



## Action R1.1.2

### Modélisation à l'échelle urbaine des flux de biocides issus du bâti

#### Contacts :

Marie-Christine Gromaire (marie-christine.gromaire@enpc.fr)

Ghassan Chebbo (ghassan.chebbo@enpc.fr)

#### CONTEXTE

La **modélisation des émissions de micropolluants** et de leur transfert vers les milieux récepteurs permet d'évaluer les pressions exercées par la ville et d'orienter les stratégies de réduction des flux polluants. Les émissions des biocides provenant des matériaux de construction ont été étudiées en laboratoire ou *in situ* à petite échelle spatiale (banc d'essai ou une toiture) (Bollmann et al., 2016; Burkhardt et al., 2011; Schoknecht et al., 2016; Van de Voorde et al., 2012) et plus rarement à l'échelle de petits quartiers urbains (Hensen et al., 2018; Wicke et al., 2022). Les résultats obtenus ont permis d'améliorer les connaissances sur les émissions unitaires et les processus de lessivage des biocides utilisés dans le bâtiment. Ces recherches ont permis également de développer des **outils de modélisation pour évaluer les émissions des biocides dans les eaux de ruissellement de l'échelle du bâtiment** à l'échelle d'un petit bassin versant urbain en utilisant des approches déterministes et stochastiques (www.comleam.com, Van De Voorde, 2012). La **modélisation des émissions de biocides à l'échelle de la ville** constitue un défi scientifique à cause de la complexité des phénomènes étudiés et de la variabilité dans l'espace et dans le temps des facteurs qui contrôlent les émissions.

#### OBJECTIFS

L'objectif de cette action, qui s'appuie sur la thèse de doctorat de Rim Saad (thèse engagée dans OPUR5 et poursuivie dans OPUR6) est double. Il s'agit de :

- Mieux **évaluer l'importance des usages de biocides dans l'enveloppe bâtie** et d'estimer les flux qui peuvent y être associés, avec une application au cas de l'agglomération parisienne et un focus plus spécifique sur les émissions par les revêtements de façades ;
- Développer une approche méthodologique permettant de **modéliser les émissions de biocides issus des revêtements de façades** de façon spatialisée, et de les coupler à un **modèle hydrologique du système urbain**.

## MÉTHODOLOGIE

La première partie du travail consiste en un **état de l'art** approfondi sur les différents usages de biocides dans l'enveloppe bâtie et leurs émissions potentielles dans les eaux pluviales. Au-delà de la synthèse des documents scientifiques et de l'analyse des documents et bases de données liées à la réglementation biocide, des données relatives au marché des différents types de matériaux en jeu seront recherchées et exploitées.

Le cas des usages de biocides dans les revêtements de façades de type enduits/peintures sera plus particulièrement développé. Afin de mieux cerner les pratiques en termes de revêtements de façades, que cela soit en neuf ou en rénovation, et leur évolution au cours des dernières décennies, un **travail d'enquête** sera développé auprès des professionnels du secteur. Il sera couplé à un recensement et une analyse des fiches de données sécurité des produits commercialisés actuellement, ainsi qu'à une analyse statistique des pratiques de rénovation des façades (fréquence, nature).

La **partie modélisation** comprend deux principaux volets : l'évaluation et caractérisation du stock de biocides présents dans une maille du modèle d'une part, et d'autre part la modélisation du processus d'émission dans le ruissellement.

Les quantités de biocides présentes dans les matériaux à l'échelle urbaine sont très mal connues, en raison de la grande diversité des formulations des produits, de l'évolution temporelle des pratiques de construction/rénovation et de l'âge des matériaux. Une approche stochastique sera développée pour représenter la variabilité des teneurs en biocides dans les matériaux urbains et pour quantifier de manière plus ou moins automatique les surfaces contribuant aux flux de biocides. Cette approche s'appuiera sur un « arbre de décision » synthétisant les règles relatives à l'usages de biocides dégagées précédemment et les couplant aux caractéristiques de l'occupation du sol et du bâti de la maille d'étude issues des bases de données urbaines (BD Topo, INSEE, BDNB).

L'émission des biocides dans le ruissellement sera modélisée en s'appuyant sur les principes développés dans le modèle COMLEAM ([www.comleam.ch](http://www.comleam.ch), Burkhardt et al., 2020) qui simule l'interception des précipitations par les façades et les toits des bâtiments, et intègre diverses lois de lessivage issues de la recherche. Le calcul des volumes de ruissellement tiendra compte des précipitations mais aussi des pentes et orientations des surfaces et de la vitesse du vent. Ce modèle, conçu pour être utilisé à l'échelle du bâtiment, devra être adapté pour être utilisé à l'échelle urbaine, et couplé au modèle hydro-climatique TEB. L'émission à l'échelle urbaine ne pouvant être modélisée bâtiment par bâtiment, il s'agit de définir un mode d'agrégation des bâtiments de la maille, sous forme de bâtiment équivalent compatible avec la description de l'espace urbain dans les mailles TEB. Un travail d'analyse de sensibilité sera mené sur plusieurs types d'occupation du sol afin d'évaluer l'effet de ces agrégations et simplifications sur la modélisation des flux à différentes échelles spatiales.

## RÉSULTATS ATTENDUS ET RETOMBÉES

Les résultats attendus sont (i) une connaissance affinée des pratiques d'usages de biocides dans le bâtiment ; (ii) une évaluation statistique des stocks de biocides dans le bâtiment à l'échelle de la ville ; (iii) un modèle d'émission des biocides issus des façades à l'échelle de la ville et sa sensibilité.