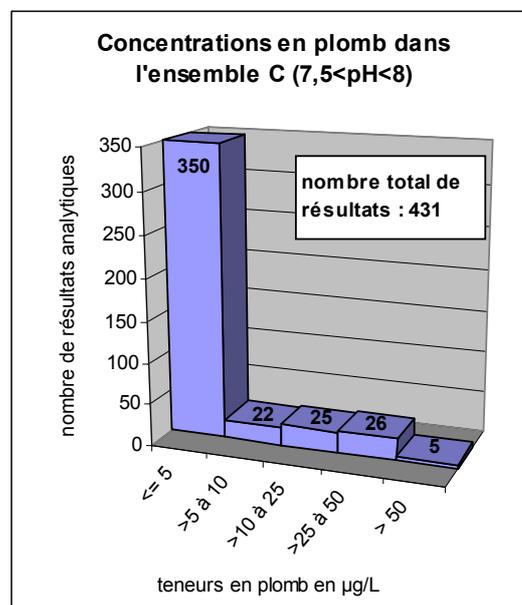


Tableau 19. Répartition des teneurs en plomb dans l'ensemble C

Les TAC moyens varient de 4 à 32°f.

Dans cet ensemble, cinq valeurs maximales sont supérieures à 50 µg/L dont trois dépassent les 100 µg/L.

L'hétérogénéité des distributions des concentrations en plomb n'est pas directement liée au TAC. Compte tenu des données à notre disposition, il s'avère impossible d'en connaître la cause. Le groupe 19-2 avec un TAC moyen de 11,1°f présente le moins de valeurs inférieures à 10 µg/L.

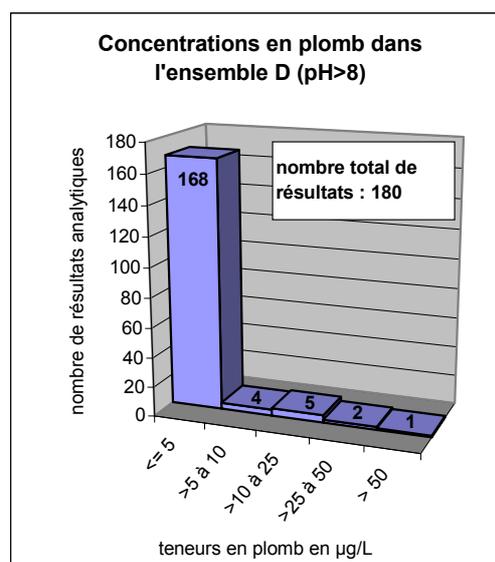
Selon le modèle de Schock, la solubilité théorique du plomb dans l'eau varie de 120 à 220 µg/L pour les groupes étudiés.

### 2.3.4 Eaux dont le pH > 8 : ensemble D

Les eaux ont un TAC moyen inférieur à 8°f.

	Teneurs en plomb mesurées				
	≤5 µg/L	>5 et ≤10 µg/L	>10 et ≤25 µg/L	>25 et ≤50 µg/L	>50 µg/L
<b>87-3</b>	93,0%	2,0%	3,0%	1,0%	1,0%
<b>87-4</b>	93,8%	2,5%	2,5%	1,3%	0,0%
<b>total</b>	<b>93,3%</b>	<b>2,2%</b>	<b>2,8%</b>	<b>1,1%</b>	<b>0,6%</b>

Tableau 20. Répartition des teneurs en plomb dans l'ensemble D



On retrouve la plus forte proportion de concentrations en plomb inférieures à 5 µg/L dans cet ensemble. Une seule teneur en plomb dépasse les 50 µg/L (80 µg/L).

La répartition des concentrations en plomb est quasi identique entre les deux groupes.

Selon le modèle de Schock, dans cette gamme de pH la solubilité théorique du plomb dans l'eau varie de 135 à 140 µg/L pour les groupes étudiés.

Bien que cet ensemble présente les solubilités théoriques du plomb les moins élevées, les teneurs en plomb retrouvées sont similaires à celles des autres ensembles.

### 2.3.5 Synthèse des résultats

Le regroupement des UDI basé uniquement sur le pH paraît assez satisfaisant. Les répartitions des concentrations en plomb sont relativement homogènes à l'intérieur de chaque ensemble. Cependant, on remarque l'influence d'un TAC élevé sur la solubilité du plomb dans certains groupes notamment ceux de l'ensemble B ; cela n'est pas vérifié pour l'ensemble C.

L'ensemble A présente le plus grand pourcentage de valeurs supérieures à 50 µg/L.

L'ensemble B présente le plus grand pourcentage de valeurs compris entre 10 et 25 µg/L.

L'ensemble C présente le plus grand pourcentage de valeurs supérieures à 25 µg/L.  
 L'ensemble D présente le plus grand pourcentage de valeurs inférieures à 5 µg/L.  
 Contrairement à ce qu'on pourrait penser, on retrouve le pourcentage le plus élevé (96,7 %) de concentrations en plomb inférieures à 10 µg/L dans l'ensemble A. Cet ensemble regroupe des UDI majoritairement de type rural où vraisemblablement la présence de canalisations intérieures en plomb est faible.  
 Les distributions des concentrations en plomb sont assez semblables entre les ensembles A et D et entre les ensembles B et C. L'impact d'un pH acide sur la solubilité du plomb n'est pas démontré par les résultats. Il aurait été souhaitable de disposer de l'information sur la présence des canalisations intérieures en plomb pour préciser cette interprétation.

## 2.4 Comparaison des résultats avec des études antérieures

### 2.4.1 Données nationales du contrôle sanitaire

L'évaluation des teneurs en plomb dans l'eau au robinet des consommateurs a fait l'objet d'enquêtes spécifiques notamment dans les zones où le risque de dissolution du plomb est important. Ainsi, au cours de la période janvier 1999 – octobre 2002, 6 002 prélèvements ont été réalisés au robinet du consommateur. Tout type de prélèvement confondu, les résultats montrent que :

	≤ 10 µg/L	>10 et ≤ 25 µg/L	>25 et ≤ 50 µg/L	> 50 µg/L
Résultats nationaux	81,4 %	8,4 %	5 %	4,2 %
Résultats campagne	92 %	4,3 %	2,7 %	1 %

Les différences de résultats sont peut-être liées au fait que lors d'enquêtes spécifiques, les DDASS ont privilégié les zones où des branchements et canalisations en plomb étaient présents. De plus, on ne dispose pas d'information sur le type de prélèvement réalisé.

### 2.4.2 Etude SAUR (2000)

Une campagne de mesures a été menée par la SAUR sur le réseau de Brive-la-Gaillarde en 2000. Soixante habitations dont quinze sont alimentées par des branchements en plomb, réparties entre les UDI de Vézère et de St Germain, ont été retenues pour cette campagne de mesures. Dans chaque situation, un prélèvement aléatoire a notamment été réalisé.

La part des habitations comportant des réseaux intérieurs en plomb est très faible dans cette zone d'étude : 6 % pour l'UDI de St Germain et 0 % pour l'UDI de Vézère. En revanche, la proportion de branchements publics en plomb est très importante : 73 % pour l'UDI St Germain et 67 % pour l'UDI Vézère.

Dans le cadre de la campagne menée par la DGS, 51 prélèvements ont été réalisés dans cette UDI (groupe 19-2).

Les résultats de l'étude mettent en évidence que pour 48 prélèvements aléatoires :

	≤ 10 µg/L	>10 et ≤ 25 µg/L	>25 et ≤ 50 µg/L	> 50 µg/L
Résultats SAUR	36 %	30 %	22 %	12 %
Résultats groupe 19-2	64,7 %	13,7 %	19,6 %	2 %

Compte tenu de la faible proportion de réseaux intérieurs en plomb dans la zone d'étude, la part importante de teneur de l'eau en plomb supérieure à 10 µg/L s'explique par la présence de nombreux branchements publics en plomb dans la zone d'étude.

La représentativité des points de prélèvements choisis lors de la campagne DGS d'une part et SAUR d'autre part peut expliquer les grandes différences observées dans la répartition des concentrations en plomb entre les deux campagnes.

### 2.4.3 Etude AGHTM (2000)

Les campagnes de prélèvements ont été menées dans trois départements :

- Meurthe-et-Moselle (54) : 40 UDI de petites tailles réparties en deux catégories : eaux douces agressives et eaux douces neutralisées ;
- Rhône : 1 UDI : Tarare alimentée alternativement par des eaux douces et par des eaux dures ;
- Gironde : 1 UDI de taille moyenne : Libourne.

Pour chaque cas, une soixantaine de séries de prélèvements ont été réalisées : prélèvements aléatoire, après 30 minutes de stagnation et, le cas échéant, après écoulement. La totalité des prélèvements a été effectuée dans des habitations privées. Les sites ont été sélectionnés aléatoirement au moyen d'un tirage sur liste d'adresses. Les résultats de l'étude pour le prélèvement aléatoire sont les suivants :

Zone d'étude	≤ 10 µg/L		> 10 et ≤ 25 µg/L		> 25 et ≤ 50 µg/L		> 50 µg/L	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Libourne	93 %	85 %	5 %	15 %	2 %	0 %	0 %	0 %
Tarare (eau dure)	79 %	45 %	14 %	33 %	7 %	22 %	0 %	0 %
Tarare (eau douce)	84 %	55 %	10 %	27 %	0 %	0 %	6 %	18 %
54 (eaux neutralisées)	87 %	64 %	9 %	23 %	3 %	9 %	1 %	5 %
54 (eaux agressives)	54 %	0 %	7 %	8 %	25 %	58 %	14 %	33 %

**A** : ensemble des sites

**B** : uniquement sites avec réseau en plomb

Les résultats mettent en évidence que la présence de canalisations en plomb ne se traduit pas systématiquement par des teneurs supérieures à 10 µg/L.

Les résultats de la campagne menée par la DGS sont assez proches des résultats de l'étude de l'AGHTM concernant les UDI alimentées par des eaux dures (groupes 84-1, 84-4, 84-8, 84-14) pour lesquelles le pourcentage de teneurs en plomb inférieures à 10 µg/L varie de 75 à 85 %.

En revanche, les résultats sont très différents concernant les eaux agressives de l'ensemble A pour lesquelles 96,6 % des teneurs en plomb sont inférieures à 10 µg/L contre seulement 54 % pour les eaux agressives de la Meurthe-et-Moselle.

En marge de la campagne de l'AGHTM, une étude d'impact des branchements publics et des réseaux intérieurs en plomb sur la teneur de l'eau en plomb au robinet du consommateur a été menée à Paris. Cette étude montre que la contribution des branchements en plomb est plus faible que celles des réseaux intérieurs. Cependant, elle est susceptible de contribuer à augmenter le nombre de cas des dépassements des seuils de 25 et 50 µg/L lorsque le réseau intérieur est également en plomb.

### **3 PROPOSITIONS POUR METTRE EN PLACE UNE CAMPAGNE NATIONALE DE MESURES DU PLOMB DANS L'EAU**

#### **3.1 Identification des limites de la campagne précédente**

Il ressort de l'exploitation des données de la campagne de mesures du plomb dans l'eau quelques limites dans la méthodologie adoptée.

##### **3.1.1 Limites des critères de regroupement des UDI**

Le regroupement des UDI basé sur les valeurs moyennes de pH, de TAC, de température au point de mise en distribution et sur la proximité géographique ne paraît pas le plus pertinent. L'ensemble de ces critères a été difficilement respecté. En effet, il est apparu difficile de trouver des eaux de qualité similaire dans un même secteur géographique. Ainsi, les UDI en milieu rural sont alimentées par de multiples captages ce qui entraîne une plus grande variabilité des paramètres. De plus, peu de données sont disponibles pour les captages de faibles débits ; les moyennes sont donc plus sensibles aux valeurs extrêmes.

Le critère concernant le pH qui est reconnu comme le paramètre ayant la plus grande influence sur la solubilité du plomb n'a pas été respecté pour un tiers des regroupements d'UDI.

*Remarque : le pH est une valeur logarithmique et donc calculer sa moyenne n'a pas de sens du point de vue mathématique. Il aurait été plus pertinent de déterminer la médiane. De plus, le pH peut fluctuer dans le réseau. Il n'est donc pas judicieux d'effectuer le regroupement sur le pH moyen au point de mise en distribution. Il aurait été préférable d'utiliser les valeurs mesurées au niveau de l'UDI.*

Quant au TAC, un seul groupe n'a pas respecté le critère de 5°f. Au vu des résultats, l'influence de ce paramètre sur la dissolution du plomb est d'ailleurs moins marquée.

La température n'a pas été utilisée comme paramètre de regroupement pour de nombreuses UDI car peu de mesures in situ sont disponibles et quand elles l'ont été, le critère de 3°C a été peu respectée. De plus, ce paramètre peut évoluer de façon plus ou moins importante dans le réseau. Il est donc difficile de prendre en compte la température de l'eau à la ressource pour effectuer les regroupements.

Enfin, concernant la proximité géographique, les cartes de localisation des UDI fournies par les DDASS montrent que certains groupes sont composés d'UDI éloignées. En effet, pour respecter les critères physico-chimiques et avoir un nombre suffisant d'échantillons (au moins quarante-cinq par groupe), certaines DDASS ont dû regrouper des UDI éloignées géographiquement.

### **3.1.2 Limites de la méthode d'échantillonnage**

Le choix des lieux de prélèvements par tirage au sort dans l'annuaire ou dans la liste des abonnés n'a pas été utilisé par les DDASS. Les prélèvements ont été effectués chez les particuliers au hasard des présences à leur domicile.

La méthode du prélèvement au 1<sup>er</sup> jet est simple et rapide mais ne permet pas de contrôler le temps de stagnation de l'eau dans le réseau. Les valeurs obtenues sont aléatoires (ou non reproductibles) et peuvent être ponctuellement élevées. Elles ne sont donc pas significatives individuellement et doivent être interprétées statistiquement au niveau d'une UDI.

### **3.1.3 Limites d'interprétation des résultats**

La méconnaissance de la localisation des branchements et canalisations en plomb n'a pas permis d'interpréter au mieux les résultats. De plus, certains groupes rassemblent des UDI de type urbain et rural. Or, en milieu rural, de nombreuses adductions d'eau ont été mises en service après 1948, la probabilité de trouver des réseaux intérieurs en plomb est donc plus faible. En regroupant ces UDI avec des UDI de type urbain et en ne réalisant que six prélèvements dans chacune d'elles, on peut alors sous-estimer la présence de plomb dans l'eau.

Les résultats de cette campagne de prélèvements donnent une estimation des dépassements des limites de qualité pour le plomb. Cependant, ces données ponctuelles ne permettent pas d'évaluer l'exposition de la population au plomb d'origine hydrique ni d'informer l'ensemble des consommateurs d'une UDI sur les teneurs en plomb à leur robinet. En effet, la teneur en plomb dépend d'un nombre important de facteurs qui empêche d'extrapoler quelques valeurs à chaque abonné d'une UDI.

L'objectif d'une telle campagne ne peut être que d'évaluer la présence de la teneur en plomb sur une UDI et définir des priorités d'action.

## **3.2 Propositions d'amélioration pour une nouvelle campagne de mesures du plomb dans l'eau**

### **3.2.1 Objectifs à atteindre**

Pour une prochaine campagne, les objectifs seraient :

- de connaître la teneur en plomb dans les eaux prélevées au robinet des consommateurs ;
- d'évaluer statistiquement le risque d'exposition au plomb d'origine hydrique des populations des UDI où sont réalisés les prélèvements et la fréquence de dépassements à la limite de qualité du plomb.

### 3.2.2 Modalités de réalisation

A) Regroupement des UDI dans le cadre d'une nouvelle campagne de mesures

Le regroupement des UDI doit être basé sur le pH médian calculé à partir des valeurs de pH mesurées au robinet des consommateurs ainsi que sur la valeur moyenne de TAC. Bien que l'influence du TAC ait été moins marquée, on a observé une dissolution plus élevée du plomb dans les eaux dures.

Les caractéristiques du réseau et de l'habitat doivent aussi être prises en compte. Les données utiles concernant la zone d'étude sont la population totale, le nombre et le pourcentage de branchements publics en plomb (avec si possible le linéaire et le diamètre moyen) et de logements collectifs et individuels construits avant 1948 (INSEE), le nombre total de logements ainsi que la date de mise en service de la première adduction d'eau (si elle est postérieure à 1955, la probabilité d'avoir des réseaux intérieurs en plomb est faible).

La collecte de ces informations doit permettre de déterminer, de façon plus ou moins précise, un pourcentage de logements concernés par la présence de canalisations en plomb (branchement publics et/ou réseaux intérieurs) dans l'UDI.

