



23398 RM



ETUDE DE LA POLLUTION METALLIQUE TRANSPORTEE PAR LES EAUX DE RUISSELLEMENT EN MILIEU URBAIN

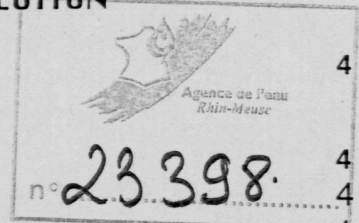
Programme d'Etudes et de Recherche 1996-1998
(convention du 29 mars 1996)



SOMMAIRE

1ÈRE PARTIE : EAUX DE TEMPS DE PLUIE : CARACTÉRISATION ET CONTRIBUTION DES RÉSERVOIRS DE POLLUTION

1. OBJECTIFS	4
2. MÉTHODOLOGIE	4
A. CHOIX DU SITE	4
1. Topographie	4
2. Imperméabilisation - Ventilation des surfaces	5
B. EQUIPEMENT ET INSTRUMENTATION DU BASSIN VERSANT	5
1. Dépôts atmosphériques	5
2. Eaux de ruissellement	5
3. Eaux résiduaires	5
4. Pluviométrie - Débitométrie	6
C. PARAMÈTRES SUIVIS	7
3. RÉSULTATS	7
A. CARACTÉRISATION DES EAUX USÉES DE TEMPS SEC	7
1. Qualité des eaux résiduaires de temps sec	8
a. Paramètres globaux	8
b. Composés azotés réduits et composés phosphorés	9
c. Éléments métalliques	9
2. Conclusion	9
B. CARACTÉRISATION DES EAUX DE TEMPS DE PLUIE	9
1. Caractéristiques des événements pluvieux étudiés	9
2. Dépôts atmosphériques	10
a. Paramètres de pollution globale	10
b. Éléments métalliques	10
3. Eaux de Ruissellement	10
a. Paramètres de pollution globale	10
b. Éléments métalliques	11
4. Eaux résiduaires de temps de pluie	12
a. Paramètres de pollution globale	12
b. Éléments métalliques	13
5. Evolution de la charge polluante au cours de la pluie	15
a. Cas de l'événement du 02/09/98	15
b. Pollution du premier flot	15
C. CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS RESERVOIRS DE POLLUTION	16
1. Pollution globale	16
2. Éléments métalliques	17
4. CONCLUSION	18



2NDE PARTIE : IMPACT DU BALAYAGE MÉCANISÉ SUR LA QUALITÉ DES EAUX DE RUISSÈLEMENT

1. ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES	21
A. CARACTÉRISTIQUES DE LA POLLUTION ACCUMULÉE SUR LES CHAUSSÉES	21
B. EFFICACITÉ DES TECHNIQUES DE NETTOYAGE	21
1. Paramètres généraux	21

2.	Efficacité vis à vis de la pollution globale.....	22
3.	Efficacité vis à vis de la pollution métallique.....	23
C.	CONCLUSION	23
2.	PROCOLE EXPERIMENTAL	23
A.	OBJECTIFS	23
B.	MÉTHODOLOGIE	24
1.	Site et équipements.....	24
2.	Paramètres suivis.....	24
C.	RÉSULTATS	24
1.	Phase I : État Zéro.....	25
a.	Caractéristiques des épisodes pluvieux	25
b.	Qualité des eaux de ruissellement : Paramètres globaux	25
c.	Qualité des eaux de ruissellement : Éléments métalliques	25
2.	Phase II : Nettoyage différentiel.....	27
a.	Caractéristiques des épisodes pluvieux échantillonnés	27
b.	Comparaison des rapports de concentrations	27
3.	ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE DU CONTENU SABLEUX D'UNE BALAYEUSE	28
A.	OBJECTIFS	28
B.	MODE OPÉRATOIRE	28
1.	Échantillonnage.....	28
2.	Analyse granulométrique.....	28
3.	Analyse chimique.....	29
C.	RÉSULTATS	29
1.	Concentration en éléments métalliques.....	29
2.	Étude granulométrique.....	29
3.	Répartition des éléments métalliques.....	30
4.	CONCLUSION	31

3EME PARTIE : NIVEAU DE POLLUTION DE LA NEIGE ET DES FEUILLES MORTES

1.	ÉTUDE DE LA POLLUTION MÉTALLIQUE DE TEMPS DE NEIGE	33
A.	MÉTHODOLOGIE	33
1.	Échantillonnage de la neige.....	33
2.	Analyses.....	33
a.	Dosage des métaux	33
b.	Autres paramètres	34
B.	RÉSULTATS	34
1.	Teneur en métaux des échantillons de neige "propre".....	34
2.	Estimation de la pollution de la neige en bordure de chaussée.....	35
3.	Sel de déneigement.....	37
4.	Pollution par les hydrocarbures.....	37
C.	CONCLUSION - PERSPECTIVES	37
2.	ÉTUDE DE LA CONTRIBUTION DES FEUILLES MORTES À LA POLLUTION MÉTALLIQUE ENTRAÎNÉE PAR LES EAUX DE RUISSellement	39
A.	MÉTHODOLOGIE	39

