LUMIEAU-STRA
Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg

Année de programmation 2015 – Domaine Risques liés aux contaminants aquatiques - Action 224

Rapport de présentation des résultats de l'inventaire des émissions de micropolluants adapté au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

Livrable 1.1.b du projet LUMIEAU-Stra

Jolanda BOISSON (IRH Ingénieur Conseil)
Pierre BOUCARD (INERIS)
Frédéric CUNY (IRH Ingénieur Conseil)
Cynthia DENIZE (INERIS)
Maxime POMIES (Eurométropole de Strasbourg)
Renaud PHILIPPE (Eurométropole de Strasbourg)
Julie SAVIGNAC (IRH Ingénieur Conseil)

Septembre 2020

Document élaboré dans le cadre de l'appel à projets « Innovations et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines »

Innovations & changements de pratiques
Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines

En partenariat avec :

Avec le soutien de

Convention Agence française de la biodiversité n°1558
Programme de partenariat Agence de l'eau Rhin Meuse n°0025

- **AUTEURS**

Jolanda BOISSON, Chargée d'affaires, (IRH Ingénieur Conseil, Groupe Antea), jolanda.boisson@irh.fr

Pierre BOUCARD, Responsable Etudes et Recherche (INERIS), Pierre.boucard@ineris.fr

Frédéric CUNY, Expert, (IRH Ingénieur Conseil, Groupe Antea), frederic.cuny@irh.fr

Cynthia DENIZE, Technicienne (INERIS), Cynthia.DENIZE@ineris.fr

Maxime POMIES, Chef de projet LUMIEAU-Stra (Eurométropole de Strasbourg), Maxime.POMIES@strasbourg.eu

Renaud PHILIPPE, Responsable département Qualité et Télécontrôle des Rejets (Eurométropole de Strasbourg), Renaud.PHILIPPE@strasbourg.eu

Julie SAVIGNAC, Chargée d'études, (IRH Ingénieur Conseil, Groupe Antea), julie.savignac@irh.fr

- **CORRESPONDANTS**

Office français de la biodiversité : Pierre-François STAUB, Interlocuteur projet, pierre-françois.staub@ofb.gouv.fr
Agence de l'Eau Rhin Meuse : Claire RIOU, Interlocutrice projet, claire.riou@eau-rhin-meuse.fr et **Roger FLUTSCH**, interlocuteur projet, roger.flutsch@eau-rhin-meuse.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

Henri-Xavier HUMBEL, Directeur Technique Métier Eau (IRH Ingénieur Conseil, Groupe Antea), xavier.humbel@irh.fr

Droits d'usage : Usage libre
Niveau géographique : communal
Couverture géographique : Eurométropole de Strasbourg – Rhin
Niveau de lecture : professionnels, experts

RÉSUMÉ

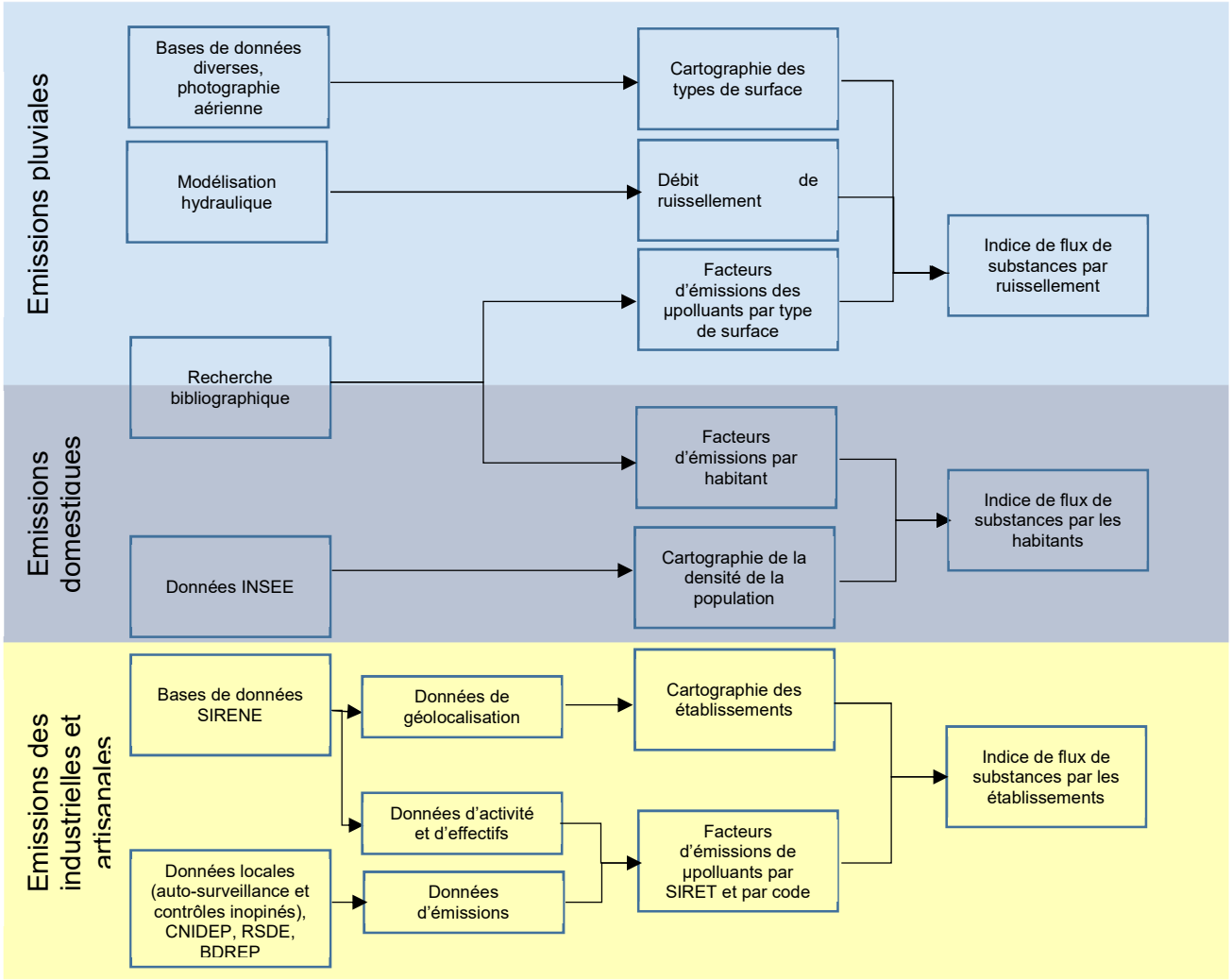
Ce rapport s'insère dans la phase dite « de diagnostic » du projet LUMIEAU-Stra. Il présente la méthodologie employée pour réaliser l'inventaire des émissions de micropolluants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. Ces émissions sont associées aux 3 principales sources en milieu urbain : les activités économiques (industrielles et artisanales), les rejets domestiques et les émissions pluviales.

- Concernant les émissions artisanales et industrielles, l'approche retenue s'appuie sur les plus importantes bases de données disponibles, liées notamment aux campagnes RSDE-ICPE, au registre BDREP, et aux enquêtes menées par le CNIDEP auprès de différents métiers. Les données d'activités disponibles sont mises en regard des émissions observées afin de déterminer des coefficients d'émission.
- Les émissions liées aux activités domestiques sont estimées à partir de valeurs obtenues dans la bibliographie nationale et internationale.
- Les émissions pluviales sont estimées à partir d'une analyse des types de surface et des coefficients d'émission des micropolluants par type de surface.

Le schéma ci-après synthétise les données utilisées pour déterminer les indices de flux qui caractérisent les émissions.

Les résultats obtenus à la suite de la mise en œuvre de ces approches sont destinés à alimenter l'outil logiciel développé dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra (livrable 1.3b).

Un travail d'enquête plus approfondi a été réalisé pour 5 substances identifiées comme étant d'intérêt pour le territoire. Pour celles-ci, les émissions ont été étudiées et classifiées par secteur d'activité. Ces données seront à mettre en regard de la sensibilité du milieu récepteur. Ce travail de diagnostic et la comparaison entre les résultats sur le terrain et les résultats modélisés au cours du projet (livrable 1.4b) ont induit un travail important d'ajustement des données d'entrée et notamment des données d'émissions.



- **MOTS CLÉS**

Micropolluants, réseau assainissement, investigation, résultats d'émission

- **REPORT CONCERNING THE INVENTORY OF MICROPOLLUTANT EMISSIONS ADAPTED TO THE TERRITORY OF THE EUROMETROPOLE OF STRASBOURG**

- **ABSTRACT**

This report is part of the diagnosis phase of the LUMIEAU-Stra project. It presents the methodology used to carry out the inventory of micropollutant emissions on the territory of the Eurometropole of Strasbourg. These emissions are associated with the 3 main sources in urban areas: economic activities (industrial and artisanal), domestic wastewater and rainwater emissions.

- Regarding artisanal and industrial emissions, the approach adopted is based on the most important databases available, linked in particular to the RSDE-ICPE campaigns, the BDREP database, and the surveys carried out by the CNIDEP with various trades. The available activity data are compared to the observed emissions in order to determine the emission coefficients.
- Emissions linked to domestic activities are estimated from values obtained in the national and international bibliography.
- Rainfall emissions are estimated from an analysis of surface types and micropollutant emission coefficients by surface type.

The results obtained following the implementation of these approaches are intended to feed the software tool developed as part of the LUMIEAU-Stra project (deliverable 1.3b).
More in-depth investigative work was carried out for 5 substances identified as being of interest for the territory. For these, the emissions were studied and classified by sector of activity. These data should be compared with the sensitivity of the receiving environment. This diagnostic work and the comparison between the results in the field and the results modeled during the project (deliverable 1.4b) led to an important work of adjusting the input data and in particular the emission data.

- **KEY WORDS**

Micropollutants, reduction, monitoring, strategy, action plan

- **SYNTHÈSE POUR L'ACTION OPÉRATIONNELLE**

Contexte général

La stratégie de réduction des rejets en micropolluants à l'échelle d'un territoire repose sur une démarche de priorisation des émetteurs et des actions. Pour cela, l'outil de hiérarchisation développé dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra s'appuie sur 3 modules : un module d'identification des émetteurs, un module d'identification d'actions de réduction envisageables et un module de choix des actions correspondantes aux émetteurs. L'outil permet alors de simuler la mise en place de ces actions et d'évaluer leur impact, à l'échelle territoriale, sur les rejets en micropolluants dans le réseau d'assainissement et sur les milieux récepteurs.
Le présent livrable détaille le module d'identification des émetteurs, visant à établir un diagnostic sur le territoire des zones et des sources d'émission principales.

Démarche adoptée

L'évaluation des sources d'émission dans le réseau d'assainissement s'appuie sur la détermination de 2 indices :

► l'indice de flux (IF) : il traduit le niveau d'émission dans le réseau d'assainissement des différents émetteurs (établissements, domestique, ruissellement des eaux pluviales). Il est calculé à partir des coefficients d'émissions.

► l'indice de pression potentielle (IPP) : l'IF donne une estimation de la quantité émise mais ne traduit pas la notion d'impact potentiel de chacune des substances. En effet, une substance, suivant ses caractéristiques physico-chimiques notamment, n'aura pas le même impact sur les écosystèmes qu'une autre substance, à concentration équivalente. Afin de pouvoir tenir compte de cette notion, nous avons intégré un Score de priorité, associé à chacune des substances caractérisant (relativement) l'impact potentiel de chacune d'elle sur la santé et l'environnement.

Ces indices sont déterminés à partir de coefficients d'émission de trois types de sources : les établissements, les ménages et le ruissellement. Ils ont été obtenus sur la base d'une bibliographie, de données produites sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg ou de bases de données nationales :

► Emissions des activités industrielles et artisanales : les données proviennent de bases nationales (RSDE, BDREP), d'étude spécifique à l'artisanat (CNIDEP) ou de données locales (contrôles inopinés, autosurveillance auprès des industriels du territoire). Elles sont ensuite couplées avec l'inventaire des activités économiques sur le territoire (base SIRENE®), classées selon leur code APE.

► Emissions domestiques : elles sont tirées de la bibliographie, qui s'avère limitée sur ce sujet, et couplée à la répartition du nombre d'habitants. Pour les composés pharmaceutiques, une démarche de calcul spécifique a été adoptée car il est possible d'estimer les émissions à partir des ventes et de l'excrétion humaine.

► Emissions pluviales : le niveau d'émission dépend, entre autre, des surfaces sur lesquelles ruissellent les eaux pluviales (toitures, voiries, etc.). Les données de la bibliographie ont permis d'affecter un coefficient d'émission en fonction des types

de surface. Ensuite, un traitement d'image satellite a permis de déterminer les différents types de surface sur le territoire.

En associant les émissions de chaque point d'émission et leur localisation, le module de diagnostic permet d'évaluer les émissions à l'échelle du territoire, sur les différents bassins versants maillant le territoire (le découpage des bassins versants ayant été préalablement défini dans le cadre du Schéma directeur d'assainissement de la collectivité).

Résultats transférables

Une base de coefficients d'émissions

La démarche de compilation de données d'émissions à partir de bases de données nationales, complétée par une bibliographie et des données produites sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, est une approche nouvelle qui a permis d'aboutir à une base de coefficients d'émissions accessible à tous (soit dans le contenu de ce livrable, soit dans l'annexe téléchargeable sur le lien indiqué dans ce livrable concernant les activités économiques). Cette base constitue un outil très riche de caractérisation des émissions mais doit être utilisé avec attention. Les données sont en effet issues de plusieurs sources. Pour les activités économiques par exemple, ces données répondent aux cahiers des charges demandés pour compléter ces bases mais chaque donnée n'a pas pu être vérifiée et discuté. Il faut donc garder à l'esprit que derrière la donnée de moyenne qui a été retenue dans notre base, les données peuvent être entachées d'une variabilité non négligeable et d'une fiabilité incertaine. Les données d'émission sont donc des indications d'un niveau d'émission potentielle mais ne sont en aucun cas à exploiter comme des données quantitatives.