*Remarque : il aurait été préférable de disposer des données sur les logements construits avant 1960 car le plomb a été utilisé pour les branchements jusqu'à cette période. Cependant, cette information n'est pas disponible auprès de l'INSEE.*

Les regroupements seront réalisés selon les critères présentés dans le tableau suivant :

critères	classes			
	pH	$\text{pH} \leq 7$	$7 < \text{pH} \leq 7,5$	$7,5 < \text{pH} \leq 8$
TAC en °f	$\text{TAC} \leq 5$	$5 < \text{TAC} \leq 10$	$10 < \text{TAC} \leq 20$	$\text{TAC} > 20$
Type d'UDI	urbaine		rurale	
% canalisations en plomb (publics/privées)	< 25	entre 25 et 50	entre 50 et 75	> 75

**Tableau 21. Proposition de critères de regroupement d'UDI pour une nouvelle campagne**

Pour effectuer le regroupement, les UDI doivent appartenir à la même classe pour chaque critère. Par exemple, des UDI dont les eaux ont  $\text{pH} \leq 7$  et un TAC compris entre 5 et 10°f qui sont de type rurales et alimentées par moins de 25 % de canalisations en plomb (branchements publics et/ou réseaux intérieurs) peuvent être regroupées.

B) Stratégie d'échantillonnage

Les règles définies dans la circulaire du 3 septembre 2002 sont reconduites. Toutefois pour les futures campagnes, il conviendra que l'échantillonnage soit réellement effectué de manière aléatoire dans chaque UDI (tirage au sort dans l'annuaire ou dans la liste des abonnés au service d'eau).

### C) Méthodes de prélèvement

En plus du prélèvement d'un litre au 1<sup>er</sup> jet, il serait utile de réaliser un prélèvement après écoulement (appelé aussi 2<sup>ème</sup> jet) qui consiste à prélever un échantillon de deux litres après un écoulement prolongé permettant de renouveler trois fois le volume d'eau contenu dans le réseau intérieur. L'analyse du 2<sup>ème</sup> jet doit être effectuée seulement lorsque la mesure sur l'échantillon au 1<sup>er</sup> jet fait apparaître une valeur élevée ou sensiblement plus élevée que la moyenne des points du groupe d'UDI. La comparaison 1<sup>er</sup> jet/2<sup>ème</sup> jet peut alors permettre une interprétation plus approfondie des résultats (cf. annexe K).

Pour chaque point de prélèvement, il faudrait recueillir des informations sur le type d'habitation (collective ou individuelle) et les matériaux, les diamètres et les longueurs des canalisations en plomb.

#### 3.2.3 Interprétation des résultats

Pour chaque groupe d'UDI, on pourra alors calculer la concentration en plomb minimale, maximale, la valeur médiane, le percentile 75 et le percentile 90. On pourra également calculer le pourcentage de valeurs qui dépasse 5 µg/L, 10 µg/L, 25 µg/L et 50 µg/L.

Le taux de valeurs non conformes à la limite de qualité peut ensuite être déterminé.

Les résultats relatifs aux teneurs en plomb mesurées seront interprétés au regard des données recueillies sur la présence de branchements publics et/ou de canalisations intérieures en plomb pour chaque point de prélèvement. Puis, on pourra évaluer à l'échelle de l'UDI :

- le nombre de personnes alimentées par branchement d'où le nombre de personnes alimentées par des branchements publics en plomb.
- le nombre de personnes par logement et par conséquent le nombre de personnes vivant dans des logements construits avant 1948.

Les résultats des teneurs en plomb pourront alors être extrapolés à l'échelle du groupe d'UDI et l'on obtiendra une évaluation ponctuelle du risque d'exposition au plomb de la population du groupe d'UDI.

### 3.3 Réflexion sur la mise en place d'un indicateur d'exposition de la population au plomb d'origine hydrique

Pour mettre en place un indicateur d'exposition de la population au plomb d'origine hydrique, une solution serait de connaître pour chaque combinaison de critères définis dans le paragraphe 3.2.2 une concentration moyenne en plomb dans l'eau. Pour cela, il faudrait installer des robinets intégrateurs chez des consommateurs témoins en analysant leur profil de consommation. Une étude statistique devrait être menée pour déterminer le nombre de consommateurs nécessaire. En effet, la répartition des soutirages d'eau dans

la journée ainsi que la pratique d'une purge préalable avant d'utiliser l'eau pour l'alimentation influencent le temps de contact entre l'eau et le plomb et donc la concentration en plomb dans l'eau soutirée.

Ensuite, il faudrait estimer, à l'échelon national, le nombre de personnes par classe d'âges qui boit de l'eau de la distribution publique.

En connaissant le nombre d'UDI, les concentrations moyennes en plomb et la population desservie dans chaque catégorie, il serait alors possible d'établir un indicateur d'exposition de la population française au plomb d'origine hydrique.

La mise en place d'un indicateur d'exposition des individus au plomb d'origine hydrique apparaît difficile par le biais d'une campagne de mesures classique et requiert donc une expertise poussée. Par une simple campagne de mesures, on ne peut obtenir par UDI qu'une information ponctuelle sur le taux d'analyses non-conformes.

## CONCLUSION

La détermination de la teneur moyenne en plomb dans l'eau est complexe compte tenu des différents facteurs influençant la dissolution de ce métal dans l'eau. Ainsi, l'échantillonnage effectué dans le cadre du contrôle sanitaire n'est représentatif de la qualité de l'eau qu'au moment du prélèvement au robinet du consommateur et de plus cette mesure n'est pas transposable à l'ensemble d'une UDI.

Les résultats de la campagne de mesures, réalisée dans sept départements français, ont montré que les concentrations les plus élevées en plomb sont mesurées dans les UDI desservies par des eaux acides. En revanche, contrairement à ce que l'on pouvait attendre, on retrouve plus souvent du plomb dans les échantillons lorsque les eaux sont dures et non pas quand elles sont acides. Cela pourrait être relié à la présence de branchements publics et de canalisations intérieures en plomb. L'absence de recueil d'information sur ce point lors de la campagne de mesures n'a pas permis de confirmer cette hypothèse.

Au vu de ces résultats, il a été possible de définir une autre méthode de regroupement des UDI basée sur le pH, le TAC ainsi que sur la proportion de canalisations en plomb (branchements publics et réseaux intérieurs). Cette méthode devrait permettre d'avoir une vision plus précise sur les zones à risque de présence de plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine. Cependant, il ne semble pas possible d'évaluer de manière simple l'exposition de la population au plomb d'origine hydrique étant donné la grande variabilité de la teneur en plomb dans l'eau, dans le temps et dans l'espace.

Comme l'ont indiqué les instances nationales d'expertise, seule la suppression des canalisations en plomb permettra le respect de la future limite de qualité de 10 µg/L.

---

## Bibliographie

---

AGHTM. *Stratégie d'échantillonnage et méthodes de prélèvement pour le contrôle du plomb dans l'eau*. Paris : rapport AGHTM, 2000. 22p.

AGHTM. *Contrôle de la concentration en plomb dans l'eau – Echantillonnage, prélèvement, analyse, interprétation – Guide pratique*. Paris : rapport AGHTM, 2001. 24p.

BARON J. La mesure du plomb au robinet de l'utilisateur. Etude des méthodes d'échantillonnage. *TSM*, Mai 1997, n°5, pp 47-54.

EUROPEAN COMMISSION. *Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water*. Luxembourg : 1999. 125p.

MINISTERE DE LA SANTE, DE LA FAMILLE ET DES PERSONNES HANDICAPEES, MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU TRANSPORT, DU LOGEMENT, DU TOURISME ET DE LA MER, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. *Réduire le plomb dans l'eau du robinet : enjeux, réglementation, actions*. Dossier de presse 19/12/2003.

ROBIN A. *Le plan d'actions relatif au plomb d'origine hydrique*. Mémoire de titularisation d'ingénieur du génie sanitaire. ENSP, 2003. 71p.

SAOUT C. et ROBIN A. *Le plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine : contexte réglementaire et dispositions nouvelles*. Intervention au 83<sup>ème</sup> congrès ASTEE, mai 2004. Aix-les-Bains.

SAUR. *Note de synthèse sur l'enquête AGHTM branchements plomb – ville de Brive La Gaillarde*. 2000. 6p.

### Références électroniques :

- Site intranet du ministère de la santé : <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/>  
Thème d'intervention "Eaux destinées à la consommation humaine / Rubrique "Plomb et eaux d'alimentation"
- Site de la législation française et européenne : <http://www.legifrance.gouv.fr/>

---

## Liste des annexes

---

ANNEXE A : Calendrier d'activités du stage

ANNEXE B : Organigramme du bureau des eaux (SD7A) de la DGS

ANNEXE C : Résumé d'une évaluation des risques cancérogènes liés aux dérivés organiques et inorganiques du plomb (CIRC)

ANNEXE D : Contexte réglementaire relatif au plomb d'origine hydrique

ANNEXE E : Circulaire DGS/SD7A n° 2002/473 du 3 septembre 2002

ANNEXE F : Arrêté du 4 novembre 2002

ANNEXE G : Arrêté du 31 décembre 2003

ANNEXE H : Circulaire DGS/SD7A n° 45 du 5 février 2004

ANNEXE I : Résultats de la campagne de prélèvements (tableaux et graphiques)

ANNEXE J : Solubilité théorique du plomb (en µg/l) à 25 °C en fonction du pH et du TAC de l'eau (*Modèle de Schock*)

ANNEXE K : Analyse et interprétation des échantillons prélevés après écoulement

# ANNEXE A

## CALENDRIER D'ACTIVITES DU STAGE

### **Semaine du 29 mars au 2 avril 2004 :**

- Traitement des données sur le recensement national des branchements publics en plomb (activité débutée lors du stage d'observation).
- Bibliographie générale sur le plomb d'origine hydrique.
- Examen de la réglementation sur le plomb d'origine hydrique.

### **Semaine du 5 au 9 avril 2004 :**

- Prise de connaissance des modalités de réalisation de la campagne de prélèvements.
- Demande de renseignements aux DDASS ayant réalisé la campagne.
- Traitement des données de la campagne de prélèvements du plomb.

### **Semaine du 13 au 16 avril 2004 :**

- Analyses des résultats par département.
- Etude sur les regroupements envisageables.

### **Semaine du 19 au 23 avril 2004 :**

- Traitement des données sur le recensement national des branchements publics en plomb en vue de la rédaction d'un rapport par le bureau SD7A.
- Bibliographie relative à l'échantillonnage du plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine.
- Rédaction du rapport (parties 1 et 2).

### **Semaine du 26 au 30 avril 2004 :**

- Rédaction du rapport (parties 2 et 3).

### **Semaine du 3 au 7 mai :**

- Rédaction du rapport (parties 2 et 3).
- Séance du Comité d'Experts spécialisé « Eaux » de l'AFSSA (mardi 4 au matin).

### **Semaine du 10 au 14 mai :**

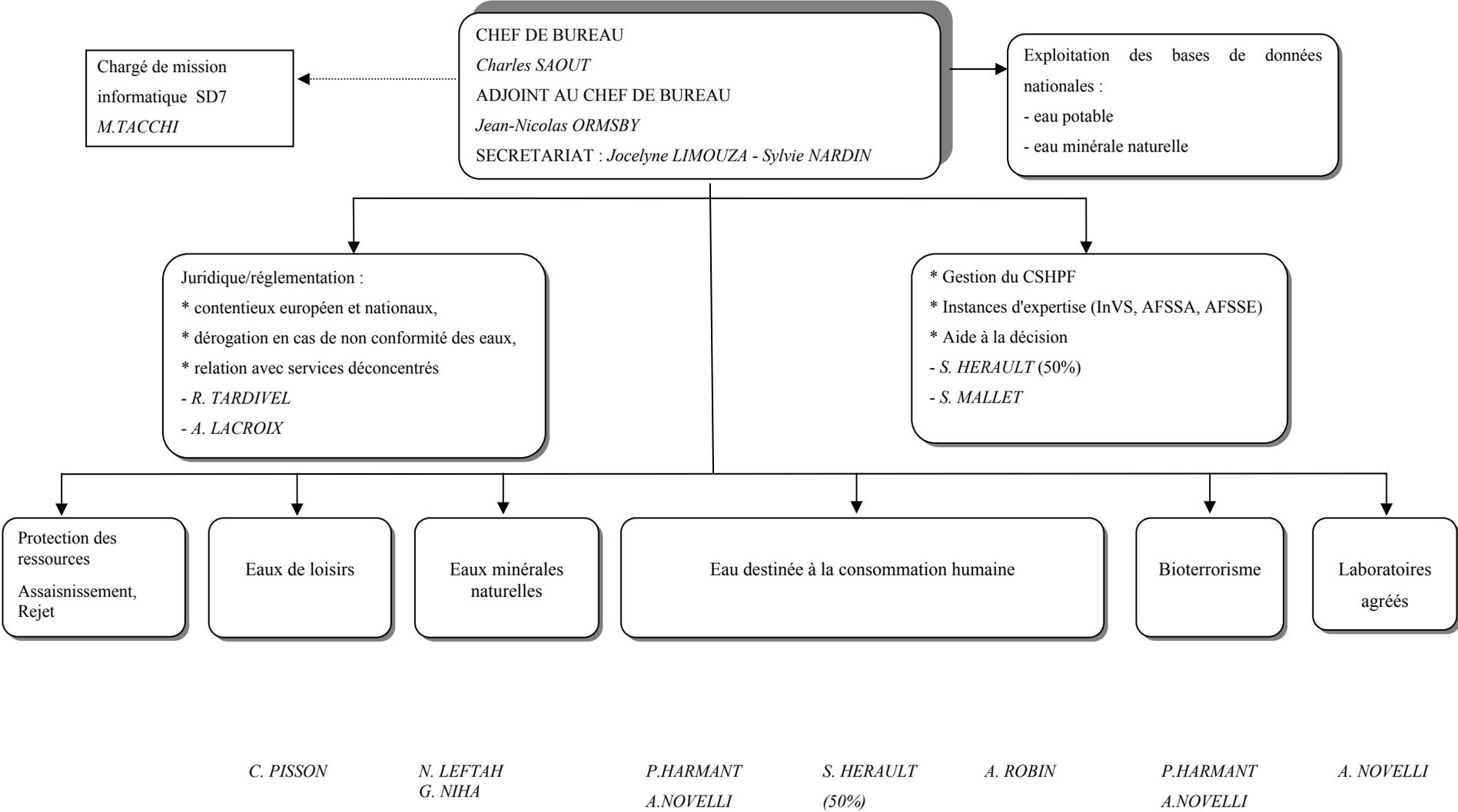
- Correction et mise en page du rapport.

### **Semaine du 17 au 21 mai :**

- Traitement des données sur le recensement national des branchements publics en plomb en vue de la rédaction d'un rapport par le bureau SD7A.

# ANNEXE B

# ORGANIGRAMME DU BUREAU DES EAUX (SD7A) DE LA DGS



# ANNEXE C

# RÉSUMÉ D'UNE ÉVALUATION DES RISQUES CANCÉROGÈNES LIÉS AUX DÉRIVÉS ORGANIQUES ET INORGANIQUES DU PLOMB. (CIRC)

## IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

---

### Inorganic and organic lead compounds

(Vol. 87, 10–17 February 2004)

An IARC Working Group of 20 scientific experts from 11 countries met in Lyon to re-evaluate the potential carcinogenic hazards to humans from exposure to inorganic and organic lead compounds (Volume 87 of the *IARC Monographs*). One invited specialist, two observers and one representative were also present at the meeting.

Several IARC Monographs evaluations of lead compounds had been undertaken previously, the most recent ones in 1980 (Volume 23) and in 1987 (Supplement 7). The re-evaluation of lead compounds was given high priority by the 2003 *IARC Monographs Advisory Group*.

The widespread occurrence of lead in the environment is largely the result of anthropogenic activity, which has occurred since prehistoric times. Lead usage increased progressively with industrialization and rose dramatically with the use of lead-acid batteries and leaded fuel for automobiles in the twentieth century. The predominant use of lead is now in batteries and, to a lesser extent, in construction materials and lead-based chemicals. The use of lead in pipes, paints and gasoline has been or is being phased out in many countries.

The important routes of human exposure from lead-contaminated air, dust, soil, water and food are through inhalation and ingestion. Recent human exposure has arisen predominantly from the widespread use of leaded gasoline. Also, areas near lead mines and smelters have high environmental concentrations of lead. Occupations in which the highest potential exposure to lead exists include mining, primary and secondary smelting, production of lead-acid batteries, pigment production, construction and demolition. In spite of the persistence of lead in the environment, exposures have decreased substantially in countries where lead control measures have been implemented over the past 10–30 years.

To evaluate the epidemiological evidence of possible cancer hazards from exposure to lead and lead compounds, the Working Group considered six occupational cohort studies of high-exposed workers to be particularly informative. These concerned battery workers in the USA and the United Kingdom, and primary smelter workers in Italy, Sweden and the USA (two studies).

*Lung cancer.* One of the six cohort studies showed a statistically significant two-fold excess of lung cancer among smelter workers, but this excess may well have been caused by exposure to arsenic.