1.	Échantillonnage.....	39
2.	Analyse	40
	a. Séchage	40
	b. Choix de l'eau de lixiviation	40
	c. Lixiviation	40
	d. Dosage des micropolluants	41
B.	RÉSULTATS	41
	1. Caractéristiques générales.....	41
	2. Micropolluants et éléments minéraux	42
	3. Analyse statistiques des relations entre les différents paramètres mesurés.....	43
C.	CONCLUSION	44

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Conjointement à un important programme d'investissements mené pour réduire les débordements des réseaux d'assainissement, la Communauté Urbaine du Grand Nancy a décidé de définir les moyens à mettre en oeuvre pour réduire les rejets polluants de temps de pluie dans la rivière Meurthe. Un vaste programme de recherche est conduit depuis 1992 pour définir les volumes et les charges de pollution à traiter.

Dans ce cadre, le Laboratoire d'Hygiène et de Recherche en Santé Publique assure depuis 1993 la maîtrise d'oeuvre du programme "Caractérisation de la charge métallique des Eaux de Temps de Pluie" cofinancé par la Communauté Urbaine du Grand Nancy (CUGN) et l'Agence de l'Eau Rhin Meuse et coordonné par le Centre International de l'Eau de Nancy (NanCIE).

Ce programme vise à fournir des éléments d'information permettant d'optimiser l'exploitation du réseau et des outils de dépollution des eaux pluviales à travers :

- l'évaluation des charges polluantes organiques et métalliques transitant dans les collecteurs par temps sec et par temps de pluie,
- l'évaluation des contributions des différents réservoirs de polluants métalliques et organiques (dépôts atmosphériques secs et humides, lessivages des chaussées et toitures, remise en suspension des dépôts dans les collecteurs),
- l'évaluation de la répartition des métaux entre les formes dissoutes et particulaires (évaluation de la toxicité potentielle et de la traitabilité des effluents par décantation).

La première Phase (1993-94) a permis :

- de caractériser qualitativement (éléments présents, forme chimique) et quantitativement la charge métallique des effluents unitaires de temps de pluie à travers le suivi de cinq événements pluvieux (1),
- d'appréhender la contribution des différents réservoirs de polluants métalliques par l'étude particulière d'un événement pluvieux,
- d'entamer une réflexion sur l'impact des différentes techniques de nettoyage des chaussées sur la qualité des eaux de ruissellement.

La seconde phase dont les résultats font l'objet de ce document comporte deux volets :

- "Caractérisation des réservoirs de pollution et évaluation des contributions à la charge polluante des Eaux Résiduaires de Temps de Pluie" avec une attention particulière portée à la pollution métallique,
- "Impact du balayage mécanisé sur la qualité des eaux de ruissellement de chaussées".

Cette étude doit notamment permettre :

- d'orienter, grâce à une meilleure connaissance des réservoirs de polluants, les choix en matière de gestion des eaux pluviales : mise en place de techniques préventives (réduction de la pollution à la source), curatives, ou compensatoires (infiltration, rétention).
- d'apporter des éléments d'information supplémentaires face aux constats souvent contradictoires en matière : de qualité des eaux de ruissellement, d'efficacité des techniques de nettoyage des chaussées, de pollution des premiers flots.

Enfin des travaux exploratoires complémentaires ont été mené afin d'estimer le niveau de pollution de la neige et des feuilles mortes en milieu urbain ainsi que l'impact des pratiques de salage hivernal.

et organiques. Globalement l'ensemble des paramètres corrélés à la conductivité (y compris le COT.) sont également corrélés entre eux. Étant donné que la conductivité semble liée au type urbain ou forestier des arbres, il semblerait que les essences d'arbres rencontrées influent grandement sur les concentrations en minéraux et en C.O.T. des lixiviats.

Toutefois un certain nombre d'éléments apparaissent comme non corrélés à la conductivité et par conséquent à la quasi totalité des autres minéraux. Il s'agit par abondance décroissante de Mn, Al, Sc, Pb, Ni et Co.

Parmi eux le nickel et le plomb présentent la particularité de n'être ni corrélés ni inversement corrélés à l'ensemble des autres paramètres. Les coefficients de corrélations les plus importants en valeur absolue dans le cas du nickel sont observés vis à vis du cobalt ($r' = 0,515$) et du scandium ($r' = - 0,467$). Dans le cas du plomb, les plus fortes corrélations non significatives sont observées vis à vis du C.O.T., de Rb, de Zn et de Sr (respectivement r' égale 0,467, 0,455, 0,418 et 0,418). Il est notable cependant que les concentrations en plomb les plus élevées (Cf. Tableau 25) sont rencontrées sur les sites où la pollution présumée est la plus élevée. En particulier la plus forte concentration en plomb correspond à la rue Marcel Brot (site V3), qui outre une densité de trafic automobile élevée possède la particularité de connaître quotidiennement une abondante circulation de poids lourds.