L'exploitation du diagnostic, appliqué au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

A l'échelle de l'ensemble du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, c'est-à-dire de l'ensemble du réseau d'assainissement, le module de diagnostic permet d'observer la part de chaque type d'émission. Sont ainsi mis en évidence des substances dont les principaux contributeurs semblent être les établissements professionnels (ex : BTEX, HAP), les domestiques (ex : alkylphénols) ou les eaux pluviales. Pour certaines substances, les émissions sont réparties entre les différents types d'émetteurs (ex : plomb, zinc). Nous pouvons en tirer des tendances mais il faut considérer que ces résultats dépendent fortement des données d'entrée. Si aucune donnée bibliographique d'émission n'a pu être relevée pour une substance et un émetteur, le module considère qu'il n'y a pas d'émission dans ce cas. Cela ne correspond pas forcément à la réalité. Notre démarche est donc tributaire des données existantes.
Cette démarche de diagnostic nous permet aussi d'estimer les substances les plus émises sur l'ensemble du réseau d'assainissement (il s'agit essentiellement de métaux, HAP, PCB) et d'identifier les bassins versants sur lesquels il y a potentiellement le plus d'émissions (globalement, ces bassins versants ont une dominante industrielle). Si l'on souhaite faire un focus sur les activités économiques, nous avons pu identifier les activités potentiellement les plus émettrices : il s'agit d'activités en rapport avec le secteur pharmaceutique, avec la mécanique, la production d'électricité, etc. Il s'agit de tendance intégrant l'ensemble des

micropolluants étudiés dans le projet LUMIEAU-Stra. Pour approfondir ces résultats, nous avons étudié les résultats du diagnostic pour quelques substances spécifiques.

Cinq substances ont été choisies ; elles faisaient partie de la liste des substances significatives au sens du programme RSDE STEU pour la STEU de Strasbourg La Wantzenau : cuivre, plomb, zinc, chloroforme, DEHP. Globalement, pour le chloroforme, le DEHP et le cuivre, les émissions des activités économiques semblent largement majoritaires, avec cependant une part non négligeable d'émissions domestiques pour le DEHP. Pour le plomb et le zinc, les émissions dues au ruissellement des eaux pluviales sont du même ordre que les émissions des activités économiques. Pour ces 5 substances, l'importance des émissions professionnelles semblant établie, nous avons approfondi le diagnostic. Pour chaque substance, le module de diagnostic a permis d'identifier les activités potentiellement contributrices majeures. Ces résultats doivent obligatoirement être discutés au regard d'une expertise de connaissance du territoire et de connaissance des effluents non domestiques. Pour rappel, l'outil intègre des bases de données diversifiées qui peuvent présenter une précision et une fiabilité variable. Plusieurs cas de figure peuvent se produire :

- ► Les résultats de l'outil sont cohérents avec l'état des connaissances expertes ; dans ce cas un plan d'action peut être rapidement envisagé pour cette activité.
- ► L'outil met en évidence l'influence d'activités pour lesquelles les connaissances expertes sont réduites ; il peut alors être nécessaire d'approfondir l'investigation pour affiner l'analyse et un plan d'action est à envisager en fonction de cette analyse.
- ► Les résultats de l'outil sont contradictoires avec les connaissances expertes, par exemple lorsqu'une activité manifestement non émettrice apparaît comme une contribution forte. Dans une perspective d'amélioration continue du modèle, ce type d'incohérence a permis de mettre à jour des données d'entrée et de capitaliser sur les réflexions déjà menées. Cette activité est retirée de la liste des activités à investiguer.

Après analyse, les activités hiérarchisées correspondent donc à celles pour lesquelles il est pertinent de proposer un plan d'action. Cela fera l'objet des autres modules de l'outil de hiérarchisation développé dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra.

Pour en savoir plus

Les livables du projet LUMIEAU-Stra sont accessibles sur la page internet dédiée :

https://www.strasbourg.eu/lumieau-stra

Ils sont également inclus sur la page de l'appel à projets « Innovation et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » qui regroupe l'ensemble des résultats et livrables issus des projets sélectionnés :

https://professionnels.ofb.fr/fr/node/15

- **SOMMAIRE**

1. Introduction 12
2. Evaluation des sources d'émissions de micropolluants 13

2.1. L'échelle spatiale et les types d'émissions pris en compte dans l'inventaire 14

2.1.1. L'échelle spatiale 14
2.1.2. Types d'émission pris en compte 15

2.2. Les émissions ponctuelles des activités artisanales et industrielles 16

2.2.1. Bases de données utilisées 17
2.2.2. Les données de rejet documentées 18
2.2.3. Les données de rejet modélisées 18
2.2.4. Hypothèses spécifiques 22

2.2.4.1. RSDE 22
2.2.4.2. BDREP 22
2.2.4.3. Données CNIDEP 23

2.2.5. Synthèse des coefficients d'émissions pour les activités industrielles et artisanales 23

2.3. Les émissions domestiques 24

2.3.1. Nombre d'habitants par BV 24
2.3.1. Détermination des coefficients d'émission 24

2.3.1.1. Sources de pollution des ménages - Généralités 24
2.3.1.2. Démarche 28

2.4. Les émissions pluviales 32

2.4.1. Détermination des types de surface 33
2.4.2. Les coefficients d'émission par type de surface 35

2.5. Construction d'un indice de pression 37

2.5.1. Méthodologie 37
2.5.2. Résultat 38

3. Extraction des résultats IF et IPP sur le territoire pour tous les micropolluants 42

3.1. Proportions selon type d'émetteur 42

3.1.1. Tous micropolluants confondus 42
3.1.2. Par micropolluants 43

3.2. Discussion 48

4. Enquête détaillée pour 5 substances définies 51

4.1. Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission 51

4.1.1. Données sources 51
4.1.2. Résultats 51

4.2. Etude des émissions dues aux établissements - Répartition des émissions industrielles et artisanales en fonction du code APE 53

4.2.1. Données sources 53
4.2.2. Résultats 53

4.2.2.1. Chloroforme 54
4.2.2.2. Cuivre et ses composés 55
4.2.2.3. Plomb et ses composés 57
4.2.2.4. Zinc et ses composés 58
4.2.2.5. DEHP 60

4.2.3. Discussion 61

5. Ajustement des données d'entrée et réflexion sur le plan d'actions 64

5.1. Ajustement des données d'entrée 64
5.2. Réflexion sur le plan d'actions 67
5.2.1. Codes APE 67
5.2.2. Cartographies 67
5.2.2.1. Chloroforme 68
5.2.2.2. Cuivre et ses composés 69
5.2.2.3. Plomb et ses composés 70
5.2.2.4. Zinc et ses composés 71
5.2.2.5. DEHP 72

6. Conclusion 73
7. Glossaire 75
8. Sigles & Abréviations 76
9. Bibliographie 77
10. Table des illustrations 80
11. Annexe 1 : Synthèse des coefficients d'émission relatifs aux rejets aqueux des activités économiques 82
12. Annexe 2 : Détermination d'un coefficient d'émission pour les substances pharmaceutiques : spécificité de calcul 83
13. Annexe 3 : Concentration relevées dans la bibliographie lors de la recherche pour le calcul des coefficients d'émission domestiques pour la liste des substances LUMIEAU-STRA 86
14. Annexe 4 : Flux retenus pour le calcul des coefficients d'émission domestiques pour la liste des substances LUMIEAU-STRA 97
15. Annexe 5 : Liste des codes APE concernés par l'approfondissement du diagnostic 105

- **RAPPORT DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE MICROPOLLUANTS ADAPTÉ AU TERRITOIRE DE L'EUROMÉTROPOLE DE STRASBOURG**

- **LIVRABLE 1.1.B DU PROJET LUMIEAU-STRA**

1. Introduction

Le projet LUMIEAU-Stra (LUtte contre les MIcropolluants dans les EAux Urbaines à Strasbourg) se déroule de 2015 à 2019 et regroupe un consortium de huit partenaires, avec un pilotage assuré par l'Eurométropole de Strasbourg. Le périmètre d'action du projet correspond au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. L'objectif du projet est de préserver la ressource en eau et de réduire l'empreinte sur l'environnement du système d'assainissement, notamment en maîtrisant les flux de pollution entrant dans les réseaux. Pour cela, les micropolluants sont un des principaux axes de travail. A l'échelle d'une collectivité, la problématique est rendue complexe par la multiplicité des sources (industriels, artisans, particuliers, eaux pluviales, …) et leur dissémination. Pour répondre à cette problématique, le projet LUMIEAU-Stra s'articule autour de trois étapes :

► Le diagnostic et la caractérisation des sources urbaines de micropolluants ;
► Le test de solutions (changement de pratiques et substitution) ;
► L'évaluation des solutions et la mise en place d'un plan d'actions.

La démarche est menée auprès des principales sources d'émissions de micropolluants: industriels, artisans, particuliers et eaux pluviales (Figure 1).

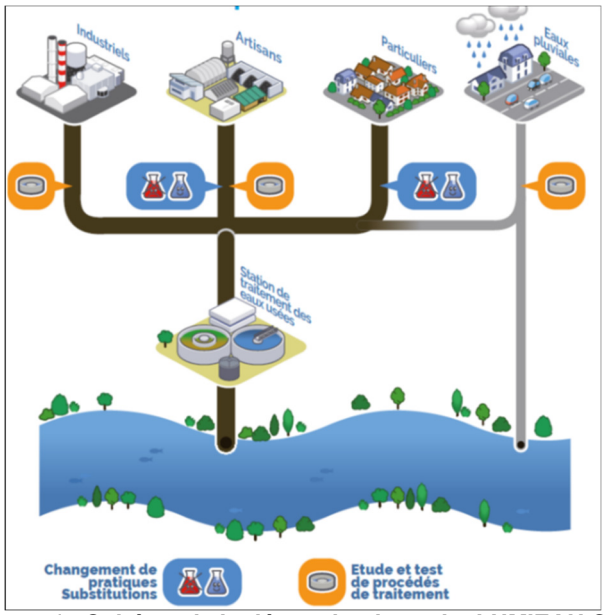


Figure 1 : Schéma de la démarche du projet LUMIEAU-Stra

La finalité du projet LUMIEAU-Stra est de concevoir une méthodologie d'établissement d'un plan hiérarchisé d'actions pour réduire les micropolluants à l'échelle de la collectivité. Dans cette optique, un outil logiciel a été élaboré et se décompose en 3 modules (Figure 2) :

► Un module de « Diagnostic » des émissions vers le réseau d'assainissement et d'évaluation de la pression du système d'assainissement sur le milieu récepteur (cf. *Livrable 1.3b : Logiciel d'aide à la hiérarchisation des cibles d'action pour la réduction des rejets en micropolluants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg : notice d'accompagnement*).

► Un module de compilation des retours d'expériences et de description des actions de réduction connues (cf. *Livrable 4.1.b : Constitution d'une boîte à outils de solution de réduction des rejets en micropolluants*).
► Un module de simulation de scénarios de mise en place d'actions sur le territoire (cf. *Livrable 4.2a : Logiciel d'aide à l'élaboration et à la mise à jour d'un plan hiérarchisé d'intervention*).

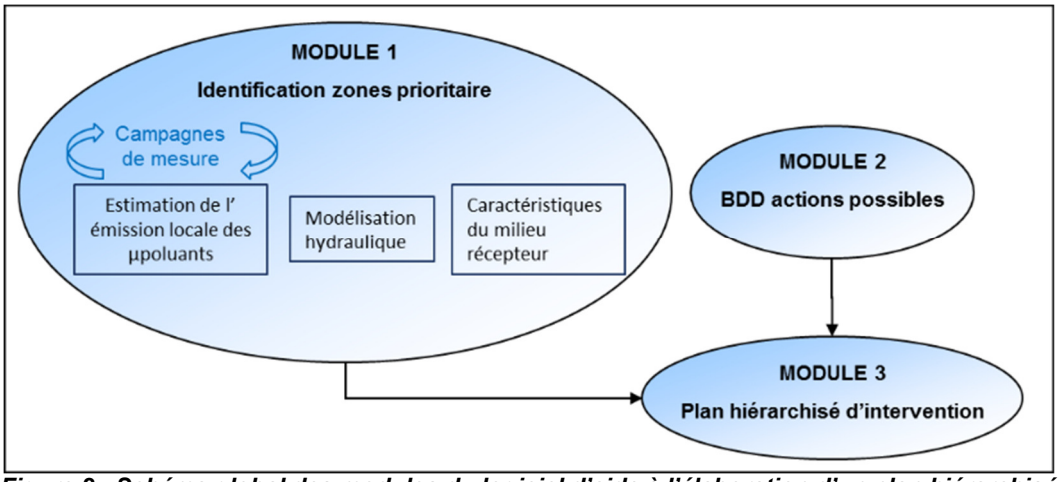


Figure 2 : Schéma global des modules du logiciel d'aide à l'élaboration d'un plan hiérarchisé d'intervention

L'objectif du module « Diagnostic » du projet est de dégager des priorités concernant:
► Les substances à suivre et à réduire ;
► Les zones géographiques à prioriser ;
► Les émetteurs potentiels principaux.

Le présent livrable se rapporte à ce module « Diagnostic » et présente l'inventaire des émissions dans le réseau d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg et les classifie par émetteurs. Ces données justifient la mise en place d'actions de lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines de l'Eurométropole. Ces émissions dans le réseau seront ensuite à mettre en regard des rejets dans les milieux récepteurs (cf. *Livrable 1.2a : Calcul d'un indicateur spatialisé de priorisation des milieux récepteurs et Livrable 1.5a : Diagnostic territorial pour la priorisation des actions de réduction des rejets en micropolluants : éléments méthodologiques*). Dans la deuxième partie du livrable, les résultats présentés illustrent la démarche menée pour 5 substances, choisies parmi les substances significatives au sens du programme RSDE STEU au niveau de la STEU de Strasbourg la Wantzenau.

