



ACTION N° 2.2 : ELABORATION DE MODELES D'EMISSION ANNUELLES DE CONTAMINANTS EMIS PAR LES RUISSELLEMENTS DES TOITURES A GRANDE ECHELLE

CONTEXTE

Les Rejets Urbains en Temps de Pluie (RUTP) sont considérés comme une source importante de pollution du milieu récepteur. En particulier, les toitures présentent une contribution significative aux RUTP suspectée par les travaux OPUR (Observatoire des Polluants URbains en Ile-de-France). C'est pourquoi le programme OPUR s'intéresse depuis plusieurs années à l'étude des émissions des toitures. La thèse de Marie-Christine Gromaire (Gromaire, 1998) a montré une forte contribution des eaux de toitures à la contamination métallique des eaux de ruissellement au regard des autres surfaces urbaines. Puis, les travaux sur les toitures se sont orientés vers l'étude expérimentale des processus d'émission à l'échelle de bancs d'essai et à l'échelle du toit. Ainsi, dans le cadre du projet TOITEAU initié en 2006, Pauline Robert-Sainte a mené une thèse sur la contribution des toitures à la contamination en métaux des eaux de ruissellement de toitures (Robert-Sainte, 2009) et, dans le cadre du projet QUALICO, Antoine Van de Voorde achève actuellement sa thèse consacrée à l'étude des molécules organiques liés aux pratique d'entretien des toitures (cas du benzalkonium). La troisième étape a pour objectif de parvenir à des évaluations des niveaux d'émissions des toitures à l'échelle urbaine. Tel est l'objet de la thèse de Emna Sellami-Kaaniche, financée par le CSTB et en cours de réalisation au LEESU et dont l'objet est la modélisation des émissions de toitures basées sur l'extrapolation des données produites à de petites échelles (bancs d'essai et toit) dans les travaux précédents ainsi que les données acquises dans le cadre de l'action 2.1. D'autres données pourront nous servir provenant de la littérature et des travaux du CSTB Grenoble en collaboration avec l'INSA Toulouse, et, plus particulièrement la thèse de Maria-Octavia Lupsea (en cours) de production des données sur les émissions dans l'eau des produits de construction à l'échelle locale (essais de lixiviation) encadrée par N. Schioppa.

Références :

- Gromaire-Mertz M. C. (1998). "La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire : caractéristiques et origines". Thèse de Doctorat -Sciences et techniques de l'Environnement, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées: 506 p (+ annexes).
- Robert-Sainte P. (2009). "Contribution des matériaux de couverture à la contamination métallique des eaux de ruissellement". Ecole doctorale "Ville et environnement". Paris, Université PARIS-EST: 335.

OBJECTIFS

L'objectif de cette action est de développer des *méthodes* permettant de faire des évaluations à grande échelle des émissions produites à partir des données acquises dans le cadre du projet TOITEAU et envisagées dans l'action 2.1.

A terme, ce travail permettra d'orienter les travaux futurs de production de données pour la modélisation à l'échelle de la ville.

METHODOLOGIE ET PLANNING

Phase 1 : Définition des configurations types d'émission de contaminants dans les eaux de ruissellement de toitures

Cette partie est consacrée d'une part à la *définition théorique de la notion de configuration type d'émission* de contaminants dans les eaux de ruissellement de toitures, et d'autre part à

l'identification (et la hiérarchisation) des configurations types en fonction de leurs potentiels émissifs.

Une première définition globale de la notion de configuration type d'émission est, pour un contaminant donné, « un cas élémentaire de configuration d'émission de ce contaminant à partir d'une unité de toiture ». Quatre *catégories de variables* entrent *a priori* dans la configuration d'une émission. Elles sont respectivement relatives :

1. au *mode de présence du contaminant* : élément trace ou élément majeur dans la masse du matériau, élément de traitement de surface...
2. à la *localisation sur le toit* : nature de l'élément de toiture concerné [rampant, gouttière, élément d'étanchéité...], position de l'élément sur le toit...
3. au *ruissellement associé* : nature de l'écoulement, quantité d'eau reçue par l'unité de toiture considérée...
4. aux *processus de formation et de mobilisation en temps de pluie* du contaminant considéré : corrosion, érosion, dissolution...