*Stomach cancer.* Five of the six cohort studies were judged to be informative for stomach cancer. In four of these five studies, there was a fairly consistent 30–50% excess of stomach cancer compared with external reference populations. It is possible that ethnicity, dietary habits, prevalence of *Helicobacter pylori* infections or socioeconomic status played a role in the stomach cancer excesses.

*Kidney cancer.* Five of the six cohort studies reported findings for kidney cancer. In one study, there was a statistically significant two-fold excess of kidney cancer, based on comparison with an external reference population. All five studies were based on small numbers of deaths.

*Brain cancer.* Four of the six cohort studies reported findings for tumours of the brain and nervous system, but there was no consistent pattern in these studies. In addition, in a separate cohort of workers, a nested case–control study did show a statistically significant, positive dose–response relationship between blood lead concentrations and the risk for glioma; this cohort had lower exposures to lead than the other occupational cohorts. All studies were based on small numbers of deaths.

Based on these data, the Working Group concluded that there is *limited evidence* for the carcinogenicity to humans of exposure to inorganic lead compounds. The available epidemiological data on occupational exposure to organic lead compounds were considered to provide *inadequate evidence* for carcinogenicity to humans.

The available data from animal bioassays, notably with lead acetate, lead subacetate and lead phosphate, led the Working Group to conclude that there is *sufficient evidence* for the carcinogenicity to experimental animals of exposure to inorganic lead compounds. The evidence in experimental animals for the carcinogenicity of exposure to organic lead compounds was considered to be *inadequate*.

In adult humans, 90% of absorbed inorganic lead is stored in bone, which can be a significant source of endogenous lead, in particular in women during pregnancy, lactation and the period just after menopause, when bone-resorption rates increase. Plasma, rather than whole blood, is generally accepted as the source of lead available for distribution and excretion, although plasma lead only comprises 0.2–0.3% of total blood lead. Organic lead compounds, mainly tetraethyl and tetramethyl lead, are oxidatively dealkylated in the body. Any inorganic lead produced in this way will be distributed like exogenous inorganic lead. In humans, tetraethyl lead is excreted in the urine as diethyl lead, ethyl lead and inorganic lead.

The Working Group reviewed the toxicokinetics of inorganic and organic lead compounds, and the extensive literature concerning the effects of lead on the haematopoietic system, on reproduction and development, and on cardiovascular, renal, neurological, endocrine and immune functions. The neurotoxic effects, to which children are particularly susceptible, were discussed in some detail. Although clinical symptoms of lead toxicity generally become apparent at blood lead concentrations above 70 micrograms/dL, impaired cognition, attention and language function have been observed in children at blood lead levels previously thought to be harmless, with effects now becoming visible below 10 micrograms/dL.

In considering the genetic and related effects of exposure to lead compounds, the Working Group discussed in detail the mechanistic aspects of lead as a potential carcinogen, and concluded the following: Lead is a toxic metal, and one expression of this property is genetic toxicity. There is, however, little evidence that lead interacts directly with DNA. The genetic effects of lead appear to be mediated in part by increases in and modulation of reactive oxygen species. In addition, lead itself can interact with proteins, including those involved in DNA repair. This latter mechanism may be responsible for the enhancement of genetic toxicity caused by other agents. These properties could result in mutation, cell proliferation and changes in gene expression, all of which would contribute to a carcinogenic response under conditions of sustained exposure.

The Working Group reached the following overall evaluations:

Inorganic lead compounds are *probably carcinogenic to humans (Group 2A)*.

Organic lead compounds are *not classifiable as to their carcinogenicity to humans (Group 3)*.

The Working Group noted that organic lead compounds are metabolized, at least in part, to ionic lead both in humans and in animals. To the extent that ionic lead, generated from organic lead, is present in the body, it will be expected to exert the toxicities associated with inorganic lead.

# ANNEXE D

## CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE RELATIF AU PLOMB D'ORIGINE HYDRIQUE

### Réglementation concernant les matériaux des réseaux de distribution d'eau :

**Le décret n° 95-363 du 5 avril 1995** interdit la mise en place de canalisations en plomb dans les installations de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (JO du 7 avril 1995) ;

**L'arrêté du 10 juin 1996** interdit l'emploi des brasures contenant des additions de plomb dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine (JO du 15 août 1996) ;

**L'arrêté du 29 mai 1997** relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine. Modifié par arrêté du 24 juin 1998 (JO du 25 août 1998), par arrêté du 13 janvier 2000 (JO du 21 janvier 2000) et par arrêté du 22 août 2002 (JO du 3 septembre 2002) fixe les teneurs maximales en plomb pour certains alliages. Ces valeurs maximales devraient être abaissées dans le futur arrêté en cours d'élaboration qui abrogera l'arrêté du 29 mai 1997.

### Les nouvelles dispositions réglementaires en matière d'eau destinée à la consommation humaine :

**Le code de la santé publique**, dans ses articles R. 1321-1 à R. 1321-66, transpose la **directive 98/83/CE** relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (JO CE du 5 décembre 1998) et introduit de nouvelles dispositions réglementaires relatives au plomb d'origine hydrique.

Le point de conformité de la qualité de l'eau a été modifié. La conformité de la qualité de l'eau d'alimentation se vérifie désormais au robinet normalement utilisé pour la consommation humaine (article R. 1321-5). Ce changement permet d'une part de tenir compte de l'évolution de certains paramètres dans le réseau de distribution d'eau (plomb, cuivre, trihalométhanes,...) et d'autre part de prendre réellement en compte la qualité de l'eau ingérée par le consommateur. Outre l'abaissement de la limite de qualité du plomb dans l'eau en deux étapes (25 µg/L en 2003 puis 10 µg/L en 2013), une référence de qualité relative à l'équilibre calco-carbonique des eaux distribuées a été fixée : les eaux ne doivent pas être agressives (annexe 13-1-II). Il est par ailleurs mentionné que les eaux ne doivent pas être corrosives (annexe 13-1-II).

La problématique relative à l'éventuelle présence de plomb dans l'eau est désormais prise en compte dès la demandes d'autorisation d'utilisation d'eau prélevée dans le milieu naturel en vue de la consommation humaine (article R. 1321-6). Dans le cadre de cette demande, le responsable de la distribution d'eau doit indiquer les mesures prévues pour limiter la dissolution du plomb dans l'eau.

Le code de la santé publique prévoit également l'information des consommateurs lorsqu'il y a un risque que les limites et références de qualité de l'eau ne soient pas respectées à son robinet bien que ce risque ne soit pas lié au réseau public de distribution (article R. 1321-47). Dans ce cas, les consommateurs devront être « *dûment informés et conseillés au sujet d'éventuelles mesures correctives supplémentaires qu'ils pourraient prendre* ». Cette disposition s'applique particulièrement pour les paramètres susceptibles d'évoluer dans les réseaux intérieurs tels que le plomb.

Enfin, l'article 37 du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 fait obligation aux maires d'inclure, dans le rapport annuel sur le prix et la qualité du service public de l'eau potable, les informations relatives au nombre et au pourcentage de branchements publics en plomb supprimés ou modifiés au cours de l'année écoulée.

**L'arrêté du 4 novembre 2002** fixe les modalités d'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau que chaque responsable de la distribution d'eau doit réaliser. La méthode d'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau est basée sur la mesure du pH in situ pour des raisons de simplicité, du faible coût de mise en œuvre et de la pertinence des résultats obtenus (JO du 29 novembre 2002).

**L'arrêté du 31 décembre 2003** fixe les conditions d'échantillonnage à mettre en œuvre pour mesurer les paramètres plomb, cuivre et nickel dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Il est rappelé via **la circulaire d'application du 5 février 2004** que les prélèvements en plomb réalisés dans le cadre du contrôle sanitaire ne sont pas représentatifs de la qualité de l'eau de l'ensemble du réseau de distribution (JO du 21 janvier 2004).

**La circulaire DGS/SD7A n° 2002/539 du 24 octobre 2002** demande aux DDASS de faire remonter les données sur le recensement des branchements publics en plomb pour chaque UDI de leur département avant le 31 mai 2003.

# ANNEXE E

Paris, le 3 septembre 2002

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ

**Le Directeur Général de la Santé**

à

**Madame et Messieurs les Préfets de  
Région**

**Directions Régionales des Affaires  
Sanitaires et Sociales**  
(Pour information)

**Mesdames et Messieurs les Préfets  
Directions Départementales des Affaires  
Sanitaires et Sociales de la Corrèze, de  
la Creuse, de la Lozère, de la Meurthe-  
et-Moselle, du Puy-de-Dôme, des Deux-  
Sèvres, du Vaucluse et de la Haute-  
Vienne**  
(pour attribution)

**CIRCULAIRE DGS/SD7A n° 2002/473 du 3 septembre 2002 relative à la stratégie  
d'échantillonnage du plomb hydrique.**

Date d'application : immédiate

**Résumé :** La circulaire DGS n° 309 du 3 mai 2002 définit les orientations du ministère chargé de la santé et les actions à mettre en œuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002. La présente circulaire décrit les actions à mettre en œuvre dans le cadre du volet 5.6 de la circulaire DGS n° 309 du 3 mai 2002.

**Mots clés :** plomb, origine hydrique, échantillonnage, regroupement, unités de distribution

**Textes de référence :**

- Décret n° 94-841 du 26 septembre 1994 relatif aux conditions d'information sur la qualité de l'eau distribuée en vue de la consommation humaine.
- Décret n°2001-1220 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles
- Circulaire DGS n° 309 du 3 mai 2002, définissant les orientations du ministère chargé de la santé et les actions à mettre en œuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002.
- Notification des crédits pour l'année 2002.

**Textes abrogés ou modifiés :** Néant

Comme précisé dans la circulaire DGS n° 309 du 3 mai 2002, définissant les orientations du ministère chargé de la santé et les actions à mettre en œuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002 et selon la notification des crédits pour l'année 2002, des crédits à hauteur de 100 kF ont été attribués à la DDASS de votre département en vue de définir une stratégie d'échantillonnage du plomb d'origine hydrique.

Vous trouverez ci-joint une proposition d'organisation de campagne de prélèvements dans un certain nombre d'Unités de Distribution (UDI) de votre département dont certaines caractéristiques d'eau présentent un caractère susceptible de favoriser la dissolution du plomb. Cette campagne de prélèvements vise plusieurs objectifs :

- évaluer l'exposition au plomb d'origine hydrique dans les UDI faisant l'objet de cette campagne de prélèvements
- définir un mode de regroupement d'UDI afin de pouvoir annuellement informer les consommateurs avec des informations statistiquement fiables selon les exigences du décret n° 94-841 du 26 septembre 1994 relatif aux conditions d'information sur la qualité de l'eau distribuée en vue de la consommation humaine. En effet, compte tenu de la fréquence d'échantillonnage sur les UDI de faible population, le nombre minimal d'échantillons nécessaire pour atteindre une précision suffisante sur le taux de non conformité ne peut être atteint qu'au travers d'un regroupement d'UDI dans lesquelles une eau de qualité voisine est distribuée (cf. annexe 2).
- compléter et mettre à jour l'Arrêté du 10 juillet 1996 relatif aux factures de distribution de l'eau et de collecte et de traitement des eaux usées.

Vous voudrez tout d'abord me confirmer que ces crédits ont bien été affectés à cet objet et à cette hauteur dans votre département.

Si cette allocation a été réalisée, vous voudrez bien procéder à la mise en œuvre des campagnes de prélèvements selon la procédure décrite en annexe 3 de ce document.

A la fin de la campagne de prélèvements vous voudrez bien me communiquer les résultats sous le format défini en annexe 4 de ce document.

## **ANNEXE 1 : Nombre minimal d'échantillons par UDI ou regroupement d'UDI**

Le nombre minimal d'échantillons a été défini d'après les résultats d'une étude réalisée conjointement par le CEMAGREF (Centre d'Etude du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forêts) et la Lyonnaise des Eaux. Cette étude a notamment été publiée au congrès annuel « Water Quality and Technology Congress » de l'AWWA à Salt Lake City en 2000, et au congrès du CEFRAFOR à Biarritz en 2001.

Cette étude montre que les valeurs de plomb mesurées par les techniques de prélèvement aléatoire ou après 30 minutes de stagnation (appelée 30MS dans la suite du document) obéissent à une loi statistique de Weibull. Il est possible d'estimer la taille d'échantillon nécessaire à l'estimation du taux de non conformité avec une précision donnée (voir tableaux 1 et 2).

Exemple d'utilisation des grilles : pour le prélèvement aléatoire, si on considère une UDI présentant un taux de non conformité de 50%, ce résultat est exprimé avec une précision de 20% (probabilité de 95% que le taux de non-conformité réel soit dans la fourchette 0.396-0.595) si la taille de l'échantillon est égale à 91 analyses. Le nombre d'analyses est porté à 40 si on accepte une précision de 30% (probabilité de 95% que le taux de non-conformité réel soit dans la fourchette 0.342-0.639).

**Pour les deux techniques de prélèvements, on constate que les nombres requis d'échantillons pour atteindre une même précision sont voisins. La DGS propose d'accepter une précision de 30%. En fonction du taux de non conformité, à la précision de 30%, le nombre d'analyses requis varie entre 5 et 44 pour le prélèvement aléatoire (5 et 46 pour le prélèvement 30MS).**

**En fixant comme consigne de regrouper les UDI afin d'atteindre annuellement une taille d'échantillons de 45 échantillons, on s'assure ainsi de disposer au pire d'une précision de 30%.**

NB : le nombre d'échantillons définis dans le guide de l'association AGHTM (30 analyses / UDI ou regroupement d'UDI) a été défini par l'association néerlandaise KIWA (Koninglijk Instituut voor Wateraanvoer) avant l'étude européenne et vise à obtenir une précision de 15% en supposant a priori un taux de non conformité de 5% (information communiquée par le CRECEP, Centre de REcherche et de Contrôle des Eaux de la ville de Paris). Compte tenu des résultats obtenus lors des études européennes, le taux de non conformité observé est largement supérieur quelle que soit la limite de qualité retenue (10, 25 ou 50 µg/L) et devrait donc conduire à une taille d'échantillon supérieure.

**Tableau 1 – Prélèvement aléatoire - Taille d'échantillon nécessaire à l'estimation paramétrique (distribution de Weibull) d'un taux donné avec une précision donnée.**

