

## LISTE DES TABLEAUX

### Chapitre I : Contexte expérimental et validation des méthodes analytiques

<b>Tableau I.1</b> : Localisation des prélèvements d'eaux de ruissellement sur le bassin versant du Marais à Paris	23
<b>Tableau I.2</b> : Prélèvements des retombées atmosphériques sèches (RS), humides (RH) et totales (RT)	25
<b>Tableau I.3</b> : Sites d'échantillonnage des dépôts de rues à l'aide d'un jet	32
<b>Tableau I.4</b> : Renseignements sur les dépôts collectés dans le réseau d'assainissement	34
<b>Tableau I.5</b> : Caractéristiques des rues échantillonnées pour les avaloirs et nombre d'échantillons collectés du 05/07/1996 au 04/07/1997 (d'après Gromaire-Mertz, 1998)	35
<b>Tableau I.6</b> : Conditions d'analyse des métaux en SAA mode flamme (Perkin Elmer)	39
<b>Tableau I.7</b> : Conditions d'analyse des métaux en SAA mode four : conditions standards utilisées (les limites de détection ont été mesurées lors de ce travail)	39
<b>Tableau I.8</b> : Comparaison des concentrations métalliques mesurées et certifiées des trois échantillons dissous de référence (les mesures ont été faites par SAA en mode four électrothermique et en mode flamme ; valeurs en $\mu\text{g.l}^{-1}$ )	42
<b>Tableau I.9</b> : Teneurs métalliques moyennes et écarts relatifs entre les duplicats d'extraction	50
<b>Tableau I.10</b> : Comparaison des teneurs métalliques du standard NIST 1648, évaluées à l'aide de deux protocoles de digestion, avec les valeurs certifiées (moyenne $\pm$ dispersion) ( $n = 2$ ) ; les valeurs entre parenthèse correspondent à l'écart relatif entre la moyenne mesurée et la valeur certifiée	58
<b>Tableau I.11</b> : Comparaison des teneurs métalliques des standards NIST 1648, BCR 144R et 146R avec les valeurs certifiées (moyenne $\pm$ écart-type ; $n = 6$ à $10$ )	60
<b>Tableau I.12</b> : Méthode d'extractions parallèles de métaux particuliers selon Serne (1975) : $V/m$ est le rapport du volume de réactif et de la masse d'échantillon	65
<b>Tableau I.13</b> : Schéma d'extractions parallèles de Lara-Cazenave (1994) réalisé sous atmosphère aérée	65

<b>Tableau I.14</b> : Principaux réactifs utilisés pour l'extraction de la fraction échangeable par extraction séquentielle des métaux particuliers	66
<b>Tableau I.15</b> : Principaux réactifs utilisés pour l'extraction de la fraction acido-soluble par extraction séquentielle des métaux particuliers	67
<b>Tableau I.16</b> : Principaux réactifs utilisés pour l'extraction de la fraction réductible par extraction séquentielle des métaux particuliers	68
<b>Tableau I.17</b> : Principaux réactifs utilisés pour l'extraction de la fraction oxydable par extraction séquentielle des métaux particuliers	68
<b>Tableau I.18</b> : Principaux réactifs utilisés pour l'extraction de la fraction résiduelle par extraction séquentielle des métaux particuliers	69
<b>Tableau I.19</b> : Caractéristiques des échantillons prélevés sur le BVUE pour la spéciation géochimique des métaux particuliers	73
<b>Tableau I.20</b> : Dispersion des duplicats de spéciation et de minéralisation : valeurs médianes (1 <sup>er</sup> décile et D <sup>er</sup> décile ; n = 23)	75
<b>Tableau I.21</b> : Caractéristiques des pré-colonnes, des colonnes et des éluants utilisés dans la détection des anions et des cations par chromatographie ionique	77
<b>Tableau I.22</b> : Comparaison entre les concentrations ioniques mesurées et indiquées sur une eau de source commerciale "Volcania" (n = 42 ; valeurs moyennes ± écart type en mg.l <sup>-1</sup> )	79
<b>Tableau I.23</b> : Incertitudes sur les concentrations totales au seuil de 95 %	84
<b>Tableau I.24</b> : Estimation des incertitudes d'analyse des métaux dissous au seuil de confiance de 95 %	85
<b>Tableau I.25</b> : Incertitudes estimées au seuil de confiance de 95% sur les concentrations métalliques en fonction de chaque type d'erreur (selon Gromaire-Mertz, 1998)	86
<b>Tableau I.26</b> : Estimation de l'incertitude globale sur les concentrations métalliques dissoutes au seuil de confiance de 95 % au cours d'un événement pluvieux	87
<b>Tableau I.27</b> : Estimation de l'incertitude globale sur les concentrations métalliques totales au seuil de confiance de 95 % au cours d'un événement pluvieux	87