2. Evaluation des sources d'émissions de micropolluants

Les émissions de micropolluants dans le réseau d'assainissement sont évaluées au travers d'indices de flux (IF) et d'indices de pression potentielle (IPP). Ces indices caractérisent l'émission d'une substance ou d'un groupe de substances pour chaque type d'émetteur urbain :
► indice de flux (IF) : il traduit le niveau d'émission dans le réseau d'assainissement des différents émetteurs (établissements, ménages, ruissellement). Il est calculé à partir de coefficients d'émissions. Le module « Diagnostic » de l'outil logiciel conçu dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra permet de déterminer les IF pour chaque bassin versant (BV) :
  ► Par source d'émission
  • établissements (IF_{BV} (établ)) – cf.2.2

• et/ou les ménages / le domestique (IF_{BV} (dom)) – cf. 2.3
• et/ou ruissellement (IF_{BV} (ruiss)) – cf. 2.4
► Par substance
• pour une substance (IF^{S})
• ou pour la totalité des substances (IF = somme des IF^{S})
• ou, plus spécifiquement, pour tous les micropolluants du projet, i.e. toutes substances sans les paramètres indiciaires ($IF^{\mu pol}$)

L'IF est calculé à partir des coefficients d'émissions définis dans les paragraphes suivants, que nous avons pu répertorier dans la bibliographie, parmi les bases de données nationales ou parmi les données produites sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg pour les 3 types d'émetteurs : établissements, ménages, ruissellement :

IF (indice de flux (sans unité) = valeur absolue du coefficient d'émission

L'outil logiciel permet également, grâce à l'étude du comportement hydraulique du réseau, d'estimer les IF de chacune des substances aux exutoires du réseau (rejets dans les milieux récepteurs ou à la STEU).

► indice de pression potentielle (IPP) : l'IPP associe une notion d'impact potentiel de chacune des substances à l'IF En effet, à concentration équivalente, deux substances n'auront pas le même impact sur l'écosystème à cause de différentes caractéristiques physico-chimiques notamment. Afin de pouvoir tenir compte cette notion, nous avons intégré un score de priorité, associé à chacune des substances caractérisant (relativement) l'impact potentiel de chacune d'elle sur la santé et l'environnement. L'IPP est calculé à partir de l'IF et du score de priorité (Sc^{S}) d'une substance (cf.2.5) :

$$\mathbf{IPP = IF * Sc^{S}}$$

2.1. L'échelle spatiale et les types d'émissions pris en compte dans l'inventaire

2.1.1. L'échelle spatiale

L'émission des micropolluants est calculée au niveau des bassins versants (BV) définis lors de la révision du schéma directeur et zonage de l'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg en 2011. Les 767 BV retenus sont les BV correspondants aux réseaux unitaires et réseaux eaux usées strictes (Figure 3). Sont exclus les BV correspondants aux réseaux d'eaux pluviales ainsi que les BV classés comme BV futurs en 2011. Pour ces BV futurs, l'information détaillée permettant le calcul du transfert des micropolluants émis est manquante.

Figure 3 : Bassins versants pris en compte pour le calcul de l'émission des micropolluants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg.

2.1.2. Types d'émission pris en compte

Trois types d'émissions de micropolluants ont été pris en compte dans le cadre de la phase « Diagnostic » du projet :

► Les émissions liées aux activités artisanales et industrielles
► Les émissions domestiques
► Les émissions liées aux eaux pluviales

Le périmètre du projet LUMIEAU-Stra concerne les émissions transitant par le réseau d'assainissement. Cela explique que nous n'ayons pas intégré certaines sources directes ou indirectes d'émissions de micropolluants vers les milieux récepteurs. Si l'on se réfère notamment au « Guide pour l'inventaire des émissions, pertes et rejets de micropolluants vers les eaux de surface » [1], les sources d'émissions suivantes ne sont pas prises en compte :

► Les retombées atmosphériques directes sur les eaux de surface ;
► Les émissions diffuses liées à l'érosion des sols ;
► Le ruissellement depuis les terres perméables ;
► Les émissions souterraines depuis les sites contaminés ;
► Les émissions directes de l'agriculture.

Il convient toutefois d'insister sur le fait que l'exercice d'inventaire mené dans le présent projet et les inventaires auxquels fait référence le guide [1], en lien avec le cycle de mise en application de la DCE, ne recouvrent pas exactement les mêmes objectifs. Dans le projet LUMIEAU-Stra, il s'agit de réaliser un diagnostic à une échelle locale des émissions vers le réseau d'assainissement (puis d'évaluer la pression du

système d'assainissement sur le milieu récepteur). Dans le second cas, le bilan doit être mené à l'échelle du district. Et de fait, les informations pertinentes sur les sources de rejets peuvent différer : à titre d'exemple, dans le cas de LUMIEAU-Stra le bilan des rejets domestiques « entre les foyers raccordés et la STEU » nous importent pour identifier des leviers d'action, alors que, dans le cadre des inventaires tels qu'entendus par le cycle de la DCE, les rejets domestiques raccordés sont amalgamés dans les rejets consécutifs des STEU.

Les parties suivantes 2.2 à 2.4 présentent les méthodologies employées pour évaluer ces émissions. Il convient de noter que ces méthodologies constituent le socle de l'outil de diagnostic affiné tout au long du projet dans le cadre d'un processus itératif.

Une présentation plus détaillée de l'architecture de la base de données est fournie dans le *Livrable 1.1a : Inventaire des émissions de micropolluants adapté au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg : base de données informatisée et outil d'aide à la production de cartes thématiques.*

2.2. Les émissions ponctuelles des activités artisanales et industrielles

L'inventaire des émissions de micropolluants à l'échelle des bassins versants repose en premier lieu sur l'inventaire des activités économiques.

A cet effet la base de données SIRENE® de l'INSEE est employée. Elle répertorie les établissements présents sur le territoire français (*a fortiori* sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg) et précise pour chacun d'entre eux les références d'identification (notamment le SIRET), les données de géolocalisation (adresse, …), et quelques données portant sur l'activité économique (code APE, évaluation des effectifs, …).

Dans un second temps, les émissions des établissements sont recherchées parmi les bases de données adéquates (§2.2.1), ou modélisées si aucune donnée n'est disponible.

Le travail de modélisation lui-même repose sur la construction d'une matrice activité/polluants, permettant, sur la base des informations de rejets connues à l'échelle nationale (§2.2.1) d'associer à chaque couple activité/polluant (ou APE/SANDRE) un coefficient d'émission moyen. Tous les établissements sont caractérisés par un code APE, et il est alors possible d'estimer leurs rejets associés à toutes les substances étudiées (§2.2.3).
La Figure 5 résume le schéma de principe de l'évaluation et les parties suivantes en détaillent les rouages.

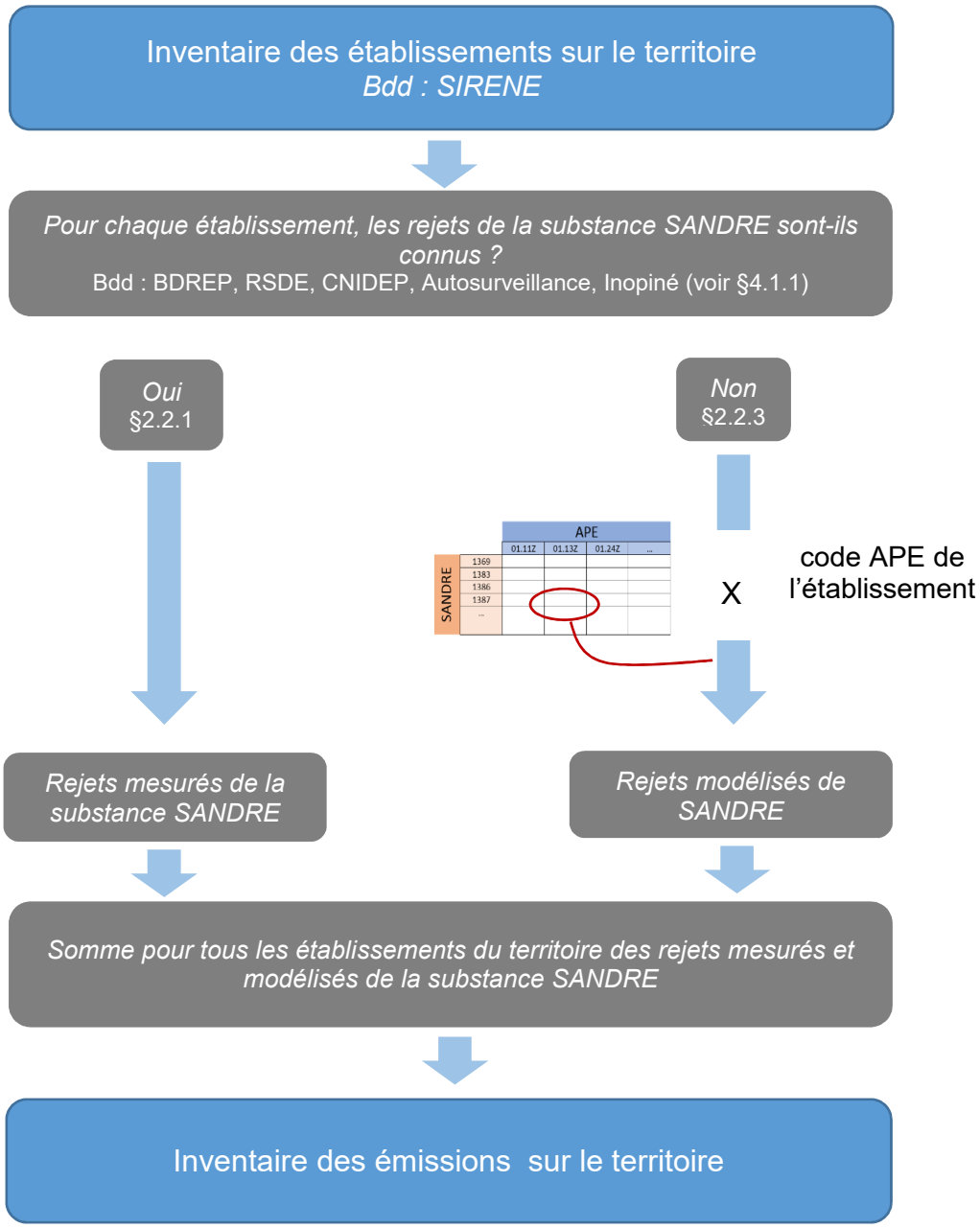


Figure 4 : Schéma de principe de l'évaluation des rejets artisanaux et industriels d'une substance "SANDRE" sur un bassin versant

2.2.1. Bases de données utilisées

Cinq bases de données ont été réquisitionnées pour estimer les émissions de micropolluants liées aux activités économiques :

- La base de données issue de l'action **RSDE-ICPE**
  Une extraction de la base de données nationale a été réalisée à l'INERIS en mars 2016. Elle porte sur 3589 établissements et 115 substances et paramètres.

- La base de données **BDREP**
  BDREP est la base de données associée à IREP, registre des émissions polluantes déclarées chaque année par les exploitants des installations classées soumises à autorisation.
  Une extraction de la base de données pour les émissions vers l'eau et la période 2010-2014 a été réalisée à l'INERIS en mars 2016. Elle porte sur 5809 établissements et 72 substances et paramètres.

- Les données issues de **contrôles inopinés**
  Des analyses, mandatées par le service eau et assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, sont effectuées régulièrement sur les effluents d'établissement industriels.
  Ont été utilisées les données de l'année 2014, portant sur 23 établissements du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg et 13 substances et paramètres.

- Les données **d'autosurveillance**
  Des établissements industriels sont tenus par une convention de transmettre des données d'autosurveillance de leurs rejets au service eau et assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.
  Les données de 2014 concernent 4 établissements et 9 à 15 substances et paramètres.

- Les résultats de l'étude du **CNIDEP**
  L'étude DCE & Artisanat du CNIDEP (2014) a permis une caractérisation des substances dangereuses présentes dans les effluents de plusieurs métiers de l'artisanat.
  L'étude CNIDEP a permis d'obtenir des mesures de rejets de 98 substances et paramètres issus de 7 métiers différents (Peinture en bâtiment, Imprimerie, Garages mécaniques et carrosseries, Salons de coiffure, Pressing, Menuiseries et Nettoyage des locaux, *cf.* Tableau 1).

Pour toutes ces bases de données, mais plus essentiellement pour les bases RSDE et BDREP, il convient de noter qu'un important travail a dû être mis en œuvre pour rendre possible leur étude croisée. Homogénéisation des termes, vérification d'informations, détection de valeurs aberrantes, etc. sont autant d'étapes de travail nécessaires dont le coût de mise en œuvre ne peut être fidèlement rendu dans un rapport méthodologique.

2.2.2. Les données de rejet documentées

Comme illustré sur la Figure 4, l'inventaire des émissions s'appuie en priorité sur les données mesurées disponibles (branche « Oui » de la figure). Chaque établissement référencé sur le territoire de l'EMS dans SIRENE, et identifié par son numéro SIRET, est recherché dans ces bases de données et lorsqu'une donnée est disponible, elle est utilisée. Lorsqu'un établissement est documenté par plusieurs bases de données distinctes, la valeur moyenne de l'émission des substances est retenue.

Pour les établissements pour lesquels aucune donnée de rejet n'est disponible ou dont l'émission de certaines substances n'est pas documentée (branche « Non » de la figure), les rejets sont modélisés selon l'approche décrite plus bas, dans le § 2.2.3.
Il convient de noter que les bases liées à l'autosurveillance et aux contrôles inopinés n'ont pas été utilisées pour la modélisation, telle que décrite dans la partie suivante.

2.2.3. Les données de rejet modélisées

Pour les établissements référencés dans le registre SIRENE mais dont les (ou certaines) données de rejets ne sont pas connues, une modélisation fondée sur les données nationales a été développée.
Cette méthode permet d'obtenir des ordres de grandeur d'émission qui sont susceptibles d'être entachés d'incertitudes et de variabilités. Il est donc important de

noter que les résultats devront être analysés et leur cohérence évaluée, sur la base de données de rejets observées si elles sont disponibles.