Taux de Non Conformité	Longueur de l'intervalle de confiance à 95%						
	1%	2%	5%	10%	15%	20%	30%
0%	18 [0,0.009]	15 [0,0.016]	11 [0,0.041]	8 [0,0.094]	7 [0,0.129]	6 [0,0.139]	5 [0,0.203]
1%	820 [0.006,0.016]	223 [0.004,0.023]	50 [0.001,0.05]	20 [0,0.098]	12 [0,0.142]	9 [0,0.19]	6 [0,0.267]
2%	1916 [0.015,0.025]	488 [0.012,0.032]	87 [0.005,0.055]	28 [0.001,0.099]	15 [0,0.144]	10 [0,0.191]	6 [0,0.276]
3%	3045 [0.025,0.035]	766 [0.021,0.041]	128 [0.012,0.062]	36 [0.004,0.104]	18 [0.002,0.148]	12 [0.001,0.193]	7 [0,0.272]
4%	4140 [0.035,0.045]	1038 [0.031,0.051]	169 [0.02,0.07]	45 [0.009,0.109]	22 [0.004,0.151]	13 [0.002,0.197]	7 [0,0.281]
5%	5179 [0.045,0.055]	1297 [0.041,0.061]	209 [0.029,0.079]	54 [0.016,0.115]	25 [0.008,0.155]	15 [0.004,0.197]	7 [0.001,0.295]
6%	6158 [0.055,0.065]	1540 [0.051,0.071]	248 [0.038,0.088]	63 [0.023,0.123]	29 [0.013,0.161]	17 [0.007,0.202]	8 [0.002,0.288]
7%	7078 [0.065,0.075]	1770 [0.06,0.08]	284 [0.048,0.098]	71 [0.031,0.131]	32 [0.019,0.167]	18 [0.011,0.209]	8 [0.003,0.3]
8%	7945 [0.075,0.085]	1986 [0.07,0.09]	318 [0.057,0.107]	80 [0.039,0.139]	36 [0.026,0.174]	20 [0.016,0.213]	9 [0.005,0.297]
9%	8763 [0.085,0.095]	2191 [0.08,0.1]	350 [0.067,0.117]	87 [0.048,0.148]	39 [0.033,0.182]	22 [0.022,0.218]	10 [0.009,0.296]
10%	9540 [0.095,0.105]	2385 [0.09,0.11]	381 [0.077,0.127]	95 [0.057,0.157]	42 [0.041,0.19]	23 [0.028,0.227]	10 [0.011,0.308]
20%	16169 [0.195,0.205]	4041 [0.19,0.21]	646 [0.176,0.226]	161 [0.153,0.252]	71 [0.131,0.28]	39 [0.11,0.309]	17 [0.075,0.368]
30%	22827 [0.295,0.305]	5706 [0.29,0.31]	912 [0.275,0.325]	227 [0.251,0.351]	100 [0.227,0.377]	56 [0.203,0.402]	24 [0.158,0.456]
40%	30097 [0.395,0.405]	7523 [0.39,0.41]	1203 [0.375,0.425]	300 [0.35,0.45]	133 [0.325,0.474]	74 [0.299,0.499]	32 [0.249,0.547]
50%	36699 [0.495,0.505]	9174 [0.49,0.51]	1467 [0.475,0.525]	366 [0.449,0.549]	162 [0.423,0.572]	91 [0.396,0.595]	40 [0.342,0.639]
60%	40480 [0.595,0.605]	10120 [0.59,0.61]	1619 [0.575,0.624]	404 [0.548,0.648]	179 [0.521,0.671]	101 [0.493,0.692]	44 [0.433,0.732]
70%	39085 [0.695,0.705]	9772 [0.69,0.71]	1564 [0.674,0.724]	392 [0.647,0.747]	174 [0.618,0.768]	98 [0.587,0.787]	44 [0.523,0.822]
80%	30660 [0.795,0.805]	7668 [0.79,0.81]	1230 [0.774,0.824]	310 [0.745,0.845]	140 [0.713,0.863]	80 [0.68,0.879]	37 [0.607,0.905]
90%	15153 [0.895,0.905]	3796 [0.89,0.91]	616 [0.872,0.922]	161 [0.839,0.939]	77 [0.802,0.951]	47 [0.762,0.96]	24 [0.673,0.972]
91%	13344 [0.905,0.915]	3344 [0.899,0.919]	545 [0.882,0.932]	144 [0.848,0.948]	69 [0.809,0.959]	43 [0.769,0.967]	23 [0.681,0.977]
92%	11523 [0.915,0.925]	2890 [0.909,0.929]	473 [0.891,0.941]	127 [0.856,0.956]	62 [0.817,0.966]	39 [0.775,0.973]	22 [0.691,0.981]
93%	9707 [0.925,0.935]	2438 [0.919,0.939]	402 [0.901,0.951]	110 [0.865,0.964]	55 [0.824,0.973]	35 [0.78,0.979]	20 [0.69,0.986]
94%	7916 [0.935,0.945]	1991 [0.929,0.949]	332 [0.91,0.96]	94 [0.873,0.972]	48 [0.83,0.98]	32 [0.788,0.984]	19 [0.7,0.989]
95%	6173 [0.945,0.955]	1557 [0.939,0.959]	264 [0.919,0.969]	78 [0.88,0.98]	42 [0.837,0.985]	28 [0.791,0.989]	17 [0.697,0.993]
96%	4512 [0.955,0.965]	1144 [0.949,0.969]	200 [0.928,0.978]	63 [0.887,0.986]	35 [0.841,0.99]	25 [0.798,0.993]	16 [0.707,0.995]
97%	2977 [0.965,0.975]	763 [0.958,0.978]	141 [0.936,0.986]	49 [0.893,0.992]	29 [0.845,0.994]	21 [0.797,0.996]	14 [0.701,0.997]
98%	1631 [0.974,0.984]	431 [0.968,0.988]	90 [0.943,0.993]	36 [0.897,0.996]	24 [0.853,0.997]	18 [0.804,0.998]	13 [0.717,0.999]
99%	580 [0.984,0.994]	173 [0.976,0.996]	49 [0.948,0.998]	25 [0.902,0.999]	18 [0.855,0.999]	15 [0.816,1]	11 [0.714,1]
100%	10 [0.993,1]	9 [0.985,1]	8 [0.965,1]	7 [0.903,1]	7 [0.903,1]	7 [0.903,1]	7 [0.903,1]

**Tableau 2 – Prélèvement 30MS - Taille d'échantillon nécessaire à l'estimation paramétrique (distribution de Weibull) d'un taux donné avec une précision donnée.**

Taux de Non Conformité	Longueur de l'intervalle de confiance à 95%						
	1%	2%	5%	10%	15%	20%	30%
0%	19 [0,0.009]	15 [0,0.019]	11 [0,0.047]	9 [0,0.079]	7 [0,0.143]	6 [0,0.141]	5 [0,0.206]
1%	847 [0.006,0.016]	230 [0.004,0.023]	52 [0.001,0.05]	21 [0,0.097]	13 [0,0.143]	9 [0,0.182]	6 [0,0.274]
2%	1971 [0.015,0.025]	502 [0.012,0.032]	89 [0.005,0.055]	28 [0.001,0.101]	16 [0,0.145]	11 [0,0.189]	6 [0,0.278]
3%	3122 [0.025,0.035]	786 [0.021,0.041]	131 [0.012,0.062]	37 [0.004,0.104]	19 [0.002,0.148]	12 [0.001,0.196]	7 [0,0.276]
4%	4231 [0.035,0.045]	1061 [0.031,0.051]	173 [0.02,0.07]	46 [0.009,0.109]	22 [0.004,0.153]	14 [0.002,0.194]	7 [0,0.282]
5%	5278 [0.045,0.055]	1321 [0.041,0.061]	213 [0.029,0.079]	55 [0.016,0.115]	26 [0.008,0.155]	15 [0.004,0.198]	8 [0.001,0.28]
6%	6260 [0.055,0.065]	1566 [0.051,0.071]	252 [0.038,0.088]	64 [0.023,0.123]	29 [0.013,0.162]	17 [0.007,0.203]	8 [0.002,0.289]
7%	7180 [0.065,0.075]	1795 [0.06,0.08]	288 [0.048,0.098]	72 [0.031,0.131]	33 [0.019,0.167]	19 [0.011,0.206]	9 [0.003,0.288]
8%	8056 [0.075,0.085]	2014 [0.07,0.09]	322 [0.057,0.107]	81 [0.039,0.139]	36 [0.026,0.175]	20 [0.016,0.214]	9 [0.005,0.297]
9%	8920 [0.085,0.095]	2230 [0.08,0.1]	357 [0.067,0.117]	89 [0.048,0.148]	39 [0.033,0.182]	22 [0.022,0.219]	10 [0.009,0.296]
10%	9736 [0.095,0.105]	2434 [0.09,0.11]	389 [0.077,0.127]	97 [0.057,0.157]	43 [0.041,0.19]	24 [0.029,0.225]	10 [0.011,0.308]
20%	16180 [0.195,0.205]	4044 [0.19,0.21]	646 [0.176,0.226]	161 [0.152,0.252]	71 [0.131,0.28]	39 [0.11,0.309]	17 [0.075,0.368]
30%	22959 [0.295,0.305]	5739 [0.29,0.31]	917 [0.275,0.325]	228 [0.251,0.351]	101 [0.227,0.376]	56 [0.203,0.403]	24 [0.158,0.456]
40%	30575 [0.395,0.405]	7643 [0.39,0.41]	1222 [0.375,0.425]	305 [0.35,0.45]	135 [0.325,0.474]	75 [0.299,0.499]	33 [0.25,0.546]
50%	37643 [0.495,0.505]	9410 [0.49,0.51]	1505 [0.475,0.525]	375 [0.449,0.549]	166 [0.423,0.572]	93 [0.396,0.595]	41 [0.342,0.639]
60%	41846 [0.595,0.605]	10461 [0.59,0.61]	1673 [0.575,0.625]	418 [0.548,0.648]	185 [0.521,0.671]	104 [0.492,0.692]	46 [0.434,0.732]
70%	40646 [0.695,0.705]	10162 [0.69,0.71]	1627 [0.674,0.724]	407 [0.647,0.747]	181 [0.618,0.768]	102 [0.587,0.787]	46 [0.524,0.821]
80%	32031 [0.795,0.805]	8011 [0.79,0.81]	1285 [0.774,0.824]	324 [0.745,0.845]	146 [0.713,0.863]	84 [0.68,0.879]	39 [0.608,0.905]
90%	15890 [0.895,0.905]	3980 [0.89,0.91]	646 [0.872,0.922]	169 [0.839,0.939]	80 [0.801,0.951]	49 [0.762,0.96]	26 [0.679,0.972]
91%	13998 [0.905,0.915]	3508 [0.899,0.919]	571 [0.882,0.932]	151 [0.848,0.948]	73 [0.81,0.959]	45 [0.768,0.967]	24 [0.681,0.977]
92%	12092 [0.915,0.925]	3033 [0.909,0.929]	496 [0.891,0.941]	133 [0.856,0.956]	65 [0.816,0.966]	41 [0.775,0.973]	23 [0.69,0.981]
93%	10190 [0.925,0.935]	2559 [0.919,0.939]	422 [0.901,0.951]	116 [0.865,0.964]	58 [0.824,0.973]	37 [0.78,0.979]	21 [0.69,0.986]
94%	8312 [0.935,0.945]	2091 [0.929,0.949]	348 [0.91,0.96]	98 [0.872,0.972]	51 [0.831,0.98]	33 [0.785,0.984]	20 [0.7,0.989]
95%	6485 [0.945,0.955]	1636 [0.939,0.959]	277 [0.919,0.969]	82 [0.88,0.98]	44 [0.837,0.985]	30 [0.793,0.989]	18 [0.699,0.993]
96%	4742 [0.955,0.965]	1202 [0.949,0.969]	210 [0.928,0.978]	66 [0.887,0.986]	37 [0.842,0.99]	26 [0.796,0.993]	17 [0.71,0.995]
97%	3130 [0.965,0.975]	802 [0.958,0.978]	149 [0.936,0.986]	51 [0.892,0.992]	31 [0.847,0.994]	22 [0.797,0.996]	15 [0.707,0.997]
98%	1716 [0.974,0.984]	453 [0.968,0.988]	95 [0.943,0.993]	38 [0.897,0.996]	25 [0.852,0.997]	19 [0.805,0.998]	13 [0.7,0.999]
99%	610 [0.984,0.994]	182 [0.976,0.996]	52 [0.949,0.998]	26 [0.901,0.999]	19 [0.856,0.999]	15 [0.803,1]	12 [0.729,1]
100%	11 [0.995,1]	10 [0.99,1]	9 [0.978,1]	8 [0.948,1]	7 [0.855,1]	7 [0.855,1]	7 [0.855,1]

## ANNEXE 2 : Méthodologie de regroupement des UDI

Afin d'évaluer annuellement l'exposition de la population au plomb d'origine hydrique, il est nécessaire de disposer annuellement de 45 échantillons **en réseau de distribution**. Pour les unités de distribution (UDI) ne faisant pas l'objet d'un contrôle annuel à hauteur de ce nombre minimum d'analyses, il est proposé de procéder à un regroupement de communes sur la base des critères suivants :

- **communes géographiquement voisines appartenant au même département.**
- eaux délivrées présentant des qualités proches en terme de pH, de température, d'alcalinité (TAC) et de teneurs en inhibiteurs de corrosion (si de tels traitements sont utilisés).

### A- Consignes pour le regroupement d'UDI

#### A1- contraintes de pH

D'après les différentes études réalisées (AGHTM, études européennes...), le pH apparaît comme le paramètre majeur contrôlant le relargage du plomb dans l'eau. Il convient ainsi de s'assurer que les UDI qu'on souhaite regrouper sont alimentées par des eaux d'acidité voisine. **On acceptera ainsi un écart maximal de 0,5 unité de pH entre les eaux alimentant les UDI dont on envisage le regroupement. On comparera les moyennes annuelles de pH au point de mise en distribution des eaux.**

#### A2- contraintes de température

D'après les différentes études réalisées (AGHTM, études européennes...), les relargages de plomb sont amplifiés en période chaude. Il convient ainsi de s'assurer que les eaux distribuées dans les UDI qu'on souhaite regrouper présentent des températures voisines. **On acceptera ainsi un écart maximal de 3°C entre les eaux alimentant les UDI dont on envisage le regroupement. On comparera respectivement la moyenne de température sur les 4 mois les plus chauds (moyenne globale sur les mois de juin, juillet, août et septembre) et les 4 mois les plus froids (moyenne globale sur les mois de décembre, janvier, février et mars) au point de mise en distribution des eaux.**

#### A3- contraintes d'alcalinité

D'après les différentes études réalisées (AGHTM, études européennes...), les relargages de plomb sont amplifiés lorsque l'alcalinité est faible (eaux douces) ou très élevées (eaux très dures). Il convient ainsi de s'assurer que les eaux distribuées dans les UDI qu'on souhaite regrouper présentent d'alcalinités voisines. **On acceptera ainsi un écart maximal de TAC de 5°F entre les eaux alimentant les UDI dont on envisage le regroupement. On comparera les moyennes annuelles de TAC au point de mise en distribution des eaux.**

#### A4- inhibiteurs de corrosion

Les UDI faisant l'objet d'un traitement filmogène anti-corrosion (à base d'orthophosphate, de polyphosphate, de zinc, de silicate...) feront l'objet d'un regroupement spécifique entre elles et ne seront pas regroupées avec les UDI ne faisant pas l'objet d'un traitement de même type. On s'assurera toutefois que les taux de traitement employés sont voisins.

**Pour les campagnes décrites par la présente note, il est toutefois préférable pour une simplicité d'interprétation des résultats de ne pas sélectionner d'UDI dans lesquelles un traitement à base d'inhibiteurs de corrosion est utilisé.**

## ANNEXE 3 : Plan d'action

Afin de procéder de manière similaire dans les différents départements concernés, il est proposé de :

- Définir le nombre total d'échantillons (NT) pouvant être recueilli durant la campagne,
- Définir les valeurs moyennes de Température (mois chauds et mois froids), de pH, de TAC pour chaque captage alimentant les UDI du département,
- Cartographier si possible ces résultats par UDI,
- Identifier pour chaque UDI, les contraintes réglementaires d'échantillonnage du paramètre plomb en distribution (analyse de type D2, décret 2001-1220 du 20 décembre 2001),
- Procéder au regroupement du plus grand nombre d'UDI répondant selon les contraintes définies dans l'annexe 2. Pour chaque regroupement d'UDI, la somme des fréquences d'échantillonnage sera calculée.
- Valider les regroupements d'UDI à échantillonner par la DGS. Détermination du nombre définitif d'échantillons pour les campagnes de prélèvements. Les résultats des regroupements seront transmis selon le format de l'annexe 4.
- Pour la présente campagne de prélèvements, prévoir sur les regroupements d'UDI d'échantillonner si possible chaque UDI avec un minimum de 6 échantillons par UDI (ou avec la fréquence d'échantillonnage prévue par le décret 2001-1220 si cette fréquence est supérieure à 6).
- Sélectionner un certain nombre d'UDI ou de regroupement d'UDI dans lesquels les prélèvements seront réalisés afin d'atteindre le nombre total NT d'échantillons. Compte-tenu des budgets alloués, 1 ou 2 regroupements d'UDI devrai(en)t faire l'objet de campagnes de prélèvements.
- Réaliser des campagnes de prélèvement en utilisant la technique **d'échantillonnage aléatoire au robinet des consommateurs, en ne prélevant qu'une seule fois par habitation et en prélevant chaque UDI séparément avec la fréquence d'échantillonnage définie précédemment** (au minimum 6 prélèvements).
- Faire le bilan par UDI ou groupement d'UDI et transmettre les bilans à la Direction Générale de la Santé (Bureau 7A) selon le format présenté en annexe 5.

## ANNEXE 4 : Format de transmission des informations au bureau 7A de la Direction Générale de la Santé

### Tableau de renseignements – à remplir pour chaque regroupement d'UDI

N°UDI ou regroupement d'UDI	Nom de l'UDI	Code SISE-Eaux de l'UDI	Population desservie	Fréquence annuelle réglementaire - analyse B2	Nombre d'échantillons prélevés au cours de cette campagne	Nom du captage alimentant tout ou partie de l'UDI	Débit m3/j	Code SISE-Eaux du captage	Type de ressource (RS, RP)	Moyenne des températures - période estivale	Moyenne des températures - période hivernale	moyenne de pH	moyenne de TAC	
1	Ville 1 haut service	XX1	10000	2	6	Haut service 1	1000	XX1a	RS	14	10	7,5	15	
						Haut service 2	1500	XX1b	RS	13	11	7,4	20	
	Ville 1 bas service	XX2	2000	1	6	Bas service 1	10000	XX1c	RS	15	12	7,3	19	
	Villages 2 et 3	XX3	300	0,4	6	F1	20	XX1d	RS	15	12	7,1	18	
						F2	30	XX1e	RS	15	12	7,1	20	
	Village 4	XX15	200	0,3	6	Village4	50	XX12F	RS	15	12	7	15	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
<b>Total</b>			<b>12500</b>	<b>3,7</b>	<b>24</b>		<b>12600</b>				<b>11,5</b>	<b>7,2</b>	<b>17,8</b>	
Commentaires			(somme des populations de chaque UDI)	(somme des fréquences réglementaires)	(Nombre total d'échantillons prélevés au cours de la campagne)		(débit alimentant le regroupement d'UDI)			(moyenne de température en période estivale)	(moyenne de température en période hivernale)	(moyenne de pH)	(moyenne de TAC)	

**Tableau de relevés de concentration plomb – à remplir pour chaque regroupement d’UDI**

Nom de l'UDI	N°UDI ou regroupement d'UDI	Code SISE-Eaux de l'UDI	Concentration moyenne en plomb (µg/L)	Point de prélèvement (nom ou raison étage, rue, ville)	Concentration en plomb (µg/L)
Ville 1 haut service	1	XX1			
Ville 1 bas service	1	XX2			
Villages 2 et 3	1	XX3			
Village 4					
...					