L'enjeu sera de parvenir à une définition efficiente de notion de situation type, c'est-à-dire permettant une discrimination en cas élémentaires, de sorte que :

- pour chacun de ces cas, soit explicité le mode de calcul de l'émission du contaminant sur l'unité de toiture considérée à partir d'un ratio issu de travaux expérimentaux antérieurs et/ou de la bibliographie ;
- toute configuration possible d'émission sur une toiture réelle puisse être ramenée à l'un des cas élémentaires, i.e. à une configuration type.

Cela impliquera de parvenir, pour chacune des catégories de variables identifiées, à dresser la liste des *variables indispensables et suffisantes* à renseigner pour opérer le calcul.

Cette partie se basera sur les documents professionnels et techniques (DTU, normes...), une bibliographie scientifique et toute documentation fournissant des éléments sur les toitures existantes en Ile-de-France (Etude de marché, données de fabricants et de syndicats professionnels...)

Phase2: Développement de méthodes de modélisation des émissions de plusieurs configurations types à l'échelle d'une ville moyenne d'Ile-de-France à partir de données disponibles à OPUR (zinc, plomb, benzalkonium)

Dans ce travail, nous avons choisi d'étudier les différentes configurations types associées aux trois situations suivantes : *rampant en zinc, plomb en éléments d'étanchéité, benzalkonium* en tant que produits d'entretien des toitures. Ce choix se justifie par l'existence de données issues des travaux effectués dans OPUR.

Pour modéliser les flux de contaminants à l'échelle d'une ville, il est nécessaire de :

1. choisir et acquérir une connaissance détaillée d'une ville moyenne d'Ile-de-France ;
2. quantifier un ensemble de variables pour chaque configuration type.

1. Choix et description d'une ville moyenne d'Ile-de-France

- Les critères de choix du terrain d'étude sont notamment : la mixité des fonctions urbaines (logement, bureaux, industries...), la mixité sociale, la représentativité (i.e. éviter de choisir un cas marqué d'une trop forte singularité), la taille de la ville (de l'ordre de 100.000), l'accessibilité, l'existence de données et l'accessibilité à ces données.

→ L'ensemble des conditions évoquées ci-dessus a conduit à choisir pour site d'étude la ville de Créteil (Département du Val-de-Marne, 94).

2. Quantification des variables de chaque configuration type

Il s'agira de développer différentes approches de modélisation :

- Méthode basée sur l'utilisation *d'outil automatique* de classification d'images : Traitement des photos aériennes à l'échelle de la ville.

→ Cette méthode, nécessitera une collaboration avec le laboratoire MATIS de l'IGN pour le traitement d'image.

- Méthode plus rapide et plus simple à extrapoler, basée sur :

- les données du MOS (mode d'occupation du sol)

→ Contact de l'IAU-IDF pour récupérer les données du MOS pour la ville de Créteil.

- l'évolution historique de la ville, l'évolution des matériaux en fonction du temps (ex : le zinc a subi des évolutions des techniques de raffinage)

→ Il faudra alors contacter les producteurs comme *Umicore*, *Le plomb français*, étudier l'histoire des tendances de choix de matériaux à chaque époque en contactant des *architectes* par exemple. Donc, un travail de collecte de données par des *entretiens et des enquêtes* est nécessaire.

Ces deux premières phases seront intégrées à la thèse d'Emna Sellami-Kaaniche.

Phase3 : Définition de recommandations de conception pour la conception de bancs d'essai destinés à produire des données alimentant des modélisations à grande échelle.

Cette dernière phase constituera la prolongation du travail de thèse cité ci-dessus. Elle s'effectuera au travers d'un groupe de travail réunissant des chercheurs du LEESU et du CSTB notamment dans la perspective de développer des bancs au sein du Grand Equipement Aquasim du CSTB Nantes.

RESULTATS ATTENDUS ET RETOMBÉES

- Validation d'une méthodologie fiable de modélisation des flux de contaminants émis par les toitures à l'échelle d'une ville.
- Cahiers des charges et recommandations pour la conception de tests à petite échelle destinés à produire des données pour renseigner des modèles d'évaluation à grande échelle

PARTENAIRES

- Partenaires scientifiques : CSTB, Laboratoire MATIS, IAU-IDF

- Partenaires opérationnels :

CONTACTS

Emna Sellami-Kaaniche, LEESU/CSTB

sellamie@leesu.enpc.fr

Ghassan Chebbo, LEESU

chebbo@leesu.enpc.fr

Bernard de Gouvello, LEESU/CSTB

bernard.degouvello@leesu.enpc.fr

Marie-Christine Gromaire, LEESU

marie-christine.gromaire@leesu.enpc.f