Il convient également de préciser le lien et les différences entre l'approche proposée dans ce projet et celle explicitées dans le « Guide pour l'inventaire des émissions, rejets et pertes de micropolluants vers les eaux de surface » [1] pour évaluer les émissions industrielles. Dans les deux cas, il s'agit tout d'abord de s'appuyer sur des données disponibles lorsqu'elles existent (notamment RSDE et BDREP). Dans les deux cas, il s'agit également de faire un lien entre activité de l'établissement et émissions, le guide [1] s'appuyant sur la nomenclature RSDE.
Toutefois, une transposition directe de la méthodologie du guide n'est pas possible parce que les données sur lesquelles elle s'appuie (équations d'émissions s'appuyant sur des mesures de DCO, MES ou METOX[1]) ne sont généralement pas disponibles pour l'ensemble des activités économiques.
Le présent travail de modélisation des rejets liés aux activités économiques doit donc être perçu comme l'exploration d'une nouvelle voie d'évaluation des rejets, plus compatible avec l'échelle locale, étendant le spectre considéré des établissements émetteurs des industries à l'ensemble des activités économiques et s'appuyant ainsi sur une nomenclature plus large des activités (21 secteurs RSDE contre plus de 700 codes APE)[2]. L'objet de ce projet est aussi d'évaluer la robustesse de cette approche par rapport à l'applicabilité éprouvée du guide.

Passée cette précision, nous revenons au descriptif de la méthode employée : l'idée directrice a été d'établir un lien statistique entre les rejets des diverses substances et les activités des entreprises. Or, les activités des entreprises peuvent être connues *via* la base SIRENE qui associe à chacune d'entre elles un numéro SIRET unique mais également à un code d'activité APE : c'est cette nomenclature que nous avons choisi d'adopter pour cette étude (*cf.* Encadré méthodologique 1), en cohérence avec des travaux récents, notamment ceux du BRGM (matrice polluants/activités pour les rejets dans les eaux sous-terraines[3]), et ceux du GRAIE (en lien avec le CISALB) qui ont identifié pour 24 types d'activités (correspondant à 140 codes APE) les rejets associés et des solutions de réduction des rejets[4].

De la même manière, il est possible de retrouver le code APE associé à chacune des données de rejet inventoriée dans les bases RSDE, BDREP et CNIDEP.

En résumé donc, il s'agit de réquisitionner ces trois dernières bases pour en tirer des lois statistiques générales associant APE et rejets de substances (identifiées par leur code SANDRE), puis d'inférer ces résultats aux établissements de l'Eurométropole de Strasbourg dont le code APE est connu mais les rejets encore inconnus.

Plus précisément deux approches ont été développées :

- Le calcul de **coefficients d'émissions par APE et par établissement.**

[1] Voir [1], p28 et Annexes 6 et 7.
[2] Par ailleurs, il faut rappeler que l'exercice d'inventaire tel qu'entendu dans la DCE et auquel s'applique le guide [1] ne requiert que l'évaluation « en bout de chaine ». Nul besoin par exemple de connaître les rejets des industriels raccordés si ceux de la STEU sont connus. Alors que l'échelle locale du projet LUMIEAU-STRA nécessite que soient évalués les rejets intermédiaires.
[3] http://infoterre.brgm.fr/
[4] Voir http://www.graie.org/graie/touslesliens.htm#9

Le calcul a alors consisté à réaliser une moyenne à l'échelle nationale des rejets observés pour un même couple APE/SANDRE[5]. Formellement :

coeff d'émission moyen $_{APE/SANDRE}$ = somme des rejets connus de la substance SANDRE par les établissements d'un même code APE / nombre de ces établissements

Les résultats obtenus précisent pour chacun de ces couples le nombre d'observations sur lesquelles le coefficient d'émission est obtenu, ainsi que l'écart-type de l'estimation obtenue.

- Le calcul de **coefficient d'émissions par code APE et selon** une variable d'activité permettant de fournir une estimation de la « **taille** » de l'établissement. Pour des raisons de disponibilité de données, la seule variable d'activité qu'il a été possible d'intégrer à notre étude a été **l'effectif** dans l'établissement (*cf.* Encadré méthodologique 2)
  Une régression linéaire a été réalisée pour chaque couple APE/SANDRE afin de calculer les coefficients de régression $\mathbf{m_{APE/SANDRE}}$ et $\mathbf{p_{APE/SANDRE}}$ d'une **équation d'émission** du type :
  Coeff d'émission $_{APE/SANDRE}$ **=** $\mathbf{m_{APE/SANDRE}}$ **x Effectif +** $\mathbf{p_{APE/SANDRE}}$

  Le coefficient de régression linéaire R^2 a été systématiquement estimé.

  Enfin, précisons que lorsqu'une unique donnée était disponible pour un couple particulier APE/SANDRE, l'exercice se réduisait à une simple estimation du coefficient $\mathbf{m_{NAF/SANDRE}}$ **= Coeff émission/Effectif**, assortie d'un R^2 non spécifié.

Le choix de la méthode empruntée (établissement ou effectif) dans le cadre du logiciel est finalement réalisé au cas par cas. L'approche générale consiste à utiliser préférentiellement les équations d'émissions liées aux effectifs dès lors qu'il en existe une pour le couple APE/SANDRE étudié et qu'elle est assortie d'un R^2 et d'un nombre d'observations suffisamment élevée pour que l'équation soit jugée fiable ($R^2 \geq 0.7$ et nombre observations> 5 à ce jour, ces valeurs sont paramétrables dans l'interface utilisateur).

Il est à noter que la base des coefficients d'émission pour les établissements comporte des données pour 148 substances. Parmi celles-ci, 101 font partie de la liste des substances retenues pour le projet LUMIEAU-Stra : 10 paramètres indiciaires et 91 micropolluants. 6 de ces micropolluants sont des agrégats, par famille, de micropolluants comme expliqué dans le paragraphe suivant.

[5] Du type coeff calculé = somme des rejets connus de la substance SANDRE par les établissements d'un même code APE / nombre de ces établissements.

Le choix d'utiliser la nomenclature APE pour saisir l'activité d'un établissement trouve plusieurs justifications :

- L'applicabilité des données. Tous les établissements présents dans la base SIRENE disposent d'un code APE. De même, il est possible de retrouver le code APE de tous les établissements apparaissant dans les bases de données réquisitionnées pour l'étude.
- Son large éventail. La nomenclature APE présente 782 codes d'activité, ce qui permet de saisir avec une maille relativement fine les activités des établissements étudiés. *A contrario*, la nomenclature RSDE ne comprend qu'une vingtaine d'entrées.
- La disponibilité des données. S'il existe d'autres nomenclatures, notamment la nomenclature TEF employée par les Agences de l'Eau, il ne nous a pas été possible dans le temps du projet de recueillir les informations nécessaires à leur application (connaître le code TEF de tous les établissements de l'EMS ; identifier celui des établissements répertoriés dans nos bases de données nationales).

Une des limites de la nomenclature des codes APE concerne l'imprécision de la qualification de l'activité. Sous un même code APE, des activités, et donc des rejets, très différents peuvent être regroupés[6].

Et même lorsque les activités sont *a priori* proches, des différences d'échelles peuvent induire des divergences fortes dans le choix des solutions industrielles employées, et résulter *in fine* dans des types de rejets très différents. C'est dans le souci d'intégrer pour partie cette spécificité que nous avons développé l'approche par coefficients d'émissions liés aux effectifs mais il est clair qu'une analyse critique des résultats obtenus devra être entreprise.

Encadré méthodologique 1 : le code APE comme proxy de l'activité

La base SIRENE comprend essentiellement deux variables fournissant un renseignement sur l'effectif des établissements répertoriés : les variables EFETCENT et TEFET. Dans les deux cas, les valeurs indiquées fournissent une indication sous forme de fourchette de valeurs. Par exemple, TEFET = 11 indique que l'établissement compte entre 11 et 19 salariés. De plus, ces deux variables suivent des pas différents : EFETCENT compte généralement les effectifs par centaines, quand TEFET réalise un comptage fin des petits effectifs (par dizaines) et plus large des effectifs importants (jusqu'à des fourchettes de 5000). Au global, selon la taille de l'entreprise une ou l'autre des variables peut fournir l'information la plus précise ; c'est pourquoi nous n'avons pas privilégié l'une ou l'autre.

Par ailleurs, nous avons fait le choix de réduire les fourchettes à leurs valeurs moyennes et de les incrémenter d'une unité pour intégrer le chef d'établissement dans le décompte des effectifs.

La méthodologie finalement retenue peut être décrite comme suit :

Valeur finale retenue

Pour une entreprise donnée, on prend le Min des valeurs retenues pour TEFET et EFETCENT

Sauf si TEFET = 53, on conserve la valeur EFETCENT

Si on ne dispose que d'une des données, on prend celle qui est disponible

Exemples :

EFETCENT	*TEFET*	*Valeur EFETCENT retenue*	*Valeur TEFET retenue*	***Valeur finale retenue***
Non connu	*11*	*Non connu*	*15,5*	***15,5***
50	*NN*	*75,5*	*NN*	***75,5***
10	*11*	*15,5*	*15,5*	***15,5***
200	*31*	*250,5*	*225,5*	***225,5***
1000	*42*	*1050,5*	*1500,5*	***1050,5***
14300	*53*	***14350,5***	*valeur EFETCENT*	***14350,5***

Encadré méthodologique 2 : Estimation de l'effectif des établissements

[6] A titre d'exemple, le code 32.30Z renvoyant à la fabrication d'articles de sport peut être associé à la fabrication de raquette en bois comme à celle de boules de pétanques comprenant du nickel. Les rejets liés à ces activités sont évidemment très différents.

2.2.4. Hypothèses spécifiques

Le principe général de modélisation étant maintenant décrit, il convient de préciser quelques hypothèses spécifiques qui ont dû être faites pour pallier certaines difficultés rencontrées au fur et à mesure de l'avancée des travaux.

2.2.4.1. RSDE

La base de données RSDE comprend parfois des informations de rejets portant sur des familles de substances : c'est notamment le cas pour les hexachlorocyclohexanes (SANDRE 1200 et 1203), les PCB (SANDRE 1239, 1241, 1242, 1243, 1244, 1245 et 1246), les BDE (SANDRE 1815, 2910, 2911, 2912, 2915, 2916, 2919 et 2920), les octylphénols (SANDRE 6370 et 6371) et les nonylphénols (SANDRE 6366 et 6369).

Afin de pouvoir réaliser l'analyse la plus systématique possible tout en mettant au maximum à profit les données disponibles, il a été décidé de modéliser des coefficients d'émission pour chacune de ces familles plutôt que pour chacune des substances. Autrement dit, la modélisation réalisée a permis par exemple de calculer des coefficients APE/BDE mais pas d'atteindre le niveau de détail APE/BDE1815. Un code SANDRE fictif a donc été créé pour chaque famille concernée par cette simplification. Cette hypothèse implique évidemment une perte de précision dans le diagnostic attendu de l'outil Logiciel. Pour autant l'impact pratique semble d'autant plus limité que les substances sont par la suite généralement recherchées analytiquement par famille, et que dans la majeure partie des cas les actions de réduction peuvent également être envisagées par familles.

2.2.4.2. BDREP

Trois hypothèses de travail doivent être signalées concernant le travail de modélisation réalisé à partir de la base de données BDREP :

- Concernant les substances prises en compte, comme pour la base RSDE, certaines ont été intégrées au sein de familles.
  - Les BDE sont généralement présents dans la base sous la nomenclature « Diphényléthers bromés somme de : BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 154, BDE 153, BDE 183 et BDE 209 ». Quelques mesures spécifiques aux BDE 99 et 100 apparaissent néanmoins. Nous avons toutefois choisi d'amalgamer toutes ces informations au service du calcul simplifié de coefficients d'émissions portant sur la famille BDE.
  - De même, concernant les PCB, des informations de rejets portent sur les « PCBi : somme des 7 PCB indicateurs (PCB 28+PCB 52+PCB 101+PCB 118+PCB 138+PCB 153+PCB 180) » et d'autres sur les « Biphényles polychlorés (PCB) ». Toutes ces informations ont été réunies au sein d'une même famille PCB.

- BDREP est une base de données renseignée tous les ans par les établissements émetteurs. Afin de n'associer qu'une donnée de rejet à chaque établissement et pour chaque substance, il a été décidé de calculer préalablement à l'analyse la moyenne de ses rejets déclarés entre 2010 et 2014. De cette manière, on associe une seule donnée à un établissement, qu'il ait fait cinq déclarations entre 2010 et 2014, ou une seule. La période 2010-2014 choisie permet d' « homogénéiser » les deux approches BDREP et RSDE.

- Enfin, la base de données BDREP comporte deux informations de rejets : l'une portant sur la masse émise (d'une substance donnée) et l'autre sur la masse importée. Cette distinction permet notamment à l'industriel de faire valoir que certains de ses rejets peuvent être dus à une contamination en amont.

Cependant, nous avons observé un grand nombre de données peu crédibles portant sur les masses importées (*ie* masses importées exactement égales aux masses émises) ; nous avons donc fait le choix de ne porter notre étude que sur les masses émises. L'analyse critique de cette hypothèse devra être menée dans une phase ultérieure du projet.

-

2.2.4.3. Données CNIDEP

Il nous semble opportun de signaler deux hypothèses de travail concernant les données issues de l'étude CNIDEP, l'une portant sur les codes d'activité, l'autre sur le mode de modélisation retenu.

- Les données fournies par l'étude du CNIDEP ne portent pas sur des activités telles que renseignées par la nomenclature APE, mais sur des métiers (Menuiseries, Salons de coiffure, etc.). Afin d'intégrer ce corpus à l'outil logiciel, il a été nécessaire de faire correspondre APE et métiers. Le schéma de correspondance est décrit dans le Tableau 1 ci-dessous.

- Nous avons spécifié dans la partie 2.2.3 deux approches de modélisation (l'une portant sur une moyenne d'émission par établissement, l'autre rapportée aux effectifs considérés) et avons indiqué que le choix d'emprunter l'une ou l'autre serait fondé sur des critères statistiques. Toutefois, l'étude du CNIDEP permet de fonder cette discrimination sur une expertise de terrain : il est possible de distinguer *a priori* les activités artisanales dont les rejets sont susceptibles d'être proportionnels au nombre d'employés et celles dont les rejets ne semblent pas comprendre de part variable. Le même Tableau 1 fait apparaître l'approche considérée comme la plus appropriée.