# ANNEXE F

**Arrêté du 4 novembre 2002** relatif aux modalités d'évaluation du potentiel de dissolution du plomb pris en application de l'article 36 du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

LE MINISTRE DE LA SANTE, DE LA FAMILLE ET DES PERSONNES HANDICAPEES,

Vu le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles,

Vu l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments,

ARRETE

- Article 1 :** Les informations que doit utiliser la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau pour l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau au point de mise en distribution de l'eau, conformément aux dispositions prévues à l'article 36 du décret susvisé, sont définies à l'annexe I du présent arrêté.
- Article 2 :** La grille d'interprétation des résultats obtenus que la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau devra utiliser pour caractériser le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau aux points considérés comme représentatifs de la qualité de l'eau de l'unité de distribution, à partir des mesures de pH effectuées conformément à l'annexe I, est donnée en annexe II du présent arrêté.
- Article 3 :** Dans le cas où les mesures de pH disponibles n'ont pas été effectuées selon les préconisations mentionnées dans l'annexe I du présent arrêté, la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau doit compléter l'étude prévue à l'article 36 du décret susvisé par l'établissement d'un programme planifié de mesures de pH réalisées conformément à l'annexe I. Ces mesures sont à réaliser dans un délai maximal d'un an après la remise de l'étude et les résultats devront être portés à la connaissance du préfet au terme de ce délai.
- Article 4 :** Toute information supplémentaire permettant d'évaluer la capacité de dissolution du plomb dans l'eau pourra être jointe à l'étude prévue à l'article 36 du décret susvisé. La

méthode utilisée pour obtenir ces informations complémentaires et l'interprétation des résultats devront être précisément décrites dans l'étude qui sera transmise au préfet.

**Article 5 :** Pour les eaux subissant un traitement correctif vis-à-vis de la corrosivité du plomb, la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau doit fournir toute information complémentaire permettant d'apprécier l'évolution de la capacité de dissolution du plomb dans l'eau à la suite de la mise en œuvre du traitement précité.

**Article 6 :** Lorsque les caractéristiques de l'eau subissent des fluctuations importantes, le préfet pourra demander des études complémentaires à la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau dans un délai d'un an après réception de l'étude prévue à l'article 36 du décret susvisé.

**Article 7 :** Le directeur général de la santé est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au journal officiel de la République française.

**Fait à Paris, le 4 novembre 2002**

Yves Coquin

## ANNEXE I

### **Informations minimales nécessaires pour évaluer le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau aux points considérés comme représentatifs de la qualité de l'eau de l'unité de distribution**

L'évaluation du potentiel de dissolution est basée sur des mesures de pH qui ont été faites sur 12 mois minimum. Les analyses réalisées les années antérieures peuvent être prises en compte tant que les conditions de production, de traitement et de distribution sont comparables à celles présentes à la date de remise au préfet de l'étude du potentiel de dissolution du plomb.

Les mesures utilisées doivent avoir été réalisées in situ et aux points considérés comme représentatifs de la qualité de l'eau de l'unité de distribution, selon la norme NF T 90-008.

Il s'agit soit d'analyses du contrôle sanitaire réalisées en application du décret n° 89-3 du 3 janvier 1989 modifié relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles et du décret susvisé soit d'analyses réalisées dans le cadre de la surveillance mise en œuvre par la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau. Dans ce dernier cas, celle-ci doit apporter la preuve que ces analyses ont été réalisées dans les conditions mentionnées dans la présente annexe.

Le nombre minimum de mesures sur une année pris en compte pour l'appréciation du potentiel de dissolution du plomb est précisé dans le tableau ci-après :

Débit en m <sup>3</sup> /j	< 100	100-999	1000-9999	10000-19999	≥ 20000
Nombre de mesures de pH	2	4	6	12	24
Modalités de réalisation	La moitié des analyses en saison chaude et l'autre moitié en saison froide				

## ANNEXE II

### Grille d'interprétation des résultats d'analyses de pH réalisées en application de l'annexe I

Les résultats d'analyses de pH doivent être présentés sous une forme identique au tableau ci-après.

Type de contrôle	Nombre de mesures de pH	pH minimal	pH maximal	Médiane des mesures de pH	5 <sup>ème</sup> centile	10 <sup>ème</sup> centile
Contrôle sanitaire (CS)						
Surveillance réalisée par la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau (S)						
CS + S						

Une valeur de référence de pH est définie à partir de l'ensemble des analyses disponibles relevant du contrôle sanitaire et, le cas échéant, de la surveillance réalisée par la personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau.

Elle correspond au :

- pH minimal si le nombre total d'analyses est strictement inférieur à 10 ;
- 10<sup>ème</sup> centile si le nombre total d'analyses est compris entre 10 et 19 ;
- 5<sup>ème</sup> centile si le nombre total d'analyses est supérieur à égal à 20.

La valeur de référence de pH permet d'évaluer le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau aux points considérés comme représentatifs de la qualité de l'eau de l'unité de distribution. Cette valeur de référence de pH est à reporter dans une des classes de référence de pH telles que définies dans la grille d'interprétation ci-après.

Classe de référence de pH	Caractérisation du potentiel de dissolution du plomb
$\text{pH} \leq 7$	Potentiel de dissolution du plomb très élevé
$7,0 < \text{pH} \leq 7,5$	Potentiel de dissolution du plomb élevé
$7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	Potentiel de dissolution du plomb moyen
$8,0 < \text{pH}$	Potentiel de dissolution du plomb faible

# ANNEXE G

**Arrêté du 31 décembre 2003** relatif aux conditions d'échantillonnage à mettre en œuvre pour mesurer le plomb, le cuivre et le nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine, pris en application de l'article R. 1321-20 du code de la santé publique.

Le ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées,

Vu la directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, et notamment les annexes I et II ;

Vu le code de la santé publique, notamment son article R. 1321-20 ;

Vu l'avis de l'agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 19 décembre 2003.

Arrête :

**Article 1 :** Le présent arrêté définit les conditions d'échantillonnage à mettre en œuvre pour déterminer les teneurs en plomb, en cuivre et en nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine dans le cadre du programme d'analyses mentionné aux articles R. 1321-15 à R. 1321-19 et à l'annexe 13-2 du code de la santé publique.

**Article 2 :** Le prélèvement porte sur un volume d'un litre d'eau soutiré en une seule fois, sans réalisation préalable de purges des installations de distribution d'eau et de prélèvements d'eau avant la prise d'échantillon.

Le prélèvement est réalisé au cours de la journée, durant les heures habituelles d'activité, au point où l'eau sort des robinets qui sont normalement utilisés pour la consommation humaine.

**Article 3 :** Les lieux de prélèvements d'échantillon d'eau sont choisis de manière aléatoire.

**Article 4 :** Le directeur général de la santé est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 31 décembre 2003

Yves Coquin

# ANNEXE H



**MINISTÈRE DE LA SANTÉ, DE LA FAMILLE  
ET DES PERSONNES HANDICAPÉES**

**Direction générale de la santé**

Paris, le 5 février 2004

Sous-direction de la gestion des risques des  
milieux

**DGS/SD7 A - N°**

Bureau des Eaux

Le ministre de la santé, de la famille et  
des personnes handicapées

à

Mesdames et Messieurs les Préfets de  
Région  
Directions Régionales des Affaires  
Sanitaires et Sociales

Mesdames et Messieurs les Préfets de  
Département

Directions Départementales des Affaires  
Sanitaires et Sociales

**CIRCULAIRE DGS/SD7A n° 45 du 5 février 2004 relative au contrôle des paramètres  
plomb, cuivre et nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine**

Date d'application : immédiate

**Résumé** : La présente circulaire précise les dispositions à mettre en œuvre en matière de contrôle des paramètres plomb, cuivre et nickel dans l'eau destinée à la consommation humaine et les modalités d'information des consommateurs dans le cadre du contrôle sanitaire opéré pour ces paramètres. Des éléments pour l'évaluation de l'exposition individuelle des consommateurs hors du cadre du contrôle sanitaire sont également fournis.

**Mots clés** : eau, plomb, cuivre, nickel, potentiel de dissolution du plomb.

**Textes de référence** :

- Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine ;
- Code de la santé publique, articles R. 1321-1 et suivants ;
- Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- Arrêté du 4 novembre 2002 relatif aux modalités d'évaluation du potentiel de dissolution du plomb pris en application de l'article 36 du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- Arrêté du 31 décembre 2003 relatif aux conditions d'échantillonnage à mettre en œuvre pour mesurer le plomb, le cuivre et le nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine, pris en application de l'article R. 1321-20 du code de la santé publique ;
- Circulaire DGS/N° 309 du 3 mai 2002 définissant les orientations du ministère de la santé et les

actions à mettre en œuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002 ;

- Circulaire DGS/SD7A n° 2002/592 du 6 décembre 2002 concernant l'application de l'arrêté du 4 novembre 2002 relatif à l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau pris en application de l'article 36 du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- Circulaire DGS/SD7A n° 633 du 30 décembre 2003 relative à l'application des articles R. 1321-1 et suivants du code de la santé publique concernant les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- Avis du CSHPF du 6 janvier 2004 ;
- Avis de l'AFSSA du 16 janvier 2004 ;
- Texte des recommandations de la conférence de consensus : « Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte – prévention et prise en charge médico-sociale » – 5 et 6 novembre 2003 – Université catholique – Lille – Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en santé, Société Française de Pédiatrie, Société Française de Santé Publique.

**Textes abrogés ou modifiés** : Néant

Les articles du code de la santé publique, qui transposent la directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, introduisent notamment de nouvelles limites de qualité pour les paramètres plomb, cuivre et nickel et fixent désormais le point de conformité de la qualité de l'eau fournie par un réseau de distribution aux robinets normalement utilisés par le consommateur. La Commission européenne doit réviser les dispositions de l'annexe II de la directive précitée, en particulier celles relatives au contrôle des paramètres plomb, cuivre et nickel. En outre, elle prépare des lignes directrices communautaires concernant la surveillance de ces trois paramètres. Ces lignes directrices qui constitueront des recommandations pour les Etats membres auront pour objectif de définir un protocole de surveillance harmonisé de ces paramètres.

La présente circulaire reprend les dispositions essentielles du projet de lignes directrices communautaires et a pour objectifs :

- de définir la stratégie d'échantillonnage à mettre en œuvre pour les paramètres plomb, cuivre et nickel dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine ;
- de fournir des éléments d'information aux DDASS pour l'interprétation et l'exploitation des résultats de ce contrôle ;
- de préciser l'information à diffuser aux consommateurs ;
- d'indiquer des éléments pour la mesure des teneurs en plomb dans l'eau hors du cadre du contrôle sanitaire.

Les recommandations sur l'eau de boisson établies par l'Organisation mondiale de la santé (1994 et 1998) apportent des éléments d'information sur les effets sanitaires susceptibles d'être induits par les trois substances précitées.

En ce qui concerne le plomb, il convient de mettre en perspective les limites de qualité et les résultats des analyses du plomb dans l'eau chez le consommateur dans le contexte spécifique de la lutte contre le saturnisme. S'agissant des risques sanitaires liés à l'exposition au plomb quel que soit le vecteur (air, eau, alimentation, peinture au plomb), la conférence de consensus des 5 et 6 novembre 2003 a conclu<sup>1</sup> : « pour des imprégnations faibles, les conséquences de l'imprégnation par le plomb pendant la grossesse sont difficilement mesurables du fait de la faible puissance des études ; mais une imprégnation importante peut avoir des conséquences graves. Le jury recommande :

- d'éviter une surexposition de la mère pendant la grossesse et de l'enfant après la naissance [...] ; »

---

<sup>1</sup> Texte des recommandations disponible sur le site de l'ANAES : [www.anaes.fr](http://www.anaes.fr) (rubrique : Publications ; thème : dépistage)

Des informations complémentaires sur les effets sanitaires du plomb sont disponibles dans le dossier « saturnisme » du site internet du ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées.

## **I Eléments d'information sur la présence de plomb, de cuivre et de nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine**

### **I.1 Le plomb**

Le contact entre l'eau et le plomb présent dans les réseaux de distribution d'eau est généralement à l'origine de la présence de plomb dans l'eau délivrée au consommateur compte tenu de l'absence quasi systématique de plomb dans les ressources et à la sortie des installations de production d'eau. Selon les informations disponibles dans la base nationale de données SISE-Eaux<sup>2</sup>, seules 1,5 % des analyses réalisées au niveau des ressources en eau entre 1999 et 2002 dans le cadre du contrôle sanitaire ont montré la présence de plomb à des teneurs supérieures ou égales à 10 µg/L (0,4 % pour le seuil de 25 µg/L).

L'origine principale de plomb dans les réseaux de distribution d'eau provient des canalisations en plomb (branchements publics et réseaux intérieurs). Le plomb a cessé d'être employé dans les années 1950 dans les canalisations des réseaux intérieurs de distribution. Il a été utilisé pour les branchements publics jusque dans les années 1960 et de manière marginale, jusque dans les années 1990.

Le plomb peut également provenir d'autres matériaux présents dans les réseaux intérieurs de distribution d'eau :

- les soudures avec additions de plomb, utilisées auparavant pour l'assemblage des réseaux en cuivre, qui contiennent environ 60 % de plomb. L'arrêté du 10 juin 1996 a interdit leur utilisation dans les installations fixes de traitement et de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine ;
- les alliages cuivreux (robinetterie, vannes..) et le laiton qui peuvent contenir jusqu'à 5 à 6 % de plomb ;
- le zinc de galvanisation de l'acier galvanisé qui peut contenir jusqu'à 1% de plomb ;
- certains PVC d'origine étrangère qui pouvaient autrefois contenir des stabilisants à base de sels de plomb (stéarate de plomb), notamment les pièces moulées.

Outre les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (notamment le pH et le titre alcalimétrique complet, TAC) jouant un rôle important, la dissolution du plomb contenu dans les éléments constitutifs des réseaux de distribution d'eau est d'autant plus favorisée que :

- le temps de stagnation de l'eau dans les canalisations en plomb est long ;
- la longueur des canalisations en plomb est importante ;
- la température de l'eau est élevée : la solubilité du plomb dans l'eau est deux fois plus importante à 25°C qu'à 15°C;
- il existe des phénomènes d'électrolyse, dus par exemple à la mise à la terre des installations électriques en utilisant des canalisations d'eau<sup>3</sup> ou à la juxtaposition de matériaux différents (par exemple, la présence de plomb et de cuivre dans un réseau intérieur accroît la dissolution du plomb dans l'eau).

En conséquence, la teneur en plomb dans l'eau au robinet d'un consommateur est difficilement prédictible et peut différer d'un point d'utilisation à l'autre<sup>4</sup>. Compte tenu de la faible fréquence

---

<sup>2</sup> Système d'Information Santé-Environnement sur les Eaux.

<sup>3</sup> La mise à la terre en utilisant des canalisations d'eau est interdite d'une manière générale. Elle peut être autorisée à titre dérogatoire dans les logements anciens à condition que la sécurité des usagers et des personnels d'exploitation de distribution d'eau soit assurée (art. R. 1321-58).

<sup>4</sup> Différentes enquêtes ont montré cette variabilité :

annuelle d'échantillonnage pour les analyses de type D2 fixées par la réglementation pour les unités de distribution, les résultats des contrôles n'auront de signification que pour le point d'utilisation concerné et non pour l'ensemble de l'unité de distribution d'eau.

## **I.2 Le cuivre**

La dissolution du cuivre contenu dans les éléments constitutifs du réseau intérieur de distribution d'eau est la source principale de la présence de cuivre dans l'eau d'alimentation. Des études ont montré que les caractéristiques de l'eau, en particulier le pH mais également le titre hydrotimétrique (TH) et le carbone organique total (COT), influencent fortement les teneurs en cuivre dans l'eau d'alimentation. Outre les eaux faiblement minéralisées, les eaux de pH inférieur à 7,5, de TH élevé (> 25 °f) et dont le COT est supérieur à 1,5 mg/L favoriseraient en particulier la dissolution du cuivre dans l'eau<sup>5</sup>. Des travaux d'identification de ces zones pour lesquelles l'eau distribuée est susceptible d'entraîner une dissolution importante du cuivre et des études relatives aux méthodes de prélèvement de cuivre au robinet du consommateur sont actuellement en cours.