## Chapitre II : Retombées atmosphériques de métaux traces et d'ions majeurs en milieu urbain

<b>Tableau II.1</b> : Périodes et hauteurs de pluie des prélèvements utilisés pour la comparaison des deux préleveurs de retombées atmosphériques	101
<b>Tableau II.2</b> : Teneurs métalliques de différentes particules atmosphériques prélevées en milieu urbain (exprimées en $\text{mg.kg}^{-1}$ m.s. ; pour ce travail, valeurs du premier et du dernier décile)	105
<b>Tableau II.3</b> : Caractéristiques météorologiques des 37 périodes d'échantillonnage sur le site de Paris du 21/05/96 au 22/10/97 : direction principale des vents supérieurs et inférieurs à $4 \text{ m.s}^{-1}$ , hauteur de pluie cumulée sur la période de prélèvement ; indices AIRPARIF	108
<b>Tableau II.4</b> : Concentrations moyennes de chlorures, de nitrates, de phosphates et de sulfates mesurées dans les eaux de pluie à Paris et relevées dans la littérature ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ )	167
<b>Tableau II.5</b> : Concentrations moyennes de sodium, d'ammonium, de potassium, de magnésium et de calcium mesurées dans les eaux de pluie à Paris et relevées dans la littérature ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ )	168
<b>Tableau II.6</b> : Contributions moyennes non marines de chlorures et de sulfates dans les eaux de pluie à Paris et dans la littérature (exprimées en pourcentage)	170
<b>Tableau II.7</b> : Coefficients de corrélation linéaire (R) entre les ions majeurs dans les eaux de pluie prélevées à Paris (les concentrations ioniques sont en $\mu\text{mole.l}^{-1}$ et la hauteur totale d'eau précipitée $H_{\text{tot}}$ est en mm)	170
<b>Tableau II.8</b> : Flux atmosphériques totaux d'anions et de cations majeurs (valeurs moyennes en $\text{mmole.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ )	174
<b>Tableau II.9</b> : Flux atmosphériques humides d'anions et de cations majeurs (valeurs moyennes en $\text{mmole.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ )	174
<b>Tableau II.10</b> : Flux atmosphériques secs d'anions et de cations majeurs (valeurs moyennes en $\text{mmole.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ )	175
<b>Tableau II.11</b> : Contribution moyenne des flux de dépôt sec au flux de dépôt total (valeur en pourcentage)	178
<b>Tableau II.12</b> : Valeurs moyennes et écart – type des $d_{10}$ , $d_{25}$ , $d_{50}$ , $d_{75}$ et $d_{90}$ des échantillons de retombées atmosphériques prélevés à Paris du 08/07/1996 au 01/07/1997 (exprimés en $\mu\text{m}$ )	183
<b>Tableau II.13</b> : Répartition des temps de résidence dans l'atmosphère en fonction des classes granulométriques des particules (Kauppinen et Pakkanen, 1990)	183

## Chapitre III : Dépôts de rue

<b>Tableau III.1 :</b> <i>Caractéristiques granulométriques des dépôts de rue (diamètre exprimé en <math>\mu\text{m}</math>)</i>	198
<b>Tableau III.2 :</b> <i>Masses linéaires du dépôt de rue (<math>\text{g.m}^{-1}</math> de trottoir)</i>	199
<b>Tableau III.3 :</b> <i>Concentrations métalliques surfaciques moyennes dans les dépôts de rue (<math>\text{mg.m}^{-1}</math> de trottoir pour les deux premières études et <math>\text{mg.m}^{-2}</math> pour les 3 dernières)</i>	200
<b>Tableau III.4 :</b> <i>Teneurs moyennes de cadmium, cuivre, plomb et zinc dans les dépôts de rue (<math>\text{mg.kg}^{-1}</math> m.s.)</i>	201
<b>Tableau III.5 :</b> <i>Charges surfaciques mesurées à l'aide des deux techniques de prélèvement des dépôts sur la rue de Béarn le 19/06/97 : comparaison avec les charges transportées par un événement pluvieux moyen (extrapolation de la mesure sur 3 avaloirs à l'ensemble du bassin versant ; valeurs minimales et maximales pour 12 pluies)</i>	207
<b>Tableau III.6 :</b> <i>Caractéristiques des 7 groupes de rues identifiées (d'après Gromaire-Mertz, 1998)</i>	208