Tableau 1 : Correspondance APE/métiers et part variable des rejets

Métier étudié	**Codes APE associés**	**Approche de modélisation retenue**
Peinture bâtiment	43.31Z 43.33Z 43.34Z	Rejets moyens par employé
Imprimeries	18.12Z	Rejets moyens par établissement
Garages mécaniques et carrosseries	45.20A 45.20B 45.40Z	Rejets moyens par établissement (part fixe) et par employé (part variable)
Nettoyage de locaux	81.21Z 81.22Z	Rejets moyens par employé
Menuiseries	16.29Z 31.02Z 31.09A 31.09B 43.32A	Rejets moyens par employé
Salons de coiffure	96.02A	Rejets moyens par employé
Pressings	96.01B	Rejets moyens par établissement

2.2.5. Synthèse des coefficients d'émissions pour les activités industrielles et artisanales

La base de coefficients d'émissions représente un trop grand nombre de données pour être présentée sous forme de tableau dans ce livrable. La base est proposée sous la forme d'une annexe téléchargeable (voir Annexe 1). Elle reprend les données de coefficients d'émissions calculés pour la base RSDE, la base BDREP et les données artisans provenant de l'étude CNIDPE (2014).

2.3. Les émissions domestiques

Le deuxième type de rejets vers le système d'assainissement concerne les émissions domestiques. Ces émissions sont déterminées à l'échelle des bassins versants grâce à la connaissance du coefficient d'émissions et du nombre d'habitant par BV. Pour chaque BV, l'émission domestique d'une substance S se calcule selon l'équation :

$$\textit{coeff émission BV (kg/jour)} = NH_{BV} \times \textit{coefficient d'émission (kg/jour/habitant)}$$

Avec : NH = nombre d'habitants

2.3.1. Nombre d'habitants par BV

Le nombre d'habitants par BV est estimé à partir d'une superposition des BV et des IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) à l'aide du logiciel ArcGIS. Pour chaque IRIS le nombre d'habitants est renseigné. Dans la définition du nombre d'habitants par BV l'hypothèse a été faite que les habitants sont uniformément distribués sur la surface d'un IRIS.

2.3.1. Détermination des coefficients d'émission

Les coefficients d'émission domestiques des substances de la liste LUMIEAU-Stra ont été estimés à partir de la bibliographique nationale et internationale. Dans cette partie, le processus pour obtenir les coefficients d'émission des substances pharmaceutiques est différent des autres substances. Nous distinguerons donc ces substances des autres. La partie 2.3.1.1 présente quelques généralités sur les sources de pollution des ménages ainsi que les définitions nécessaires à la compréhension de nos investigations (eaux grises, eaux noires, etc…). La partie 2.3.2.1. présente la démarche suivie pour choisir les coefficients d'émission domestiques pour chacune des substances de la liste LUMIEAU-STRA (Tableau 2).

2.3.1.1. Sources de pollution des ménages - Généralités

Le rôle des ménages en tant que pollueurs en micropolluant est significatif, notamment depuis les efforts globaux pour diminuer les émissions industrielles. [2]

Les sources de pollution des ménages peuvent être : les substances actives des médicaments et les substances liées à l'alimentation éliminées par excrétion du corps humains, les produits utilisés dans la douche et le bain, ceux utilisés pour la lessive et la vaisselle, produits phytosanitaires, produits utilisés pour le bricolage, etc. [3]

A titre d'exemple sur les consommations de produits contenant des micropolluants, une étude de 2015 a estimé les quantités utilisées annuellement en Suisse[7] [4]:

- Produits chimiques domestiques (savons et détergents) : supérieur à 140 000t.an^{-1} soit >17 kg.an^{-1}.hab^{-1}
- Produits phytosanitaires à usage privé : 100 t.an^{-1} soit environ 12 g.an^{-1}.hab^{-1}
- Médicaments à usage humain : > 1750 t.an^{-1} soit environ 200 g.an^{-1}.hab^{-1}
- Hormones : 180 kg.an^{-1} soit environ 20 mg.an^{-1}.hab^{-1}

[7] Nombre d'habitants en Suisse au 31/12/2014 = 8 237 700

Les rejets des ménages sont donc non négligeables et des actions de réduction doivent y être consacrées. Cela fait l'objet d'une partie de la tâche « Changement de pratiques » du projet LUMIEAU-Stra.

La majorité des études se concentre sur les paramètres standards de la qualité de l'eau comme le COT, la DCO, la DBO et les coliformes totaux et fécaux. Au contraire, très peu de recherches étudient les charges en micropolluants apportées par les ménages en entrée de STEU [5]. Cependant, plusieurs études du nord de l'Europe ont étudié les apports des micropolluants au « pied de l'immeuble » notamment parce que leurs systèmes d'assainissement peuvent comporter une séparation eaux noires / eaux grises dès l'entrée dans le réseau.

Il est en général assez difficile de distinguer les sources spécifiques de pollution (nettoyage, vaisselle, douche…) du fait de la complexité des mélanges. [2]

La variabilité de la composition des eaux est également un point fondamental de la difficulté de la représentativité de la qualité des eaux des foyers [6], [7]. En effet, celle-ci est soumise à de nombreux facteurs locaux : nombre d'occupants du logement, âge, style de vie, usages de l'eau, habitudes, type et quantité de produits utilisés [8]. Selon certains auteurs, les variations de substances dangereuses entrant dans une station d'épuration donnée peuvent être plus importantes qu'entre plusieurs stations différentes [6].

Il est connu qu'il existe un manque de données fiables en ce qui concerne la composition, le traitement et le recyclage des eaux grises et noires issues des ménages [2]. Notons que plusieurs projets actules de l'appel à projet « Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » (REGARD[8], SIPIBEL-RILACT[9] notamment) permettront d'alimenter la bilbiographie sur ce point.
Les eaux grises sont définies comme les eaux usées des ménages sans apports des toilettes, soit bains/douches, lavages de main, lessives, eaux de cuisine, nettoyage des sols. Elles sont estimées à 70-75% en volume des eaux domestiques [2], [9]. Les caractéristiques des eaux grises dépendent du nombre d'occupants du logement, de leur âge, de leur style de vie, de l'usage de l'eau, des habitudes sociales et culturelles, du type et de la quantité de produits utilisés, etc… Par exemple, on peut y trouver [10], [8] :

- Salle de bain : des savons, des shampoings, du dentifrice, des produits de soin corporel, de la mousse à raser, des cheveux, de la peau, des graisses, des peluches, des traces d'urines et de fèces, …
- Lave-linge : des détergents (sodium, phosphore, surfactants, agents de blanchiment, enzymes, conservateurs, solvants…), des huiles, des peintures, des fibres non biodégradables des vêtements, de la mousse, des graisses, du savon, …
- Evier de cuisine : des résidus de nourriture, des graisses, de l'huile, des détergents de vaisselle, …
- Lave-vaisselle : des agents pathogènes (bactéries…), de la mousse, des résidus d'aliment, des huiles, des graisses et des traces d'autres produits chimiques

[8] Projet REGARD (Réduction et gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise) : http://www.bordeaux-metropole.fr/Vivre-habiter/L-eau-Bordeaux-Metropole/Eau-industrielle-et-assainissement/REGARD-Pollution-des-milieux-aquatiques

[9] Projet SIPIBEL RILACT (Site pilote de Bellecombe - Risques et leviers d'actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers) : www.graie.org/Sipibel/index.html

Les eaux noires, quant à elles, sont définies comme étant les eaux de toilettes. Dans les eaux noires, on trouve [2]:

- urines et fèces : sources de produits pharmaceutiques, pesticides, additifs alimentaires,
- eaux de chasse/rinçage : sources de métaux,
- apports divers tels que du papier toilettes, mais aussi parfois des sources d'une grande variété de substances : des vidanges de seau dans les toilettes, des jets de mégots de cigarette ou de tabac à priser.

2.3.1.1.1. Substances pharmaceutiques

Dans l'environnement, les médicaments peuvent provenir de l'activité humaine (traitement des symptômes, des maladies et du stress et prévention de la grossesse), de l'agriculture et aquaculture (contrôle des parasites et stimulation de la croissance des élevages).
Ces sources de pollution sont globalement diffuses. Les médicaments sont liposolubles, absorbables, hydrosolubles et relativement persistants dans l'organisme [11].

En ce qui concerne l'activité humaine, une étude [11] sur l'ibuprofène, les tétracyclines et des hormones œstrogènes synthétiques a montré plusieurs sources ponctuelles de rejet de ces substances dans l'environnement :

- le plus courant : rejets dans eaux usées résidentielles et hospitalières sous forme de métabolites et/ou de produits intacts dus à la consommation ou l'application (voir Annexe 2).
- mais aussi : lixiviation de déchets, débordement de DO ou de fosses septiques, fuite de réseaux, effluents d'industries pharmaceutiques, ruissellement, épandage, lixiviation des boues de station épandues, enfouissement de cadavres animaux.

Le fait que les utilisateurs ne ramènent pas forcément les médicaments périmés en pharmacie pourrait également être une source ponctuelle à prendre en compte. Selon une enquête suisse, sur 500 personnes interrogées, 1 % seulement ont déclaré jeter régulièrement des médicaments dans les toilettes, tandis que 13 % les éliminent avec les ordures et 76 % les ramènent au point de vente. Par contre, une enquête allemande semblerait montrer que la proportion de personnes jetant les médicaments dans les toilettes serait beaucoup plus importante [3]. Enfin, une étude canadienne montre que 40 % de ces produits sont éliminés dans les toilettes et lavabos [11]. En France, selon une enquête de 2016 [12], 80% des Français déclarent déposer leurs médicaments non utilisés chez le pharmacien.

Nous nous efforcerons d'étudier les sources émanant directement des foyers dans la suite de cette étude telles que les rejets par excrétion.

2.3.1.1.2. Autres substances

Cette liste de sources n'est pas exhaustive et ne permet de n'avoir qu'un aperçu des multiples sources d'émissions diffuses domestiques.

- Perturbateurs endocriniens

Parmi les molécules suspectées d'être perturbateurs endocriniens (liste en cours de mise en place), on retrouve des substances très diverses comme les pesticides organo-chlorés (Mirex, Lindane,…), des antifongiques (Carbendazime,…), les

polychlorobiphényles (PCB), des retardateurs de flamme halogénés (bromodiphényléther (BDE)), des adjuvants pour matières plastiques (phtalates), des surfactants (alkylphénols), des agents anticorrosion (organoétains) [13]. On peut également ajouter à cette liste les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dérivés phénoliques (parabènes), etc… [14].

Les retardateurs de flamme sont utilisés pour l'ignifugation dans les équipements électroniques, les cartes de circuits imprimés, les boîtiers d'ordinateur, les matériaux de construction, les câbles, les textiles, les meubles (polystyrène, mousse en polyuréthane) et les sièges de voiture. Leur utilisation semble avoir tendance à diminuer. La principale source des retardateurs de flamme dans l'eau est le lavage des textiles et la volatilisation pendant l'utilisation de produits ignifugés [2], [6].

Les phtalates proviennent essentiellement des matériaux plastiques et peuvent se retrouver dans les eaux grises via la vaisselle, le nettoyage …. [2]. Le DEHP est la substance dangereuse la plus répandue dans l'environnement (air, sol, eau, biote). En Suède, par exemple, 97 à 98% du DEHP produit est utilisé comme plastifiant dans le PVC utilisé lui-même pour la fabrication des tapis et linoleums, des papiers-peints, des gaines de câbles… Cette substance est ensuite relarguée tout au long de la durée de vie du produit. Elle peut donc contaminer l'eau de différentes façons : lavage des sols, usure des sols plastiques, poussière, lavage des vêtements avec des impressions PVC. Une institution suédoise (Swedish Chemicals Inspectorate) donne quelques valeurs d'émission du DEHP :

- le lavage des vêtements avec impression PVC émettrait annuellement 0,3 $g.hab^{-1}$ au Danemark,
- le lavage des tapis en PVC émettrait en moyenne 0,5 $mg.m^{-2}$, soit en Suède l'équivalent de 0,17 $g.hab^{-1}.an^{-1}$ (i.e., 1,5 $t.an^{-1}$),
- l'usure et les déchirures des tapis PVC émettraient environ 27 $t.an^{-1}$, c'est à dire 3 $g.an^{-1}.hab^{-1}$.

Le DEHP se retrouve également dans des produits de soin corporels, vernis à ongle, parfums, déodorants…

Les surfactants sont les composés principaux des produits de nettoyage ménager (vêtements, vaisselle…). Les lave-linges et les lave-vaisselles sont donc les principales sources de surfactants dans les eaux grises. Les produits de soin corporels peuvent également être composés de tensio-actifs.
Les nonylphénols et octylphénols sont des tensio-actifs non-chargés utilisés principalement dans les détergents, mais aussi dans les cosmétiques, les produits de son corporels, les décapants, les lessives, les peintures….. [2], [15].

Les organoétains permettent la stabilisation du PVC qui est couramment utilisé dans les tapis. Ils peuvent également provenir des biocides (préservation du bois et peintures anti-moisissures) et des désinfectants de surface [2], [6].

Les parabènes sont utilisés principalement comme conservateurs dans les produits de soins corporels [16] (type shampoings, gels douches, crèmes hydratantes, mousse à raser, déodorants, savons, lotions pour la peau, dentifrices, démaquillants, crèmes solaires), En Suède, 4,5 $kg.an^{-1}.hab^{-1}$ (soit 12 $g.j^{-1}.hab^{-1}$) de cosmétiques et de produits d'hygiène sont utilisés. En France, une étude de 2013 a montré sur 15 000 produits de beauté et d'hygiène, 23% contenaient des parabènes. Ils sont également utilisés dans l'alimentation [17] en tant, notamment, que substituts au sucre dans les jus de fruits, les légumes transformés, les produits laitiers congelés [16]… Enfin, ils peuvent aussi être utilisés comme conservateurs dans le domaine pharmaceutique [16].