## **I.3 Le nickel**

Le nickel qui est présent dans l'eau d'alimentation provient principalement des accessoires de robinetterie dont le revêtement en chrome ne recouvre pas totalement les parties nickelées. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau influencent de manière moindre la dissolution du nickel dans l'eau que pour les cas du plomb et du cuivre. Par ailleurs, la présence de nickel est également observée dans certaines ressources souterraines et superficielles. Peu d'études scientifiques concernant la relation entre la présence d'accessoires de robinetterie et la teneur en nickel dans l'eau d'alimentation sont disponibles.

## **II Modalités d'échantillonnage pour les paramètres plomb, cuivre et nickel dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux**

Compte tenu des connaissances scientifiques actuelles et dans le but d'harmoniser les conditions pratiques de mise en œuvre, les modalités d'échantillonnage définies ci-après sont applicables pour l'analyse du plomb, du cuivre et du nickel dans l'eau.

Afin de répondre aux exigences communautaires et d'obtenir des résultats d'analyses interprétables, il vous est demandé de respecter les modalités suivantes dans le cadre du contrôle sanitaire pour déterminer les programmes d'analyses et les lieux de prélèvement ainsi que pour interpréter les résultats :

- les prélèvements doivent être réalisés aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine (principalement le robinet de la cuisine dans les habitations) selon la méthode définie à l'article 2 de l'arrêté du 31 décembre 2003 susvisé ;
- les mesures des teneurs en plomb, en cuivre et en nickel sont réalisées sur le même échantillon d'eau prélevé ;

---

- Etude du Centre de Recherche et de Contrôle des Eaux de la ville de Paris (1991-1996) ;

- Etudes conduites par l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux (1994, 1996 et 2000).

<sup>5</sup> Copper release of copper tubes in contact with hard drinking waters. St. Priggemeyer, S. Priggemeyer, E. Meyer, W. Sauter, M. Brey, G. Schüz, P. Arens et A. Baukloh.

- la méthode d'échantillonnage par regroupement des unités de distribution (UDI) mentionnée dans le guide pratique de l'AGHTM<sup>6</sup> diffusé par circulaire DGS du 3 mai 2002 susmentionnée ne doit pas être appliquée dans le cadre du contrôle sanitaire ;
- les fréquences d'analyses du contrôle sanitaire sont fixées à l'annexe 13-2 du code de la santé publique (analyse de type D2). Pour des raisons de facilité de mise en œuvre, l'ensemble des prélèvements pour l'analyse des paramètres précités pourront être réalisés au cours de campagnes de mesures spécifiques.
- les lieux de prélèvements doivent être choisis de manière aléatoire indépendamment du caractère public ou privé du lieu et des caractéristiques des réseaux intérieurs de distribution d'eau (nature des canalisations,...). Ils sont redéfinis à chaque nouvelle campagne de contrôle et peuvent être déterminés par tirage au sort.

Il est souhaitable, dans la mesure du possible, que le consommateur ou le responsable de l'établissement concerné par le contrôle soit avisé préalablement à la visite du préleveur. En cas d'impossibilité ou de difficulté pratique pour accéder à un point de prélèvement tiré au sort, il convient de rechercher un autre point dans le voisinage ou de procéder à un nouveau tirage au sort.

Dans l'application informatique SISE-Eaux, un prélèvement spécifique pour les paramètres plomb, cuivre et nickel de l'analyse de type D2 doit être créé par la DDASS. Une représentativité « P » et un motif « CP » seront attribués à ce type de prélèvement<sup>7</sup>.

### **III Information du public dans le cadre du contrôle sanitaire**

#### **III.1 Information individuelle dans le cadre du contrôle sanitaire**

Lors du prélèvement, le préleveur pourra interroger le consommateur ou le responsable de l'établissement sur la présence éventuelle de canalisations en plomb et de dispositif collectif ou individuel pouvant modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (adoucisseur,...).

La DDASS informera par écrit de manière circonstanciée le consommateur ou le responsable de l'établissement, selon le cas, des résultats du contrôle sanitaire en lui indiquant les limites d'interprétation. Elle précisera ainsi :

- les résultats d'analyses de plomb, cuivre et nickel dans l'eau ;
- les exigences de qualité des paramètres précités<sup>8</sup> ;
- que les résultats d'analyses sont représentatifs de la qualité de l'eau au moment du prélèvement, étant entendu que les conditions de soutirages d'eau antérieurs au prélèvement influencent ces résultats ;
- que les résultats d'analyses ne permettent pas d'évaluer son exposition moyenne hebdomadaire à ces trois substances via l'eau d'alimentation ;
- les origines du plomb, du cuivre et du nickel dans l'eau et les facteurs influant leur dissolution dans l'eau (cf. I.1) ;
- l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau<sup>9</sup> selon les modalités fixées par l'arrêté du 4 novembre 2002 ;

---

<sup>6</sup> Contrôle de la concentration en plomb dans l'eau – Echantillonnage, prélèvement, analyse, interprétation AGHTM (juin 2001).

<sup>7</sup> Se reporter à l'annexe 9 de la circulaire DGS/SD7A n° 633 du 30 décembre 2003 pour des informations complémentaires.

<sup>8</sup> Pour le plomb, la limite de qualité est fixée à 25 µg/L et à 10 µg/L à partir du 25 décembre 2013.

Pour le cuivre, la limite de qualité est fixée à 2 mg/L et la référence de qualité est fixée à 1 mg/L.

Pour le nickel, la limite de qualité est fixée à 20 µg/L.

- l'intérêt de mettre en œuvre un repérage des canalisations en plomb dans son réseau intérieur de distribution d'eau (cf. III.3) ;
- la possibilité pour le consommateur ou le responsable de l'établissement d'interroger le gestionnaire du réseau d'eau pour connaître la nature du branchement public au lieu de prélèvement et sa date prévisionnelle de renouvellement lorsque ce dernier est en plomb ;

La DDASS transmettra au consommateur ou au responsable de l'établissement l'annexe de la présente circulaire.

Dans le cas particulier du plomb, l'information tiendra compte de l'existence ou non de canalisations en plomb qui aura pu être signalée par le consommateur et de la teneur en plomb mesurée. Elle comprendra les éléments de langage suivants :

- Teneur en plomb<sup>10</sup> < 10 µg/L : La teneur en plomb dans l'eau au moment du prélèvement est inférieure à la limite de qualité. Cependant, ce résultat ne prouve pas que le réseau de distribution d'eau (réseau intérieur et/ou branchement public) ne comporte pas d'éléments (canalisations, soudures...) contenant du plomb ;
- Teneur en plomb ≥ 10 et < 25 µg/L : La teneur en plomb dans l'eau au moment du prélèvement est inférieure à la limite de qualité. Cependant, la présence de canalisations en plomb est très probable dans le réseau de distribution d'eau (réseau intérieur et/ou branchement public). En cas de stagnation prolongée de l'eau dans le réseau de distribution, des teneurs en plomb dans l'eau supérieures à 25 µg/L peuvent être éventuellement mesurées au point de prélèvement chez le particulier ;
- Teneur en plomb ≥ 25 µg/L : la présence de canalisations en plomb est très probable dans le réseau de distribution d'eau (réseau intérieur et/ou branchement public).

Dans l'état des connaissances scientifiques actuelles, une telle interprétation des résultats ne peut être réalisée pour les paramètres cuivre et nickel.

### **III.2 Information figurant sur le bulletin d'analyses affiché en mairie**

Le résultat de la mesure de la teneur en plomb, en cuivre et en nickel dans l'eau, opérée selon les dispositions mentionnées au II de la présente note, n'a de signification que pour le(s) point(s) d'utilisation concerné(s) et n'est (ne sont) pas représentatif(s) des teneurs moyennes au niveau de l'unité de distribution compte tenu des fréquences d'analyses du contrôle sanitaire en application des dispositions communautaires. En conséquence, pour les paramètres précités, le bulletin d'analyses affiché en mairie devra comporter le commentaire suivant :

« Ces teneurs en plomb, en cuivre et en nickel ne valent que pour le(s) point(s) d'utilisation où elles ont été respectivement mesurées. Compte tenu de l'influence du réseau de distribution d'eau (réseau intérieur et éventuellement branchement public) sur la dissolution des métaux, ces valeurs ne sont pas représentatives de la qualité de l'eau pour l'ensemble des consommateurs du réseau de distribution ».

*La fiche figurant à l'annexe 1 sera transmise aux maires qui pourront l'afficher en mairie.*

### **III.3 Information particulière relative au plomb dans la note de synthèse annuelle sur la qualité de l'eau jointe à la facture d'eau**

Lorsque des résultats d'analyses figurent dans la note de synthèse, le commentaire précédent adapté au cas du plomb devra être indiqué.

---

<sup>9</sup> Le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau ne permet pas de prévoir la teneur réelle en plomb à un moment donné en un point d'utilisation particulier mais a pour but d'apprécier et de hiérarchiser les niveaux pouvant être observés.

<sup>10</sup> La limite de détection est fixée à 1 µg/L pour le paramètre plomb.

Des éléments d'information relatifs au plomb devront figurer dans la note de synthèse annuelle sur la qualité de l'eau afin de répondre aux obligations communautaires et aux dispositions de l'article R. 1321-47. Cette information comprendra :

- les éléments de la fiche figurant à l'annexe 1 dans le cas où la diffusion de cette fiche complète ne peut être réalisée ;
- l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau telle que définie par l'arrêté du 4 novembre 2002 ;

Il pourra être rappelé l'intérêt de mettre en œuvre un repérage des canalisations en plomb du réseau intérieur lorsque la date de construction des logements est antérieure à 1955 préférentiellement à la réalisation d'un grand nombre d'analyses d'eau à la charge du consommateur (cf. IV).

S'agissant du repérage des canalisations en plomb dans les réseaux intérieurs de distribution d'eau, l'Agence française de normalisation (AFNOR) a publié une norme technique (NF P41-021) qui permettra l'harmonisation des pratiques des professionnels. A noter que l'état des risques d'accessibilité au plomb prévu à l'article L. 1334-5 du code de la santé publique et le futur constat de risque d'exposition au plomb prévu dans le projet de loi relatif à la politique de santé publique n'imposent pas actuellement de repérer les canalisations en plomb au moment de la vente d'un logement ancien.

### **III.4 Information particulière relative au plomb figurant dans les rapports sur la qualité de l'eau élaborés aux échelons départemental, régional et du bassin hydrographique**

Il vous est demandé d'indiquer dans les rapports sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine élaborés aux échelons départemental, régional et du bassin hydrographique des informations sur les teneurs en plomb dans l'eau d'alimentation.

Ces informations pourront concerner notamment le potentiel de dissolution du plomb dans l'eau, le nombre total d'analyses réalisées, le nombre d'analyses non-conformes, la médiane des résultats d'analyses et la teneur maximale en plomb dans l'eau d'alimentation.

L'exploitation des données à l'échelon départemental, régional ou du bassin hydrographique permet de disposer d'un nombre de résultats suffisant pour l'élaboration de telles synthèses.

## **IV Eléments pour la mesure des teneurs en plomb dans l'eau hors du cadre du contrôle sanitaire**

Cette partie a pour objectif de fournir des éléments d'information pour les DDASS qui seraient sollicitées par des particuliers ou des professionnels souhaitant réaliser des analyses de la teneur en plomb dans l'eau.

Il n'est pas du ressort de la DDASS de réaliser des analyses de plomb dans l'eau à la demande des particuliers. Par contre, tout consommateur peut faire procéder, à ses frais, à une mesure de la teneur en plomb dans l'eau qui lui est distribuée. Dans ce cas, il lui sera conseillé de s'adresser à un laboratoire d'analyses d'eau agréé ou au moins accrédité par le COFRAC pour cette analyse. Le laboratoire pourra informer le consommateur des diverses méthodes de prélèvement possibles et de leurs limites d'interprétation telles que présentées en annexe 2.

### **IV.1 La méthode de prélèvement de référence**

La méthode de prélèvement de référence permettant de déterminer l'exposition individuelle au plomb d'origine hydrique, en particulier la quantité moyenne ingérée par le consommateur, est celle du prélèvement proportionnel à condition que le protocole en soit scrupuleusement respecté. Cependant,

cette méthode est difficile à mettre en œuvre et coûteuse. De plus, le résultat de l'analyse n'est représentatif de l'exposition que pour la période correspondant à la durée du prélèvement et pour ce point d'utilisation.

Le résultat obtenu par cette méthode ne peut être rigoureusement comparé à la limite de qualité fixée par la réglementation compte tenu des modalités de prélèvement différentes entre la présente méthode et celle du contrôle sanitaire (cf. II).

## **IV.2 Les méthodes de prélèvement recommandées**

La solution qui peut être recommandée à un particulier pour apprécier la situation quant à la présence de plomb dans l'eau consiste à réaliser deux prélèvements, l'un après trente minutes de stagnation et l'autre après écoulement. En effet, on considère habituellement qu'une période de 30 minutes correspond au temps moyen de stagnation de l'eau entre deux utilisations. De plus, le résultat obtenu avec le prélèvement après écoulement correspond à l'exposition minimale du consommateur.

Dans ce cas, l'interprétation des résultats sera la suivante :

### **Prélèvement après 30 minutes de stagnation**

- Teneur en plomb  $< 5 \mu\text{g/L}$  : le réseau de distribution (réseau intérieur et branchement public) ne comporte vraisemblablement pas ou très peu de canalisations en plomb ;
- Teneur en plomb  $\geq 5$  et  $< 10 \mu\text{g/L}$  : la présence de canalisations en plomb est possible dans le réseau de distribution (réseau intérieur et/ou branchement public). En cas de stagnation prolongée de l'eau dans le réseau, des teneurs en plomb dans l'eau supérieures à  $10 \mu\text{g/L}$  peuvent être éventuellement mesurées ;
- Teneur en plomb  $\geq 10 \mu\text{g/L}$  : la présence de canalisations en plomb est très probable dans le réseau de distribution (réseau intérieur et/ou branchement public).

### **Prélèvement après écoulement (2<sup>ème</sup> jet)**

- Teneur en plomb  $\geq 5 \mu\text{g/L}$  et  $< 10 \mu\text{g/L}$  : la présence de canalisations en plomb est probable dans le réseau de distribution (réseau intérieur et/ou branchement public). En cas de stagnation prolongée de l'eau dans le réseau de distribution, des teneurs en plomb dans l'eau supérieures à  $10 \mu\text{g/L}$  peuvent être mesurées ;
- Teneur en plomb  $\geq 10 \mu\text{g/L}$  : la présence de canalisations en plomb est très probable dans le réseau de distribution (réseau intérieur et/ou branchement public). Il est nécessaire de laisser couler l'eau (généralement une à deux minutes) avant son usage pour l'alimentation.

Si la valeur mesurée sur un prélèvement après écoulement est supérieure ou du même ordre de grandeur que celle obtenue après un prélèvement après 30 minutes de stagnation, deux explications principales peuvent être avancées :

- la durée de l'écoulement préalable au prélèvement « 2<sup>ème</sup> jet » n'a pas été suffisante (longueur importante de canalisations en plomb) ;
- du plomb particulaire a été entraîné lors de la purge.

De même que pour la méthode de référence, les résultats obtenus par ces méthodes ne peuvent être rigoureusement comparés à la limite de qualité fixée par la réglementation.

## **IV.3 La méthode de prélèvement pour déterminer l'exposition maximale**

Un prélèvement après stagnation nocturne permet d'apprécier l'exposition maximale du consommateur au plomb d'origine hydrique en situation courante (hors situation d'absence prolongée).

Dans tous les cas, le laboratoire d'analyses pourra rappeler d'une part les recommandations générales de consommation figurant en annexe 1 et d'autre part que seule la réalisation d'un repérage permet de s'assurer de l'éventuelle présence de canalisations en plomb dans le réseau intérieur de distribution d'eau.

## **V Actions à mener**

Je vous demande de transmettre la présente circulaire aux personnes publiques ou privées responsables de la distribution d'eau et aux laboratoires d'analyses d'eau agréés. Les dispositions concernant le contrôle des paramètres plomb, cuivre et nickel et les modalités d'information des consommateurs, conformément aux dispositions de l'article R. 1321-47 du code de la santé publique, devront être mises en application dès à présent. Vous rappellerez aux maires que le rapport annuel sur le prix et la qualité des services publics de l'eau potable doit désormais comprendre le nombre et le pourcentage de branchements publics en plomb supprimés ou modifiés au cours de l'année écoulée, conformément aux dispositions de l'article 37 du décret n° 2001-1220 mentionné en référence.

Vous inviterez les responsables d'installations de distribution d'eau à établir un programme de remplacement des branchements publics en plomb en donnant la priorité aux lieux recevant des enfants à bas âge (crèches, écoles maternelles, hôpitaux, centre de vacances...) et aux lieux de fabrication et de préparation de denrées alimentaires (industries alimentaires, restaurants, cantines scolaires...). Vous les informerez également sur les aides financières mobilisables pour ces travaux (cf. documents mis en ligne sur le réseau d'échanges en santé-environnement dans la rubrique « plomb et eaux d'alimentation »).