Le cobalt et le scandium sont caractérisés par des corrélations avec certains des principaux éléments minéraux (respectivement B, Sr et Cd pour le cobalt et Mg et B pour le scandium) et une corrélation inverse avec un élément abondant non corrélé à la conductivité (Mn pour le cobalt et Al pour le scandium).

Le manganèse se distingue quant à lui, à travers des coefficients r' toujours négatifs (sauf pour le pH où $r' = 0,006$), avec deux corrélations inverses vis à vis du strontium et du cobalt (r' égale respectivement à -0,552 et -0,673). Les deux corrélations inverses non significatives les plus élevées sont observées pour le C.O.T et le bore. Le bore et le strontium sont les deux seuls éléments corrélés à 99 % avec la conductivité mais présentant des coefficients de corrélation plus importants vis à vis du C.O.T.

C. CONCLUSION

Cette étude exploratoire visait à évaluer la contribution du lessivage des feuilles mortes à la pollution métallique de temps de pluie. Au delà de l'analyse quantitative, fortement dépendante du protocole mis en œuvre, se dégagent un certain nombre d'informations d'ordre qualitatif.

Les principaux éléments susceptibles d'être relargués, au cours d'un événement pluvieux, par des feuilles mortes tombées au sol, ont été mis en évidence. Il s'agit majoritairement d'éléments minéraux de faible toxicité, auxquels s'ajoutent du manganèse, du cuivre et du zinc. Un certain nombre de micropolluants minéraux peuvent également être lessivés : le plomb, le nickel et le cadmium.

Toutefois, les quantités et la nature des éléments relargués sont sujettes à d'importantes variations, selon les essences d'arbre, la nature des sols et le degré de pollution anthropique.

Concernant l'utilisation des arbres d'alignement et de leurs feuilles comme bio-accumulateurs de pollution atmosphérique, cette étude a confirmé la nécessité de travailler avec des essences bien définies (par exemple les platanes en milieu urbain). Afin de retracer l'origine des polluants (pollution atmosphérique, nature du sol), il apparaît nécessaire d'employer des protocoles croisés permettant de réaliser des investigations sur les différents compartiments biologiques (dépôts sur la surface des

feuilles, bioaccumulation dans les tissus foliaires, bioaccumulation dans l'écorce ...). Cette problématique a fait l'objet d'une autre étude réalisée en 1997, à travers une collaboration au sein de l'A.P.P.A. (Association de Prévention de la Pollution de l'Air) entre le Laboratoire Pollution Atmosphérique de l'I.N.R.A. et le Laboratoire d'Hygiène et de Recherche en Santé Publique.

Références Bibliographiques

- 1 AUTUGELLE C., ROSIN C., MORLOT M., HARTEMANN P. Etude des métaux lourds dans les eaux de ruissellement en milieu urbain. TSM, 1996, (11), 41-51.
- 2 Assistance Technique au fonctionnement des stations d'épuration. Rapport d'activité des travaux réalisés en 1997. SATESE (IRH-LHRSP), 1997.
- 3 Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie. Etat de l'art. Valiron F, Tabuchi JP., Coll Tec et Doc - Lavoisier, Paris, 1992. 564p
- 4 SARTOR J.D., BOYD G.B., AGARDY F.J. Water pollution aspects of street surface contaminants. J. Water Pollution Control Federation, 1974, 46, (3), 458-67.
- 5 SARTOR J.D., GABOURY D.R. Street sweeping as a water pollution control measure : lessons learned over the past ten years. Sci. Tot. Environment, 1984, 33, 171-83.
- 6 BENDER G.M., TERSTRIEP M.L. Effectiveness of street sweeping in urban runoff control. Sci. Tot. Environment, 1984, 33, 185-92.
- 7 VIGNOLES M., HERREMANS L. Le nettoyage des rues : une solution alternative à la dépollution pluviale ? Conférence NOVATECH, LYON, Novembre 1992, 272-83.
- 8 VIGNOLES L, HERREMANS L. Pollution soluble contenue dans les eaux de ruissellement de la ville de Toulouse. TSM, 1992, (7-8), 387-391.
- 9 MALMQUIST P.A. Atmospheric fallout and street cleaning, effect on urban storm water and snow. Prog. Wat. Techn., 1978, 10, (5-6), 495-505.
- 10 FLORES RODRIGUEZ. Les métaux toxiques dans les eaux pluviales en milieu urbain : caractéristiques physico-chimiques. Université Paris XII, 1992, Thèse.

VALORISATION

Ces travaux ont fait l'objet de de la communication suivante :

LAURENSOT F, NICOLAI M, ROSIN C. Caractérisation de la pollution des rejets urbains de temps de pluie et impact du nettoyage des chaussées. Journées Information Eaux 98, Poitiers, 23-25 septembre 1998.