- Métaux lourds

Les sources potentielles de métaux lourds dans les eaux des ménages sont : la plomberie, les bijoux, la coutellerie, certains produits ménagers, les produits artisanaux, les plombages dentaires [18]. De plus, il est connu que les shampoings antipelliculaires et les produits de beauté et de soin corporel contiennent du zinc.

2.3.1.2. Démarche

2.3.1.2.1. Substances pharmaceutiques

Nous avons adopté une démarche différente des autres substances pour les substances pharmaceutiques car il est possible de remonter aux flux théoriques excrétés par le corps humain. De plus, ces molécules sont connues pour être capables d'évoluer dans les réseaux d'assainissement, notamment au contact des bactéries présentes dans les eaux usées. Le coefficient d'émission des ménages en substances pharmaceutiques est déterminé à partir du flux de substance consommé et du coefficient d'excrétion de la substance (Fexcréta) (voir Annexe 2).

2.3.1.2.2. Autres substances

De manière générale, mis à part pour les substances pharmaceutiques, les données ont été recherchées de façon concentrique par rapport à la source. Ainsi, les données retenues en priorité sont les concentrations ou flux au « pied de l'immeuble » ou à « l'exutoire du lotissement », puis, à défaut, les concentrations ou flux en entrée de STEP.
Un certain nombre d'hypothèses et choix ont été faits pour les calculs ou relevés bibliographiques. Elles sont listées ci-dessous :

- Les Eaux Grises (EG) sont définies comme étant les eaux de lavabos + éviers + douches/baignoires + lave-linge + lave-vaisselle (ou vaisselle manuelle à défaut) + nettoyage sols – elles font référence à des effluents en sortie lotissement ou en pied d'immeuble directement
- Les Eaux Noires (EN) sont définies comme étant les eaux de toilettes (urines + fèces) – elles font référence à des effluents en sortie lotissement ou en pied d'immeuble directement
- Les Eaux Domestiques (ED) sont définies comme étant les eaux en sortie lotissement ou en pied d'immeuble correspondant à l'ensemble des rejets domestiques (eaux grises et eaux noires confondues). Leurs caractéristiques peuvent être directement données par la bibliographie ou être calculées en additionnant les caractéristiques des Eaux Grises et des Eaux Noires (EG+EN)
- Les eaux en Entrée de STEU sont définies comme étant les Eaux domestiques + les Eaux industries + les Eaux pluviales. Mais, nous considérons que les eaux en Entrée de STEU rurales par temps sec sont assimilables aux Eaux Domestiques car il s'agit majoritairement de zones résidentielles et affranchies des eaux de pluies. Ce sont ces dernières (Entrée Steu rurales) qui sont nommées « Entrée Steu » lors de la détermination des coefficients d'émission domestiques.
- La plupart du temps la phase analysée n'étant pas précisée, les flux donnés sont soumis à l'incertitude de la phase analysée. Quand cela était possible, notre choix s'est porté sur les analyses de la phase totale plutôt que dissoute
- Les valeurs de flux retenues pour le calcul des coefficients d'émission sont prioritairement les valeurs issues des données « EG+EN sortie lotissement ». Dans le cas où ces valeurs ne seraient pas disponibles, les valeurs choisies sont celles des « eaux domestiques en sortie lotissement » données

directement par la bibliographie. Enfin, si les valeurs « ED sortie lotissement » ne sont pas disponibles, nous choisissons celles en « entrée STEU »

- De plus, la valeur de flux retenue est, par défaut, la valeur moyenne dans la référence. Cependant, pour certaines substances, la valeur moyenne de flux ou de concentration n'était pas disponible, la valeur choisie est alors la valeur médiane. Si celle-ci n'était pas non plus disponible, le calcul a été réalisé avec la valeur maximale. Enfin, certains calculs ont été réalisés avec des valeurs de d90 lorsque la valeur maximale n'était pas disponible.
- Pour les substances Benzène, PCB118, naphtalène, anthracène, cyanures totaux, les eaux noires n'ont pas été analysées dans les études référentes. Le flux est donc calculé en faisant l'hypothèse que les émissions dans les eaux noires sont négligeables (peu excrétées par l'organisme et rejets autres négligeables) et que le flux de ces substances dans les eaux domestiques n'est donc dû qu'aux eaux grises.
- Les données sur les p-octylphénols, nonylphénols ramifiés et 4-tert-octylphénols sont soumises à des difficultés d'interprétation : souvent peu de précisions sur la composition exacte de ces « mélanges de substances » dans les publications ou sur la réelle appartenance à ces groupes
- Quelques difficultés d'interprétation sur des substances comme 2,4-dichlorophénol et 1,2,4 trichlorobenzène : souvent les formes ne sont pas précisées dans la publication (dichlorophénol et trichlorobenzène seulement sans détail). On fait l'hypothèse que ce sont les substances les plus courantes ou contrôlées qui sont étudiées et donc que cela correspond à celles que l'on recherche
- Certains résultats étaient donnés dans la bibliographie en équivalent habitant (EH). Nous avons fait l'hypothèse qu'à l'échelle à laquelle nous travaillions, 1 EH pouvaient être considéré comme égal à 1 habitant.

L'ensemble des concentrations et flux retenus sont présentés en annexe 3 et 4.

Le calcul des flux à partir des concentrations s'effectue en multipliant la concentration par un débit. Ce débit peut être indiqué par la référence bibliographique dans laquelle la concentration a été relevée. Si ce n'est pas le cas, nous utilisons un débit par habitant de référence correspondant à la matrice. En effet, trois débits de référence ont été déterminés en effectuant une moyenne de plusieurs données de la bibliographie :

- un débit de référence pour les Eaux Grises : 105 $L.j^{-1}.hab^{-1}$
- un débit de référence pour les Eaux Noires : 25 $L.j^{-1}.hab^{-1}$
- un débit de référence pour les Eaux Domestiques : 130 $L.j^{-1}.hab^{-1}$

Nous n'avons, par la recherche bibliographique, pas réussi à obtenir des coefficients d'émission domestiques pour l'ensemble des substances LUMIEAU. Dans le tableau récapitulatif de ces coefficients (cf. Tableau 2), certaines substances n'ont donc pas de coefficients associés. Cela peut être dû au fait que cette substance n'a pas été étudiée dans les travaux retenus ou que l'analyse de cette substance n'a pas donné de résultats (valeur inférieure à la limite de détection ou de quantification).

Seules deux familles n'ont pas pu du tout être renseignées : les anilines et les nitroaromatiques de la liste LUMIEAU. Pour les autres familles, des informations ont été trouvées pour certaines substances et pas pour d'autres

Au final, la base des coefficients d'émission domestiques comporte des données pour 73 substances dont 7 paramètres indiciaires et 66 micropolluants.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des coefficients d'émissions domestiques retenus pour le projet LUMIEAU-STRA)

Code sandre	Numero CAS	Nom groupe de substances	Famille	Valeur retenue Coefficient d'émission domestique (mg.hab^{-1}.an^{-1})	"base" utilisée pour la valeur retenue	nombre de données utilisées pour calculer le flux moyen				Remarques sur la valeur retenue
						Sortie EG	Lotissement EN	ED	Entrée STEP	
5474	104-40-5	4-n-nonylphénol	Alkylphénol	86	Sortie Lotissement EG+EN	6	2			valeur eau grise : moyenne de 6 valeurs dont 5 moyennes et 1 médiane
	26027-38-3									
6366	28679-13-2	NP1OE (4-nonylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol							
	27986-36-3			130	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
	20427-84-3									
6369	27176-93-8	NP2OE (4-nonylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol							
	156609-10-8			230	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
6370	2315-67-5	OP1OE (4-octylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol	7,7	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			
6371	2315-61-9	OP2OE (4-octylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol	10	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			
6600	1806-26-4	p-octylphénols (mélange de 4-t-OP et 4-n-OP)	Alkylphénol							
	140-66-9			120	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			incertitude sur définition substance
1959	140-66-9	4-tert-Octylphenol	Alkylphénol	5,3	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			incertitude sur définition substance
6598	25154-52-3	Nonylphénols linéaire ou ramifiés (mélange sans 4-n-nonylphénol)	Alkylphénol							
	84852-15-3			3264	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			incertitude sur définition substance
1591	106-47-8	4 chloroaniline	Anilines							
1592	108-42-9	3 chloroaniline	Anilines							
1593	95-51-2	2 chloroaniline	Anilines							
1465	79-11-8	Acide chloroacétique	Autres							
1584	92-52-4	Biphényle	Autres							
6509	335-76-2	Perfluoro-N-decanoic acid	Autres							
1847	126-73-8	Tributylphosphate	Autres	22	Entrée STEP				4	
1922	36355-01-8	Hexabromobiphényl	Autres							
2052	67-56-1	Méthanol	Autres							
6519	58-08-2	Caféïne	Autres							
6560	1763-23-1	Acide sulfonique de perfluorooctane (PFC	Autres	0,68	Sortie Lotissement ED			2		Valeur Eaux domestiques prise par défaut
1114	71-43-2	Benzène	BTEX	106	Sortie Lotissement EG+EN	2	0			flux minimisés :EN non analysées + flux maximisé car résultat <105,7
1633	98-82-8	Isopropylbenzène	BTEX							
1780	1330-20-7	Xylènes (Somme o,m,p)	BTEX							
1497	100-41-4	Ethylbenzène	BTEX							
1278	108-88-3	Toluène	BTEX	35	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			+/- 9,64 mg/hab/an
1283	120-82-1	1,2,4 trichlorobenzène (=trichlorobenzène)	chlorobenzène	6,5	Entrée STEP				5	
1467	108-90-7	Chlorobenzène	chlorobenzène							
1631	95-94-3	1,2,4,5 tétrachlorobenzène	chlorobenzène							
1235	87-86-5	Pentachlorophénol	Chlorophénol							
1471	95-57-8	2 chlorophénol	Chlorophénol							
1486	120-83-2	2,4 dichlorophénol (=dichlorophénol)	Chlorophénol	13	Entrée STEP				5	
1548	95-95-4	2,4,5 trichlorophénol	Chlorophénol							
1549	88-06-2	2,4,6 trichlorophénol	Chlorophénol							
1636	59-50-7	4-chloro-3-méthylphénol	Chlorophénol							
1650	106-48-9	4 chlorophénol	Chlorophénol							
1651	108-43-0	3 chlorophénol	Chlorophénol							
1272	127-18-4	Tétrachloroéthylène	COHV	54	Entrée STEP				2	
1286	79-01-6	Trichloroéthylène	COHV							
1135	67-66-3	Chloroforme (=trichlorométhane)	COHV							
1161	107-06-2	1,2 dichloroéthane	COHV							
1168	75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	COHV							
1276	56-23-5	Tétrachlorure de carbone	COHV							
1702	50-00-0	Formaldehyde	COHV							
6695	99-76-3	Methylparaben	Personal care products	1110	Entrée STEP				1	valeur médiane
6644	120-47-8	Ethylparaben	Personal care products	274	Entrée STEP				1	valeur médiane
6693	94-13-3	Propylparaben	Personal care products	259	Entrée STEP				1	valeur médiane
1453	83-32-9	Acénaphtène	HAP	1,8	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			
1458	120-12-7	Anthracène	HAP	1,2	Sortie Lotissement EG+EN	2	0			flux minimisés :EN non analysées
1115	50-32-8	Benzo (a) Pyrène	HAP	0,71	Sortie Lotissement EG+EN	2	0			
1116	205-99-2	Benzo (b) Fluoranthène	HAP	5,5	Entrée STEP				2	
1117	207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	HAP	6,7	Entrée STEP				2	
1118	191-24-2	Benzo (g,h,i) Pérylène	HAP	1,0	Sortie Lotissement EG+EN	0	0			flux maximisé (pas de valeur moyenne)
1191	206-44-0	Fluoranthène	HAP	1,3	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			flux maximisé (pas de valeur moyenne)
1204	193-39-5	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	HAP							
1517	91-20-3	Naphtalène	HAP	1,2	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			flux minimisés :EN non analysées
1524	85-01-8	Phénanthrène	HAP	4,4	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			