Je vous rappelle que les DRASS doivent transmettre à la DGS, avant le 31 mars 2004, l'évaluation du potentiel de dissolution du plomb dans l'eau que chaque personne publique ou privée responsable de la distribution d'eau devait vous remettre pour le 31 décembre 2003. J'ai saisi les instances nationales d'expertises concernant les mesures correctives à mettre en œuvre pour réduire la dissolution du plomb dans l'eau et l'utilisation des traitements filmogènes à base d'orthophosphates. Je vous fournirai prochainement des instructions sur ces deux points.

Il est possible que les lignes directrices communautaires fixent à l'avenir des analyses complémentaires par UDI afin de pouvoir interpréter statistiquement les résultats des paramètres plomb, cuivre et nickel au niveau de cette UDI. Je vous tiendrai informé des éventuelles mesures complémentaires à mettre en œuvre le cas échéant.

Par ailleurs, je vous indique que la direction générale de la santé prépare actuellement une campagne nationale d'information sur le plomb d'origine hydrique. Des éléments de présentation de cette campagne, en particulier le dossier de presse interministériel sur l'eau et le plomb du 19 décembre 2003<sup>11</sup>, sont accessibles via le réseau d'échange en santé-environnement.

Vous voudrez bien me faire part, sous le présent timbre, des éventuelles difficultés rencontrées pour l'application de la présente circulaire.

Thierry Michelon

## **Annexe 1**

### **L'eau du robinet et les métaux : plomb, cuivre et nickel**

---

<sup>11</sup> Dossier de presse en ligne sur le site internet du ministère chargé de la santé : [www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr) (rubrique point presse / les dossiers)

## Information au consommateur

La qualité de l'eau du robinet est surveillée par le responsable de la distribution d'eau et contrôlée par les directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS).

La présence de métaux tels que le plomb, le cuivre et le nickel dans l'eau à la sortie des installations de production d'eau est faible voire indécelable. Cependant, ces substances peuvent se retrouver à des concentrations supérieures dans l'eau du robinet du consommateur. Cette présence éventuelle est alors due à la dissolution dans l'eau de ces métaux contenus dans les canalisations (réseaux intérieurs et éventuellement branchements publics), les vannes et les éléments de robinetterie des réseaux intérieurs du bâtiment. La dissolution des métaux dans l'eau peut être augmentée par la stagnation de manière prolongée de l'eau dans les canalisations internes et la présence éventuelle d'un dispositif collectif ou individuel d'adoucissement de l'eau.

### *Recommandations générales de consommation*

Le plomb est un toxique dont il convient de limiter l'accumulation dans l'organisme. Il est donc recommandé lorsque l'eau a stagné dans les canalisations (par exemple le matin au réveil ou au retour d'une journée de travail) de n'utiliser l'eau froide du robinet pour la boisson ou la préparation des aliments, qu'après une période recommandée d'une à deux minutes d'écoulement. Une vaisselle préalable (voire une douche si la salle d'eau est alimentée par la même colonne montante que la cuisine) permet d'éliminer l'eau ayant stagné dans les tuyaux sans la gaspiller.

Cette pratique assure l'élimination de la plus grande partie des éléments métalliques dissous dans l'eau.

Il est également déconseillé d'utiliser l'eau chaude du robinet pour la préparation des denrées alimentaires (café, thé, cuisson des légumes et des pâtes...) dans la mesure où une température élevée favorise la migration des métaux dans l'eau.

Les commerces ou entreprises alimentaires et les cantines ne doivent utiliser l'eau du réseau pour la fabrication des denrées alimentaires qu'après un écoulement prolongé correspondant à la contenance des canalisations intérieures de l'établissement.

Ces recommandations de consommation doivent être particulièrement respectées pour les femmes enceintes et les enfants en bas âge en présence de canalisations en plomb qui ont pu être employées jusque dans les années 1950 pour les canalisations du réseau de distribution interne de l'habitation et jusque dans les années 1960 pour les branchements publics.

### *Limites et références de qualité réglementaires au robinet du consommateur en application du code de la santé publique*

Plomb : la limite de qualité est fixée à 25 µg/L et sera de 10 µg/L à partir du 25 décembre 2013.

Cuivre : la limite de qualité est fixée à 2 mg/L et la référence de qualité est fixée à 1 mg/L.

Nickel : la limite de qualité est fixée à 20 µg/L.

## Annexe 2

### Les méthodes de prélèvement des échantillons d'eau pour la mesure des teneurs en métaux

Les résultats de la mesure de la teneur en plomb, en cuivre ou en nickel dans l'eau au robinet d'un consommateur dépendent de la méthode de prélèvement utilisée. Plusieurs méthodes de prélèvement ont fait l'objet d'études comparatives réalisées à l'échelon européen (Rapport EUR 19087 – *Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water*) et national (études de l'association générale des hygiénistes et techniciens municipaux en 1994, 1996 et 2000, etc...). Ces méthodes correspondent chacune à des objectifs de contrôle différents.

La **méthode de prélèvement définie selon les modalités de l'arrêté du 31 décembre 2003** consiste à prélever un échantillon d'un litre d'eau, soutiré en seule fois, sans réalisation préalable de purges des installations de distribution d'eau (sous-entendu au niveau du logement) et de prélèvements d'eau avant la prise d'échantillon. Le prélèvement est réalisé au cours de la journée, durant les heures habituelles d'activité, au point où l'eau sort des robinets qui sont normalement utilisés pour la consommation humaine.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- résultats interprétables statistiquement au niveau d'une zone de distribution d'eau lorsque le nombre de prélèvements est suffisamment important</li><li>- peu de contraintes pour la réalisation du prélèvement : simplicité de mise en œuvre et peu de dérangement pour le consommateur</li><li>- peu onéreux</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- besoin d'un nombre important de prélèvements pour interpréter statistiquement les résultats au niveau d'une zone de distribution</li><li>- interprétation difficile des résultats pour un particulier</li><li>- le résultat n'est pas représentatif de l'exposition moyenne du consommateur</li><li>- mauvaise reproductibilité des résultats au niveau individuel</li></ul>

Le **prélèvement proportionnel** consiste à prélever automatiquement, un volume d'eau à chaque fois que le consommateur utilise de l'eau pour un usage alimentaire. Ce type de prélèvement nécessite l'installation d'un dispositif spécifique (dit « robinet intégrateur ») chez le consommateur.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>- interprétation du résultat au niveau individuel et évaluation possible de l'exposition moyenne du consommateur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- importantes contraintes liées à la réalisation du prélèvement : mise en place d'un dispositif spécifique encombrant chez le consommateur et nécessité d'une coopération active du consommateur</li><li>- le résultat est représentatif uniquement de la période du prélèvement</li><li>- la représentativité du résultat dépend directement de la bonne mise en œuvre du prélèvement par le consommateur</li><li>- très onéreux</li></ul>

Le **prélèvement après écoulement (dit « 2<sup>ème</sup> jet »)** consiste à prélever un échantillon de deux litres d'eau après un écoulement prolongé. La durée de l'écoulement doit être suffisante pour renouveler au moins trois fois le volume d'eau contenu dans le réseau intérieur : une durée de 3 minutes à débit moyen est suffisante dans la plupart des cas.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- détermination d'une teneur correspondant à la concentration minimale à laquelle est exposé le consommateur</li> <li>- bonne reproductibilité des résultats obtenus</li> <li>- peu de contraintes de réalisation : simplicité de mise en œuvre et peu de dérangement pour le consommateur</li> <li>- peu onéreux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- non représentatif de l'exposition moyenne du consommateur</li> </ul>

Le **prélèvement après stagnation contrôlée** consiste à prélever un échantillon de deux litres d'eau au robinet du consommateur après stagnation de l'eau dans le réseau intérieur. Un écoulement prolongé (cf. prélèvement après écoulement) doit être réalisé au préalable et l'ensemble des robinets du logement doivent ensuite être fermés de manière à supprimer tout usage de l'eau pendant la stagnation. Une fois le temps de stagnation écoulé, un échantillon est prélevé sans purge préalable.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- reproductibilité des résultats satisfaisante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- il convient d'interrompre tout usage d'eau dans le logement pendant la stagnation</li> <li>- onéreux (présence du préleveur pendant la durée de stagnation)</li> </ul>

On considère habituellement qu'une période de 30 minutes correspond à un temps moyen de stagnation de l'eau entre deux utilisations.

Le **prélèvement après stagnation nocturne** consiste à prélever sans purge et prélèvement préalables un échantillon de deux litres d'eau au robinet du consommateur après stagnation de l'eau dans le réseau intérieur pendant la nuit.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- détermination d'une teneur correspondant à la concentration maximale en situation courante (hors absence prolongée) à laquelle est exposé le consommateur</li> <li>- peu onéreux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- non représentatif de l'exposition moyenne du consommateur</li> <li>- faible reproductibilité</li> <li>- la durée précise de la stagnation est inconnue</li> <li>- nécessité, dans la plupart des cas, que le prélèvement soit réalisé par le consommateur</li> </ul>

D'autres techniques de prélèvement peuvent également être mises en œuvre pour des études spécifiques (par exemple: **prélèvements fractionnés, prélèvements ciblés sur les portions métalliques du réseau d'eau...**).

# ANNEXE I

## RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS

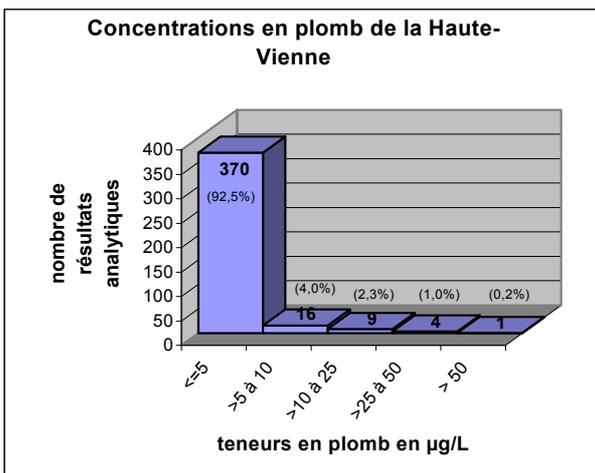
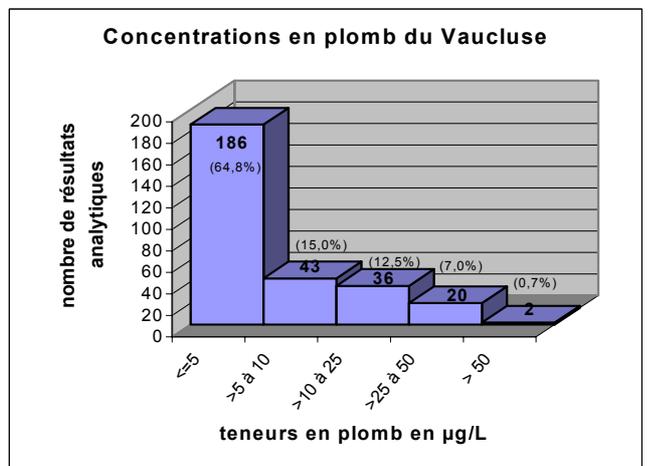
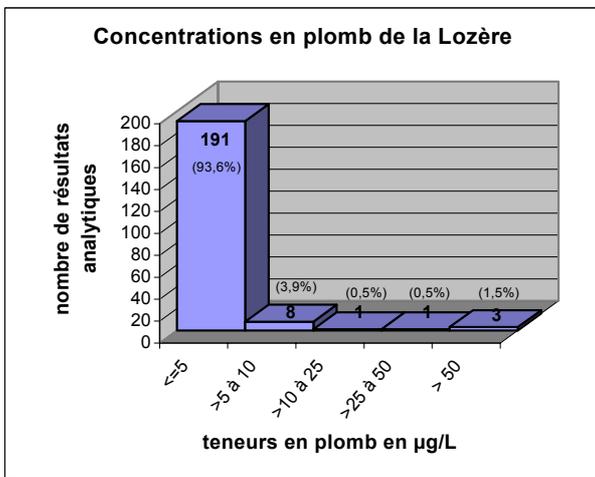
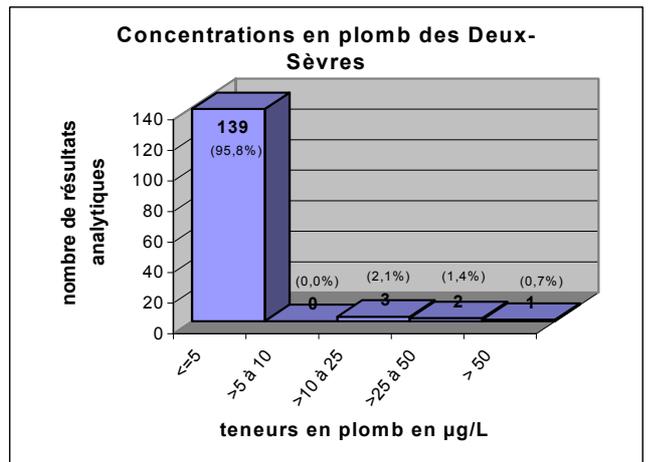
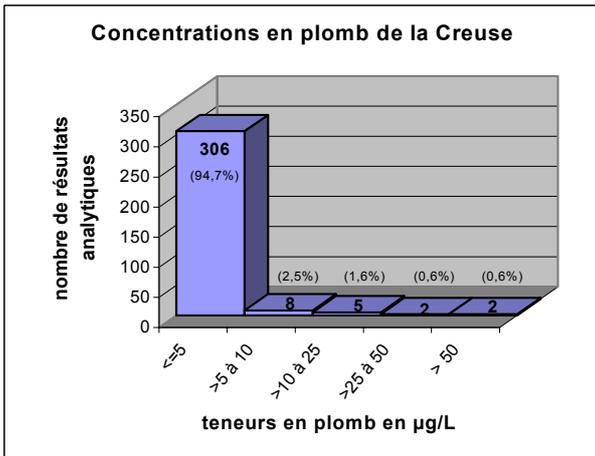
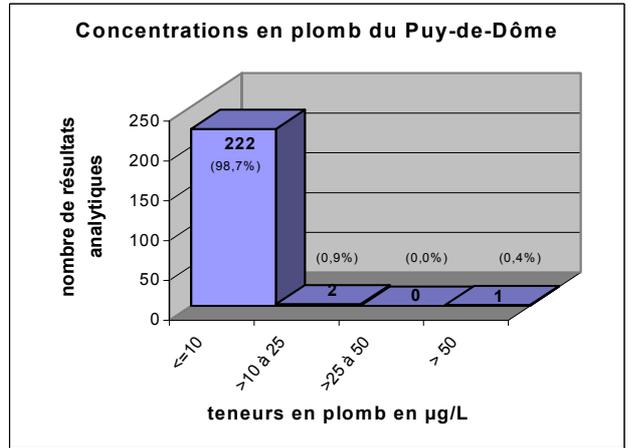
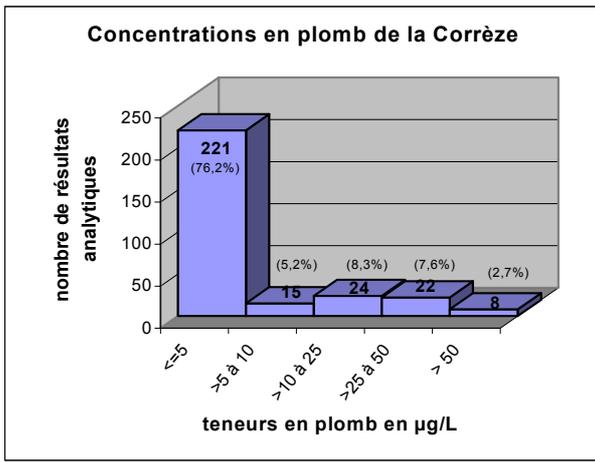
	groupe	nombre mesures	écart type µg/L	minimum en µg/L	médiane en µg/L	centile 75 en µg/L	centile 90 en µg/L	maximum en µg/L
<b>Corrèze</b>	19-1	48	50,59	0,00	0,00	1,25	7,20	349,00
	19-2	51	23,79	0,00	0,00	23,00	40,00	146,00
	19-3	45	12,42	0,00	0,00	8,00	18,20	48,00
	19-4	48	11,32	0,00	0,00	2,50	15,30	64,00
	19-5	48	6,45	0,00	0,00	1,25	5,90	45,00
	19-6	50	87,83	0,00	0,00	5,75	53,10	510,00
<b>Creuse</b>	23-1	45	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00
	23-2	47	20,01	0,00	0,00	0,00	2,64	135,20
	23-3	46	12,97	0,00	0,00	0,00	0,00	87,70
	23-4	45	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00	30,70
	23-5	44	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50
	23-6	48	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40
	23-7	48	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00
<b>Lozère</b>	48-1	144	151,80	0,00	0,00	2,00	4,00	1800,00
	48-2	60	1,39	0,00	0,00	2,00	2,00	7,00
<b>Puy-de-Dôme</b>	63-1	114	40,68	0,00	0,00	0,00	0,00	434,00
	63-2	66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	63-3	45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Deux-Sèvres</b>	79-1	50	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	32,00
	79-2	48	8,55	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00
	79-3	47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vaucluse</b>	84-1	47	21,41	0,00	0,00	6,50	13,40	110,00
	84-2	52	8,75	0,00	0,00	9,00	15,90	34,00
	84-3	40	8,66	0,00	0,00	0,00	20,20	30,00
	84-4	10	5,42	0,00	0,00	5,75	12,20	14,00
	84-5	45	6,45	0,00	0,00	6,00	13,20	28,00
	84-6	45	12,22	0,00	6,00	12,00	25,60	50,00
	84-7	48	12,44	0,00	0,00	10,50	27,20	46,00
<b>Haute-Vienne</b>	87-1	20	9,50	0,00	0,00	6,00	9,90	40,00
	87-2	146	4,36	0,00	0,00	2,00	4,00	44,00
	87-3	100	9,19	0,00	0,00	0,00	3,00	80,00
	87-4	80	4,78	0,00	0,00	0,00	3,00	32,00
	87-5	54	2,73	0,00	0,00	0,00	1,40	16,00