## Chapitre IV : Eaux de ruissellement urbaines et eaux transitant à l'exutoire d'un réseau d'assainissement unitaire

<b>Tableau IV.1 :</b> <i>Concentrations métalliques totales dans l'eau potable prélevée le 10/03/97 (<math>\mu\text{g.l}^{-1}</math>)</i>	241
<b>Tableau IV.2 :</b> <i>Concentrations métalliques totales des eaux de ruissellement issues du lavage de la voirie du 11 au 25 Février 1998 (<math>\mu\text{g.l}^{-1}</math>)</i>	242
<b>Tableau IV.3 :</b> <i>Flux métalliques engendrés par le lavage de la voirie sur l'ensemble du bassin versant (<math>\text{g.j}^{-1}</math> ; <math>n = 16</math>)</i>	243
<b>Tableau IV.4 :</b> <i>Comparaison entre les teneurs métalliques dans les particules mobilisées par le lavage des rues et les retombées atmosphériques sèches et les dépôts de rue (valeurs médianes en <math>\text{mg.kg}^{-1}</math> m.s.)</i>	244
<b>Tableau IV.5 :</b> <i>Concentrations métalliques totales dans les eaux claires (<math>\mu\text{g.l}^{-1}</math>)</i>	245
<b>Tableau IV.6 :</b> <i>Concentrations métalliques totales, moyennées sur une journée, des eaux usées de temps sec prélevées à l'exutoire du bassin versant et dans d'autres collecteurs de la région parisienne (<math>\mu\text{g.l}^{-1}</math>)</i>	246
<b>Tableau IV.7 :</b> <i>Pourcentage de métaux présents sous forme particulière dans les eaux usées prélevées à l'exutoire du bassin versant (valeurs moyennes sur l'ensemble de la journée)</i>	247

<b>Tableau IV.8</b> : Teneurs métalliques particulières dans les eaux usées prélevées à l'exutoire du bassin versant (valeurs moyennes sur l'ensemble de la journée exprimées en $\text{mg.kg}^{-1}$ m.s.)	248
<b>Tableau IV.9</b> : Charges polluantes moyennes apportées par les eaux usées de temps sec à l'exutoire du bassin versant en janvier 1997 et mars-avril 1997 ( $\text{g.j}^{-1}$ et $\text{mg.j}^{-1}.\text{hab}^{-1}$ ) – Comparaison avec la bibliographie ( $\text{mg.j}^{-1}.\text{hab}^{-1}$ )	251
<b>Tableau IV.10</b> : Flux métalliques entrant et sortant du réseau d'assainissement par temps sec (valeurs médianes en $\text{g.j}^{-1}$ )	254
<b>Tableau IV.11</b> : Caractéristiques générales des événements pluvieux interceptés pour l'analyse des métaux traces dans les eaux de ruissellement urbaines	257
<b>Tableau IV.12</b> : Nombre de pluies recueillies sur chaque site de mesure	258
<b>Tableau IV.13</b> : Concentrations métalliques totales dans diverses eaux de ruissellement de temps de pluie ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ )	261
<b>Tableau IV.14</b> : Teneurs métalliques des eaux de ruissellement par temps de pluie ( $\text{mg.kg}^{-1}$ m.s.)	269
<b>Tableau IV.15</b> : Concentrations anioniques dans les eaux de ruissellement urbaines et en collecteur unitaire par temps de pluie ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ )	288
<b>Tableau IV.16</b> : Concentrations cationiques dans les eaux de ruissellement urbaines et en collecteur unitaire par temps de pluie ( $\mu\text{mole.l}^{-1}$ )	290

## **Chapitre V : Origine de la pollution métallique en milieu urbain et transport des métaux traces en réseau d'assainissement unitaire**

<b>Tableau V.1</b> : Contribution des retombées atmosphériques totales (sèches et humides) à la charge métallique véhiculée par les eaux de ruissellement urbaines (en %)	329
<b>Tableau V.2</b> : Teneurs métalliques dans différents types de particules en réseau d'assainissement : comparaison avec des échantillons de nature semblable (valeurs en $\text{mg.kg}^{-1}$ m.s.)	365
<b>Tableau V.3</b> : Comparaison entre les quantités de zinc particulaire entrant, érodées, sortantes par temps de pluie et stockées dans le réseau d'assainissement unitaire du bassin versant urbain du Marais (valeurs en grammes par événement pluvieux)	368

**Tableau V.4 :** *Estimations des quantités de zinc dissoutes échangées avec les particules en suspension et les stocks dans le cas du zinc (valeurs en grammes par événement)* 370