1370	7429-90-5	Aluminium	metaux	64397	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1376	7440-36-0	Antimoine	metaux	13	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1368	7440-22-4	Argent	metaux	70	Sortie Lotissement EG+EN	0	1			flux maximisé (pas de valeur moyenne pour EG)
1369	7440-38-2	Arsenic	metaux	21	Sortie Lotissement EG+EN	0	1			
1377	7440-41-7	Béryllium	metaux							
1388	7440-43-9	Cadmium et ses composés	metaux	24	Sortie Lotissement EG+EN	7	3			
1389	7440-47-3	Chrome et ses composés	metaux	230	Sortie Lotissement EG+EN	4	3			
1379	7440-48-4	Cobalt	metaux	42	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1392	7440-50-8	Cuivre et ses composés	metaux	3849	Sortie Lotissement EG+EN	4	4			
1380	7440-31-5	Etain	metaux	279	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1393	7439-89-6	Fer	metaux	21988	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1394	7439-96-5	Manganèse	metaux	1644	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
1387	7439-97-6	Mercure et ses composés	metaux	6,4	Sortie Lotissement EG+EN	3	3			
1395	7439-98-7	Molybdène	metaux	161	Entrée STEP			6		
1386	7440-02-0	Nickel et ses composés	metaux	331	Sortie Lotissement EG+EN	7	3			
1382	7439-92-1	Plomb et ses composés	metaux	206	Sortie Lotissement ED			2		
1385	7782-49-2	Sélénium	metaux	48	Entrée STEP			5		
2555	7440-28-0	Thallium	metaux							
1373	7440-32-6	Titane	metaux	3748	Entrée STEP			6		
1361	7440-61-1	Uranium	metaux	30	Entrée STEP			6		
1384	7440-62-2	Vanadium	metaux	89	Entrée STEP			5		
1383	7440-66-6	Zinc et ses composés	metaux	6955	Sortie Lotissement EG+EN	4	4			
2613	88-72-2	2-nitrotoluène	Nitroaromatique							
2614	98-95-3	Nitrobenzène	Nitroaromatique							
2542	78763-54-9	Monobutylétain cation	organoétain	10	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			
2879	36643-28-4	Tributylétain cation	organoétain	3,1	Sortie Lotissement EG+EN	2	0			
6372	668-34-8	Triphénylétain cation	organoétain							
7074	14488-53-0	Dibutylétain cation	organoétain	20,6	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			
1106	59473-04-0	AOX	Paramètre indiciaire							
1305		Matières en Suspension	Paramètre indiciaire	43925925	Sortie Lotissement EG+EN	5	1			
1314		Demande Chimique en Oxygène	Paramètre indiciaire	47915152	Sortie Lotissement EG+EN	5	2			
1337	16887-00-6	Chlorures	Paramètre indiciaire	1149750	Sortie Lotissement EG+EN	0	0			flux maximisé (pas de valeurs moyennes pour EG) + flux minimisés :EN no
1338	14808-79-8	Sulfates	Paramètre indiciaire	6132000	Sortie Lotissement EG+EN	0	0			flux maximisé (pas de valeurs moyennes pour EG) + flux minimisés :EN no
1390	57-12-5	Cyanures totaux	Paramètre indiciaire	767	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			flux minimisés :EN non analysées
7073	16984-48-8	Fluorures	Paramètre indiciaire	36409	Sortie Lotissement EG+EN	0	0			flux maximisé (pas de valeurs moyennes pour EG) + flux minimisés :EN no
1440		Indice Phénol	Paramètre indiciaire							
1841		Carbone Organique Total	Paramètre indiciaire	3525900	Sortie Lotissement EG+EN	0	0			flux maximisé (pas de valeurs moyennes pour EG) + flux minimisés :EN no
7009		Somme de l'indice hydrocarbure et de l'indice hydrocarbure volatil	Paramètre indiciaire							
1815	1163-19-5	Décabromodiphényléther (BDE 209)	PBDE							
2910	207122-16-5	Heptabromodiphényléther BDE 183	PBDE							
2911	207122-15-4	Hexabromodiphényléther BDE 154	PBDE							
2912	68631-49-2	Hexabromodiphényléther BDE 153	PBDE							
2915	189084-64-8	Pentabromodiphényléther (BDE 100)	PBDE	1,4	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
2916	60348-60-9	Pentabromodiphényléther (BDE 99)	PBDE	7,2	Sortie Lotissement EG+EN	1	1			
2919	5436-43-1	Tétrabromodiphényléther BDE 47	PBDE	2,7	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			
2920	41318-75-6	Tribromodiphényléther BDE 28	PBDE							
1239	7012-37-5	PCB 28	PCB							
1241	35693-99-3	PCB 52	PCB							
1242	37680-73-2	PCB 101	PCB							
1243	31508-00-6	PCB 118	PCB	0,004	Sortie Lotissement EG+EN	1	0			flux minimisés :EN non analysées
1244	35065-28-2	PCB 138	PCB							
1245	35065-27-1	PCB 153	PCB							
1246	35065-29-3	PCB 180	PCB							
1129	10605-21-7	Carbendazime	Pesticides							
1136	15545-48-9	Chlortoluron	Pesticides							
1141	94-75-7	2,4-D	Pesticides							
1166	106-46-7	1,4 dichlorobenzène	Pesticides							
1177	330-54-1	Diuron	Pesticides	15	Entrée STEP			1		
1203	58-89-9	Hexachlorocyclohexane	Pesticides							
1208	34123-59-6	Isoproturon	Pesticides	0,7	Entrée STEP			1		
1209	330-55-2	Linuron	Pesticides							
1212	94-74-6	2,4-MCPA	Pesticides							
1667	19666-30-9	Oxadiazon	Pesticides							
5438	2385-85-5	Mirex	Pesticides							
5537	608-73-1 =319-84-6 + 319-85-7 + 319-86-8 + 58-89-9 + 6108-10-7	Somme des Hexachlorocyclohexanes	Pesticides							
5296	298-46-4	Carbamazepine	Pharmaceutiques	67	Pharmaceutiques					flux minimisés : teneur EG non déterminée
5349	15307-86-5	Diclofenac	Pharmaceutiques	53	Pharmaceutiques					flux minimisés : teneur EG non déterminée
5353	22071-15-4	Ketoprofene	Pharmaceutiques	294	Pharmaceutiques					flux minimisés : teneur EG non déterminée
5356	723-46-6	Sulfamethoxazole	Pharmaceutiques	125	Pharmaceutiques					flux minimisés : teneur EG non déterminée
5375	604-75-1	Oxazepam	Pharmaceutiques	87	Pharmaceutiques					flux minimisés : teneur EG non déterminée
1924	85-68-7	Butyl benzyl phtalate (BBP)	Plastifiants	100	Sortie Lotissement EG+EN	3	0			
6616	117-81-7	Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP)	Plastifiants	1000	Sortie Lotissement EG+EN	3	1			
5325	84-69-5	Diisobutyl phthalate (DiBP)	Plastifiants	194	Sortie Lotissement EG+EN	2	1			flux maximisé (pas de valeur moyenne)
1462	84-74-2	n-Butyl Phtalate (BnP)	Plastifiants	195	Sortie Lotissement EG+EN	3	1			flux maximisé (pas de valeur moyenne)
1527	84-66-2	Diéthyl phtalate (DEP)	Plastifiants	348	Sortie Lotissement EG+EN	3	1			
2766	80-05-7	Bisphenol A	Plastifiants							

2.4. Les émissions pluviales[10]

Les émissions pluviales correspondent aux micropolluants transférés par les eaux pluviales. En tombant sur les différentes surfaces, l'eau de pluie se charge en micropolluants dont le type et la concentration dépendent du type de surface (espaces verts, toitures, autoroutes, …). Les données utilisées dans le calcul des émissions pluviales sont données dans la Figure 5.

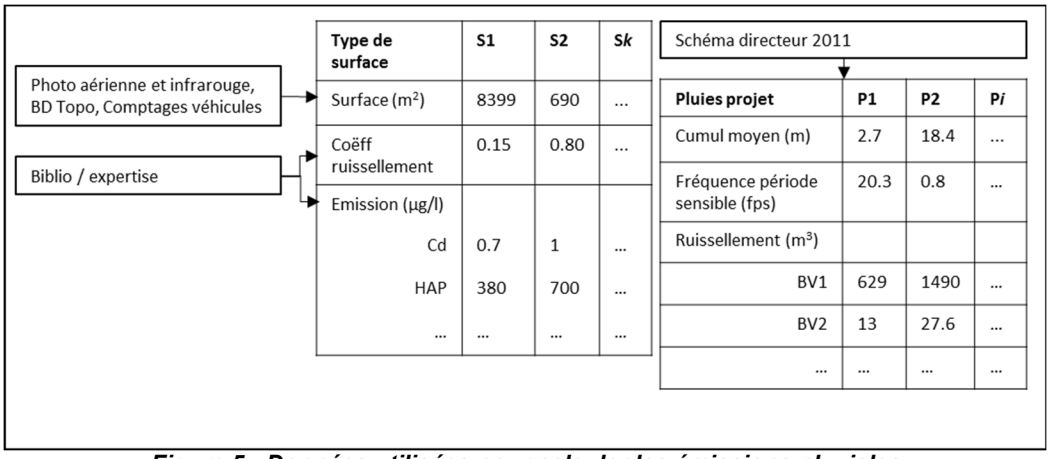


Figure 5 : Données utilisées pour calculer les émissions pluviales

Sur la base des photos aériennes (RVB et proche infrarouge) et des bases de données (BD Topo, comptage véhicules), la superficie de chaque type de surface est calculée pour chacun des BV (§ 2.4.1).

Sur la base d'une recherche bibliographique, un coefficient de ruissellement et un facteur d'émission des micropolluants sont associés à chaque type de surface (§2.4.2). Les pluies utilisées pour déterminer les coefficients d'émissions sont celles définies dans le cadre de la révision du schéma directeur et zonage de l'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg en 2011 (au total 13 types de pluies, appelées « pluies projet », caractérisées par leur durée, leur fréquence d'apparition, leur intensité, la quantité d'eau). L'ensemble de ces données permet de calculer un premier indice de flux de substance pour une pluie donnée (première partie de l'équation suivante).
Le modèle hydraulique calé dans la révision du schéma directeur permet de modéliser pour chaque BV le volume d'eau de ruissellement injecté dans le réseau pour une pluie projet donnée. Le ratio de ce volume, modélisé par rapport au volume calculé par l'outil sur la base de la hauteur de pluie et le coefficient de ruissellement, a été introduit comme facteur correcteur afin de caler le volume ruisselé sur le modèle hydraulique calé (deuxième partie de l'équation suivante).

Pour un BV donné, l'indice de flux d'une substance x en sortie du BV pour une pluie donnée est donc calculé comme suit :

$$\text{IF}_{\text{Substance } x,\ \text{Pluie } i} = \left(\sum_{S=1}^{k} Surface_S * Emission_{S,x} * Coëff\ ruissellement_S * Cumul\ moyen_i * 10^{-3}\right) * \left(\frac{Ruissellement_i}{\sum_{S=1}^{k} Surface_S * Emission_{S,x} * Coëff\ ruissellement_S * Cumul\ moyen_i * 10^{-3}}\right)$$

Avec :
$Surface_S$: La superficie d'un type de surface donné (m^2)

[10] La méthodologie proposée dans le guide [1] ne semble pas adaptée à l'échelle spatiale qui est le BV. De plus, comme conseillé dans le guide, nous avons privilégié les données locales.

$Emissions_{S,x}$: Le coefficient d'émission (en µg/l) pour un type de surface S et la substance x.
Cumul moyen $_i$ = Cumul moyenne de la hauteur de pluie pour une pluie de projet i
Ruissellement $_i$: ruissellement modélisé par le modèle hydraulique (m^3).

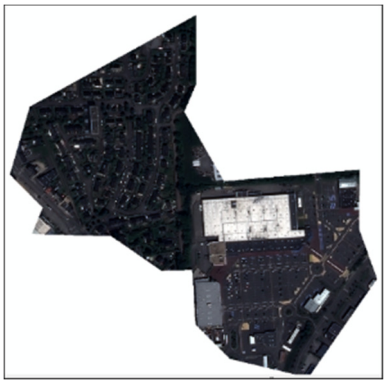
2.4.1. Détermination des types de surface

Göbel et al. (2007) [19] ont défini des coefficients d'émission de micropolluants pour 12 types de surface (Tableau 3).

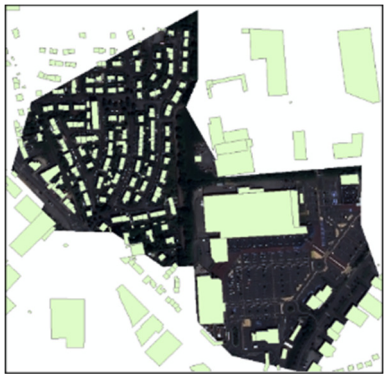
Tableau 3 : Types de surfaces pris en compte

Identifiant	Type principal	Type secondaire
1	Pluie	Jardins, terrain cultivés, zones en herbe
2	Ruissellement sur toitures	Toits de tuiles, ciment, bitume, verre sans gouttières et descentes de gouttières en Zn
3		Toits de tuiles, ciment, bitume, verre avec gouttières et descentes de gouttières en Zn
4		Toits enherbés
5		Toits en cuivre
6		Toits en aluminium
7		Toits en zinc
8	Ruissellements de routes et parkings	Pistes piétonnes et cyclables
9		Parkings
10		Routes de service
11		Routes principales
12		Autoroutes

Le principe de la méthode déployée pour la classification des types de surfaces est illustré à l'aide d'un BV mixte résidentiel/commercial (Figure 6). La classification des surfaces se fait à partir de deux photographies satellite (une photo RVB et une photo proche Infrarouge) et la base de données existante au sein de l'Eurométropole de Strasbourg (BDD-EMS).
Dans une première étape, les toits des bâtiments ont été extraits des photographies aériennes en utilisant la couche bâtiments de la BDD-EMS. L'analyse spectrale des toits permet une certaine classification de ces derniers. Après élimination des bâtiments, une classification de la végétation a lieu à l'aide d'une analyse spectrale et/ou un traitement pour obtenir l'indice de végétation par différence normalisé, appelé aussi NDVI (si une photo avec les bandes spectrales RVB + proche IR est disponible). Cette classification permet l'évaluation spatialisée des surfaces vertes (jardins, terrains cultivés, zones en herbe). Seule la voirie persiste alors sur la photographie aérienne. La voirie est classée par superposition de données nationales (autoroutes) et locales (secteur piétons et grands axes). Les grands axes sont considérés comme des routes principales.
Au final, pour chaque BV, nous pouvons associer une surface à chaque type de surface.



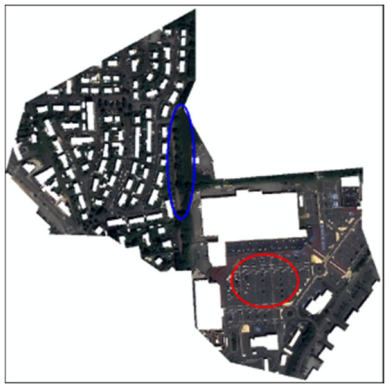
Superposition couche bâtiments →



Extraction bâtiments pour une éventuelle classification basée sur l'analyse spectrale ↓

Elimination bâtiments ↓

Traitement NDVI et/ou analyse spectrale ←



Elimination jardins, terrains cultivés, zones en herbe puis superposition des Zones d'Activités Commerciales de la BDD EMS ↓

Elimination parkings et routes d'accès puis superposition autoroutes (BDD nationale IGN), secteur piéton et grands axes (BDD EMS) →

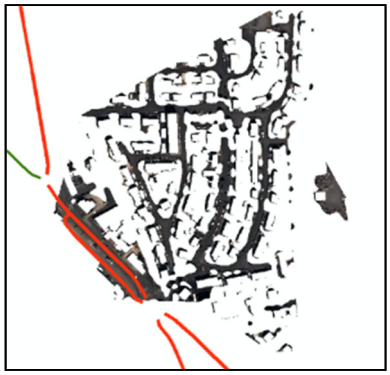


Figure 6 : Schéma de la méthode de classification des surfaces

2.4.2. Les coefficients d'émission par type de surface

Göbel et al. (2007) [19] ont donné une concentration moyenne de certaines substances, dont 10 concernées par le projet, pour les 12 types de surface (Tableau 4). Les données sont obtenues à partir de 69 publications scientifiques, parmi lesquels certaines références françaises. (e.a. Chebbo et al, 1999 ; Gromaire et al., 2011 ; Gromaire-Metz et al., 1999).