## REPARTITION DES TENEURS EN PLOMB PAR DEPARTEMENT (en nombre)

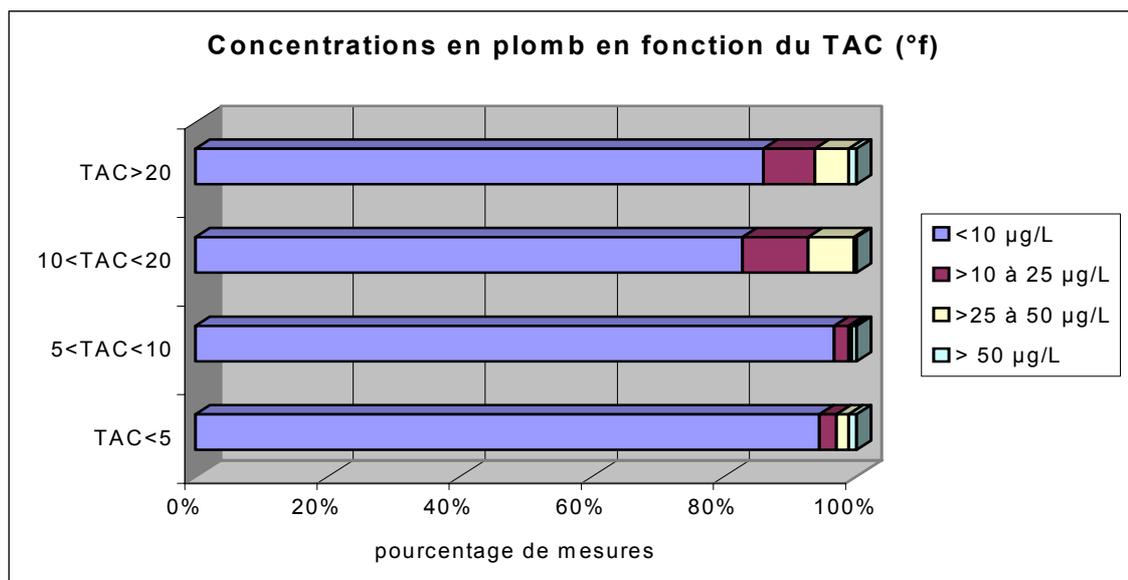
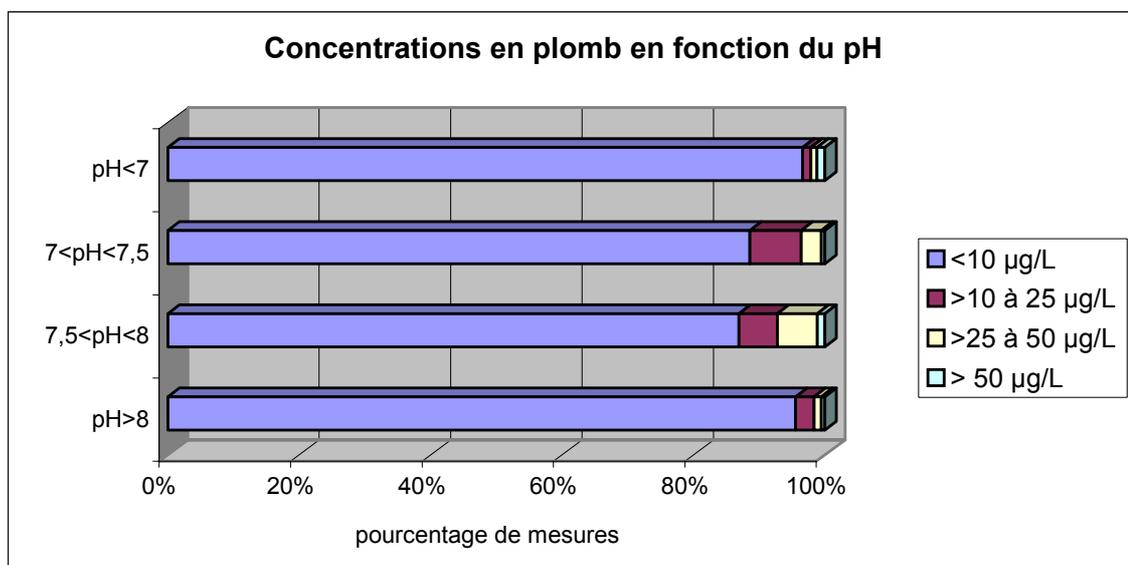
		Teneurs en plomb mesurées						
		groupe	≤ 5 µg/L	>5 à 10 µg/L	>10 à 25 µg/L	>25 à 50 µg/L	>50 à 100 µg/L	>100 µg/L
<b>Corrèze</b>	19-1		42	2	1	2	0	1
	19-2		28	5	7	10	0	1
	19-3		32	3	6	4	0	0
	19-4		39	2	5	1	1	0
	19-5		43	1	2	2	0	0
	19-6		37	2	3	3	1	4
	<b>total</b>		<b>221</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Creuse</b>	23-1		44	0	1	0	0	0
	23-2		42	1	3	0	0	1
	23-3		44	1	0	0	1	0
	23-4		41	2	1	1	0	0
	23-5		43	1	0	0	0	0
	23-6		43	2	0	0	0	0
	23-7		46	1	0	1	0	0
	<b>total</b>		<b>306</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Lozère</b>	48-1		132	7	1	1	0	3
	48-2		59	1	0	0	0	0
	<b>total</b>		<b>191</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Puy-de-Dôme</b>	63-1		111		2	0	0	1
	63-2		66		0	0	0	0
	63-3		45		0	0	0	0
	<b>total</b>		<b>222</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Deux-Sèvres</b>	79-1		47	0	2	1	0	0
	79-2		45	0	1	1	1	0
	79-3		47	0	0	0	0	0
	<b>total</b>		<b>139</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Vaucluse</b>	84-1		34	6	4	1	1	1
	84-2		34	9	6	3	0	0
	84-3		32	2	3	3	0	0
	84-4		7	1	2	0	0	0
	84-5		30	9	5	1	0	0
	84-6		22	7	11	5	0	0
	84-7		27	9	5	7	0	0
	<b>total</b>		<b>186</b>	<b>43</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Haute-Vienne</b>	87-1		14	4	1	1	0	0
	87-2		137	6	2	1	0	0
	87-3		93	2	3	1	1	0
	87-4		75	2	2	1	0	0
	87-5		51	2	1	0	0	0
	<b>total</b>		<b>370</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

## REPARTITION DES TENEURS EN PLOMB PAR DEPARTEMENT (en pourcentage)

		Teneurs en plomb mesurées						
		groupe	≤ 5 µg/L	>5 à 10 µg/L	>10 à 25 µg/L	>25 à 50 µg/L	>50 à 100 µg/L	>100 µg/L
<b>Corrèze</b>	19-1		87,50%	4,17%	2,08%	4,17%	0,00%	2,08%
	19-2		54,90%	9,80%	13,73%	19,61%	0,00%	1,96%
	19-3		71,11%	6,67%	13,33%	8,89%	0,00%	0,00%
	19-4		81,25%	4,17%	10,42%	2,08%	2,08%	0,00%
	19-5		89,58%	2,08%	4,17%	4,17%	0,00%	0,00%
	19-6		74,00%	4,00%	6,00%	6,00%	2,00%	8,00%
	<b>total</b>			<b>76,21%</b>	<b>5,17%</b>	<b>8,28%</b>	<b>7,59%</b>	<b>0,69%</b>
<b>Creuse</b>	23-1		97,78%	0,00%	2,22%	0,00%	0,00%	0,00%
	23-2		89,36%	2,13%	6,38%	0,00%	0,00%	2,13%
	23-3		95,65%	2,17%	0,00%	0,00%	2,17%	0,00%
	23-4		91,11%	4,44%	2,22%	2,22%	0,00%	0,00%
	23-5		97,73%	2,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	23-6		95,83%	4,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	23-7		95,83%	2,08%	0,00%	2,08%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>94,74%</b>	<b>2,48%</b>	<b>1,55%</b>	<b>0,62%</b>	<b>0,31%</b>
<b>Lozère</b>	48-1		91,67%	4,86%	0,69%	0,69%	0,00%	2,08%
	48-2		98,33%	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>93,63%</b>	<b>3,92%</b>	<b>0,49%</b>	<b>0,49%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Puy-de-Dôme</b>	63-1		97,37%		1,75%	0,00%	0,00%	0,88%
	63-2		100,0%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	63-3		100,0%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>98,67%</b>	<b>0,89%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,44%</b>
<b>Deux-Sèvres</b>	79-1		94,00%	0,00%	4,00%	2,00%	0,00%	0,00%
	79-2		93,75%	0,00%	2,08%	2,08%	2,08%	0,00%
	79-3		100,0%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>95,86%</b>	<b>0,00%</b>	<b>2,07%</b>	<b>1,38%</b>	<b>0,69%</b>
<b>Vaucluse</b>	84-1		72,34%	12,77%	8,51%	2,13%	2,13%	2,13%
	84-2		65,38%	17,31%	11,54%	5,77%	0,00%	0,00%
	84-3		80,00%	5,00%	7,50%	7,50%	0,00%	0,00%
	84-4		70,00%	10,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	84-5		66,67%	20,00%	11,11%	2,22%	0,00%	0,00%
	84-6		48,89%	15,56%	24,44%	11,11%	0,00%	0,00%
	84-7		56,25%	18,75%	10,42%	14,58%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>64,81%</b>	<b>14,98%</b>	<b>12,54%</b>	<b>6,97%</b>	<b>0,35%</b>
<b>Haute-Vienne</b>	87-1		70,00%	20,00%	5,00%	5,00%	0,00%	0,00%
	87-2		93,84%	4,11%	1,37%	0,68%	0,00%	0,00%
	87-3		93,00%	2,00%	3,00%	1,00%	1,00%	0,00%
	87-4		93,75%	2,50%	2,50%	1,25%	0,00%	0,00%
	87-5		94,44%	3,70%	1,85%	0,00%	0,00%	0,00%
	<b>total</b>			<b>92,50%</b>	<b>4,00%</b>	<b>2,25%</b>	<b>1,00%</b>	<b>0,25%</b>



	Limites de quantification du plomb
Corrèze	1 µg/L
Creuse	5 µg/L
Lozère	Non connu
Puy-de-Dôme	10 µg/L
Deux-Sèvres	Non connu
Vaucluse	5 µg/L
Haute-Vienne	Non connu



## REPARTITION DES TENEURS EN PLOMB PAR ENSEMBLE (en nombre)

		Teneurs en plomb mesurées						
		groupe	≤ 5 µg/L	>5 à 10 µg/L	>10 à 25 µg/L	>25 à 50 µg/L	>50 à 100 µg/L	>100 µg/L
Ensemble A	19-6		37	2	3	3	1	4
	23-6		46	2	0	0	0	0
	23-7		46	1	0	1	0	0
	48-1		132	7	1	1	0	3
	48-2		59	1	0	0	0	0
	63-1		111		2	0	0	1
	63-2		66		0	0	0	0
	63-3		45		0	0	0	0
	87-1		14	4	1	1	0	0
	87-2		137	6	2	1	0	0
	<b>total</b>		<b>471</b>	<b>245</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
Ensemble B	19-4		39	2	5	1	1	0
	23-1		44	0	1	0	0	0
	23-4		41	2	1	1	0	0
	23-5		43	1	0	0	0	0
	79-1		41	0	2	1	0	0
	84-1		34	6	4	1	1	1
	84-2		34	9	6	3	0	0
	84-3		32	2	3	3	0	0
	84-4		7	1	2	0	0	0
	84-5		30	9	5	1	0	0
	84-6		22	7	11	5	0	0
	87-5		51	2	1	0	0	0
<b>total</b>		<b>418</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
Ensemble C	19-1		42	2	1	2	0	1
	19-2		28	5	7	10	0	1
	19-3		32	3	6	4	0	0
	19-5		43	1	2	2	0	0
	23-2		42	1	3	0	0	1
	23-3		44	1	0	0	1	0
	79-2		45	0	1	1	1	0
	79-3		49	0	0	0	0	0
	84-7		27	9	5	7	0	0
	<b>total</b>		<b>353</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Ensemble D	87-3		93	2	3	1	1	0
	87-4		75	2	2	1	0	0
	<b>total</b>		<b>168</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

# ANNEXE J

**SOLUBILITE THEORIQUE DU PLOMB (en µg/L) A 25 °C EN  
FONCTION DU pH ET DU TAC DE L'EAU (MODELE DE SCHOCK)**

		pH									
		6.0	6.2	6.4	6.6	6.9	7.2	7.5	8.0	8.5	9.0
TAC (°f)	30	548	422	342	292	250	230	221	215	161	141
	20	587	447	359	304	256	233	223	186	135	109
	15	627	473	376	315	263	237	225	169	120	93
	10	706	524	410	337	276	245	227	149	104	77
	8	765	562	435	354	286	252	215	140	97	70
	6	863	626	477	382	302	262	201	130	89	64
	4	1060	754	561	439	335	259	187	119	80	57
	2	1650	1137	813	609	396	251	174	107	71	50
	1	2826	1903	1319	866	459	273	181	107	70	50
0.5	5165	3385	1969	1182	595	335	212	119	78	58	

**Note :** Les campagnes de prélèvement réalisées par l'AGHTM ont permis d'établir une corrélation entre la solubilité du plomb à 25°C ( $[Pb]_{max}$ ) et les concentrations moyennes ( $[Pb]_{moyen}$  ; prélèvement proportionnel) mesurées au robinet des consommateurs pour des réseaux comportant des canalisations en plomb.

Cette relation est la suivante :  $[Pb]_{moyen} = 0,09 [Pb]_{max}$

Ce coefficient de 0,09 peut être utilisé pour une estimation sommaire du niveau moyen des concentrations auquel on peut s'attendre en fonction du pH et du TAC.

# ANNEXE K

## **ANALYSE ET INTERPRETATION DES ECHANTILLONS PRELEVES APRES ECOULEMENT (2<sup>ème</sup> JET)**

L'intérêt de ce prélèvement est de pouvoir compléter l'information.

La comparaison 1<sup>er</sup> jet/2<sup>ème</sup> jet peut alors permettre une interprétation plus approfondie :

**1.** Le 2<sup>ème</sup> jet est également élevé, voire proche du 1<sup>er</sup> jet : il s'agit probablement d'un réseau comportant de grandes longueurs de plomb avec éventuellement des facteurs aggravants. *On peut craindre dans ce cas que la purge ne suffise pas le plus souvent à réduire sensiblement la concentration en plomb.*

**2.** 2<sup>ème</sup> jet << 1<sup>er</sup> jet : la purge préalable permet de réduire la concentration en plomb.

Dans les 2 cas, des mesures complémentaires avec une méthode de prélèvement mieux adaptée à l'évaluation individuelle (30 MS) et/ou un diagnostic de l'installation doivent être recommandés.

Dans le 2<sup>ème</sup> cas, si le réseau ne comporte pas à priori de canalisations en plomb, on peut en conclure que le plomb détecté dans l'échantillon aléatoire provient d'autres matériaux du réseau (c'est les cas notamment lorsqu'il y a une corrosion importante d'acier galvanisé, l'eau présentant alors souvent une turbidité élevée et une coloration jaune à rouge plus ou moins visible à l'œil).

### **Remarque :**

En principe, la valeur mesurée au 2<sup>ème</sup> jet devrait toujours être inférieure ou du même ordre de grandeur que celle de l'échantillon au 1<sup>er</sup> jet. Lorsque ce n'est pas le cas (2<sup>ème</sup> jet > 1<sup>er</sup> jet), 2 causes peuvent être avancées :

- la durée de purge préalable au 2<sup>ème</sup> jet a été insuffisante (cas des réseaux longs) ;
- la purge a provoqué l'entraînement de plomb particulaire.