Il est à noter que la base des coefficients d'émission pluviaux comporte des données pour 12 substances dont 5 paramètres indiciaires et 7 micropolluants. Ces 7 micropolluants sont constitués de 6 métaux et d'un agrégat de HAP.

Tableau 4 : Concentrations moyennes représentatives de 22 polluants dans les eaux de ruissellement de 12 types de surfaces [19]

			Rainwater	Roof runoff						Runoff of trafficked areas				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Parameter		Unit	Gardens, grassed areas, cultivated land	Roof runoff, tiles, concrete, fiber cement, bitumen, glass without zinc gutters and downpipes	Roof runoff, tiles, concrete, fiber cement, bitumen, glass with zinc gutters and downpipes	Green roof (intensive or extensive)	Copper roof	Aluminium roof	Zinc roof	Pedestrian and cycle way, yard	Car park	Service road	Main road	Motorway
Physico-chemical parameters														
1	EC	µS/cm	50	141	141	71	141	141	141	n.a.	n.a.	n.a.	470	414
2	pH	_	5.0	5.7	5.7	7.5	5.7	5.7	5.7	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
Sum parameters														
3	TSS	mg/l	12	43	43	n.a.	43	43	43	7.4	150	150	163	153
4	BOD_6	mg/l	2	12	12	n.a.	12	12	12	n.a.	11	11	11	32
5	COD	mg/l	19	66	66	n.a.	66	66	66	70	70	70	105	107
Nutrients														
6	P_{tot}	mg/l	0.09	0.22	0.22	n.a.	0.22	0.22	0.22	n.a.	0.18	0.18	0.29	0.20
7	NH_4	mg/l	0.80	3.39	3.39	1.30	3.39	3.39	3.39	n.a.	0.1	0.1	0.9	0.5
8	NO_3	mg/l	1.54	2.78	2.78	0.59	2.78	2.78	2.78	n.a.	2.78	2.78	5.00	2.52
Heavy metals														
9	Cd	µg/l	0.7	0.8	0.8	0.1	0.8	0.8	1.0	0.8	1.2	1.6	1.9	3.7
10	Zn	µg/l	80	370	1851	468	370	370	6000	585	400	400	407	345
11	Cu	µg/l	11	153	153	58	2600	153	153	23	80	86	97	65
12	Pb	µg/l	9	69	69	6	69	69	69	107	137	137	170	224
13	Ni	µg/l	2	4	4	3	4	4	4	n.a.	n.a.	14	11	27
14	Cr	µg/l	3	4	4	3	4	4	4	n.a.	n.a.	10	11	13
Main ions														
15	Na	mg/l	2.14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	18	n.a.	108	194
16	Mg	mg/l	0.18	n.a.	n.a.	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1	5
17	Ca	mg/l	7.50	10	10	78	10	10	10	n.a.	n.a.	n.a.	31	37
18	K	mg/l	0.56	n.a.	n.a.	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4	n.a.	2	5
19	SO_4	mg/l	5.46	46.71	46.71	n.a.	46.71	46.71	46.71	n.a.	n.a.	n.a.	15	39
20	Cl	mg/l	2.26	7.74	7.74	n.a.	7.74	7.74	7.74	n.a.	n.a.	n.a.	106	159
Organic substances														
21	PAH	µg/l	0.39	0.44	0.44	n.a.	0.44	0.44	0.44	1.00	3.50	4.50	1.65	2.61
22	MOH	mg/l	0.38	0.70	0.70	n.a.	0.70	0.70	0.70	0.16	0.16	0.16	4.17	4.76

n.a. = not available.
No data.
<5 data.
5-15 data.
>15 data.

2.5. Construction d'un indice de pression

L'objectif de l'outil de diagnostic étant ultimement de pouvoir orienter la politique publique en matière d'action de réduction, il a été décidé d'y intégrer une dimension permettant de traduire le danger associé à chacune des substances c'est-à-dire de caractériser (relativement) l'impact potentiel de chacune d'elle sur la santé et l'environnement : l'Indice de Pression Potentielle (IPP).

2.5.1. Méthodologie

La méthodologie employée est très étroitement liée à celle présentée par AQUAREF dans le rapport « Référentiel pour la Priorisation des Micropolluants des Milieux Aquatiques ». Pour rappel, l'objectif de ce rapport est « *de définir un cadre commun pour l'identification et la mise à jour des listes de substances chimiques pour lesquelles des actions de réduction, de surveillance ou d'acquisition de données scientifiques ou techniques doivent être mises en œuvre prioritairement* » [20].
Cet exercice de hiérarchisation s'appuie notamment sur l'établissement pour chaque substance d'un score traduisant les propriétés toxiques pour la santé ou l'environnement des substances étudiées. Ce score est appelé « score de propriétés intrinsèques » et repose lui-même sur la prise en compte de quatre indicateurs :

► Effets sur les écosystèmes
► Effets sur la santé humaine
► Identification de « facteurs aggravants »
► Typologie d'usage

Le quatrième indicateur qui a vocation à caractériser le potentiel de dispersion dans l'environnement (la substance est-elle employée directement dans l'environnement ? En univers clos et contrôlé ?) n'a pas été retenu dans le cadre de notre travail, essentiellement du fait d'un accès compliqué aux données (dès lors qu'une caractérisation de cette typologie pour toutes les substances serait requise).
Les trois autres scores sont intégrés comme indiqué dans le Tableau 5 et agrégé selon leur moyenne arithmétique.

Tableau 5 : Modalité d'évaluation du score de "propriétés intrinsèques" associé à chaque substance

Effet	Indicateur retenu	Score associé (sur 1)		
Effets sur les écosystèmes	NQE A défaut VGE A défaut, plus petite PNEC connue		< 0.1 µg/L < 1 µg/L < 10 µg/L < 100 µg/L > 100 µg/L Pas de donnée	1 0,75 0,5 0,25 0 0,25
Effets sur la santé humaine	Le score retenu est le **maximum** de trois scores associés aux trois composantes : - cancérogénicité (C) - mutagénicité (M) - reprotoxicité (R)	C	Cancérigène Cancérigène probable Cancérigène possible Absence de donnée Non cancérigène	1 0,75 0,5 0,25 0
		M	Mutagène Mutagène probable Mutagène possible Absence de donnée Non mutagène	1 0,75 0,5 0,25 0
		R	Mutagène Mutagène probable Mutagène possible Absence de donnée Non mutagène	1 0,75 0,5 0,25 0
Facteurs aggravants	Le score retenu est le **maximum** de trois scores associés aux deux composantes : - propriétés de persistance, bioaccumulation et toxicité (PBT) - effets de la substance comme potentiel perturbateur endocrinien (PE).	PBT	PBT Non PBT Substance inorganique	1 0 1
		PE	Avéré Suspecté Non avéré ou non examiné	1 0,5 0
Score final	Le score final est la moyenne arithmétique des trois scores = [Score (Effets écosystèmes) + Score (Effets santé humaine) + Score (facteurs aggravants)] / 3 = [Score (Effets écosystèmes) + Max (C ;M ;R) + Max (PBT ; PE)] / 3			

2.5.2. Résultat

L'exercice a été mené pour chacune des substances retenues dans le projet et le résultat est présenté dans le Tableau 6.

A noter que les 8 paramètres indiciaires (MES, AOX, …) sont associés à un score de 0 de manière arbitraire car la méthodologie employée ne pourrait l'être pour une famille de substances. Ce choix est sans conséquence sur l'analyse des résultats issus de l'outil, ne serait-ce que parce que les flux associés à ces paramètres sont de plusieurs ordres de grandeur supérieurs à ceux des micropolluants, ce qui conduit de fait à une analyse séparée des résultats propres aux deux catégories.

Tableau 6 : Score (Sc) associé à chaque substance traduisant les impacts sanitaires et environnementaux

Code sandre	Nom groupe de substances	Effet santé humaine	Effet sur les écosystèmes	Score PBT/PE	Score final
1369	Arsenic et ses composés	0	1	0,5	**0,5**
1383	Zinc et ses composés	0	0,5	0,5	**0,33**
1386	Nickel et ses composés	0,75	0,5	0	**0,42**
1387	Mercure et ses composés	0,75	1	0,5	**0,75**
1388	Cadmium et ses composés	0,75	1	0,5	**0,75**
1389	Chrome et ses composés	0,25	0,5	0,5	**0,42**
1370	Aluminium	0	0,25	0,5	**0,25**
1373	Titane	0,25	0,5	0	**0,25**
1376	Antimoine	0,25	0,75	0	**0,33**
1379	Cobalt	0	0,75	0	**0,25**
1380	Etain	0,25	0,5	0,5	**0,42**
1382	Plomb et ses composés	0,25	0,5	0,5	**0,42**
1392	Cuivre et ses composés	0,25	0,5	0,5	**0,42**
1393	Fer	0,25	0,25	0	**0,17**
1394	Manganèse	0,25	0,25	0,5	**0,33**
7073	Fluorures	-	-	-	**0**
1361	Uranium	0	0,75	0	**0,25**
1384	Vanadium	0,25	0,5	0	**0,25**
1395	Molybdène	0,25	0,25	0	**0,17**
1368	Argent	0,25	0,25	0	**0,17**
1377	Béryllium	0,75	1	0	**0,58**
2555	Thallium	0	0,75	0	**0,25**
1385	Sélénium	0	0,25	0,5	**0,25**
1114	Benzène	1	0,5	0,5	**0,67**
1115	Benzo (a) Pyrène	0,75	1	1	**0,92**
1116	Benzo (b) Fluoranthène	0,75	1	1	**0,92**
1117	Benzo (k) Fluoranthène	0,75	1	1	**0,92**
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	0,25	1	1	**0,75**
1135	Chloroforme (Trichlorométhane)	0,75	0,5	0,5	**0,58**
1141	2,4-D	0	1	0,5	**0,50**
1168	Chlorure de méthylène (Dichlorométhane)	0,75	0,25	0,5	**0,50**
1191	Fluoranthène	0,25	1	1	**0,75**
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0,25	1	1	**0,75**
1208	Isoproturon	0,75	0,75	0	**0,50**
1209	Linuron	0,75	1	1	**0,92**
1212	2,4-MCPA	0	1	0	**0,33**
1235	Pentachlorophénol	0,75	0,75	1	**0,83**
1272	Tétrachloroéthylène	0,75	0,5	1	**0,75**
1286	Trichloroéthylène	0,75	0,5	0	**0,42**
1453	Acénaphtène	0,25	0,5	1	**0,58**
1458	Anthracène	0,25	1	1	**0,75**
1517	Naphtalène	0,75	0,5	0	**0,42**
6560	Acide sulfonique de perfluorooctane	0,75	1	1	**0,92**
6598	Nonylphénols linéaire ou ramifiés	0,5	0,75	1	**0,75**
6598	Nonylphénols linéaire ou ramifiés	0,5	0,75	1	**0,75**

6616	Di(2-ethylhexyl)phtalate	0,75	0,5	1	**0,75**
1136	Chlortoluron	0,75	1	0	**0,58**
1166	1,4 dichlorobenzène	0,75	0,75	0	**0,50**
1177	Diuron	0,75	0,75	1	**0,83**
1239	PCB 28	0,25	1	1	**0,75**
1241	PCB 52	0,25	1	1	**0,75**
1242	PCB 101	0,25	1	1	**0,75**
1243	PCB 118	0,25	1	1	**0,75**
1244	PCB 138	0,25	1	1	**0,75**
1245	PCB 153	0,25	1	1	**0,75**
1246	PCB 180	0,25	1	1	**0,75**
1278	Toluène	0,5	0,25	0	**0,25**
1283	1,2,4-trichlorobenzène	0	0,75	1	**0,58**
1465	Acide chloroacétique	0	0,75	0	**0,25**
1467	Chlorobenzène	0	0,25	0	**0,08**
1471	2 chlorophénol	0	0,5	0	**0,17**
1486	2,4 dichlorophénol	0	0,75	0,5	**0,42**
1497	Ethylbenzène	0	0,25	0,5	**0,25**
1548	2,4,5 trichlorophénol	0	0,5	1	**0,50**
1549	2,4,6 trichlorophénol	0,75	0,5	1	**0,75**
1584	Biphényle	0	0,75	0	**0,25**
1591	4-chloroaniline	0,75	0,75	0	**0,50**
1592	3-chloroaniline	0,25	0,75	0	**0,33**
1593	2-chloroaniline	0,25	0,75	0,5	**0,50**
1631	1,2,4,5-tétrachlorobenzène	0,25	0,75	1	**0,67**
1633	Isopropylbenzène	0	0,25	0	**0,08**
1636	4-chloro-3-méthylphénol	0	0,5	0,5	**0,33**
1650	4-chlorophénol	0	1	0,5	**0,50**
1651	3-chlorophénol	0	0,75	0	**0,25**
1667	Oxadiazon	0	1	1	**0,67**
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	0	0,75	0	**0,25**
1815	Décabromodiphényléther (BDE 209)	0,25	0,75	1	**0,67**
1847	Tributylphosphate	0,75	0,25	0	**0,33**
1922	Hexabromobiphényl	0,25	1	1	**0,75**
2052	Méthanol	0	0	0,5	**0,17**
2542	Monobutylétain cation	0,25	0,25	0	**0,17**
2613	2-nitrotoluène	0,75	0,5	0	**0,42**
2614	Nitrobenzène	0,75	0,25	0	**0,33**
5438	mirex	0,75	1	1	**0,92**
5474	4-n-nonylphénol	0,25	0,75	1	**0,67**
6366	NP1OE	0,25	0,75	1	**0,67**
6369	NP2OE	0,25	0,75	1	**0,67**
6370	OP1OE	0,25	1	0	**0,42**
6371	OP2OE	0,25	1	0	**0,42**
6372	Triphénylétain cation	0,25	1	1	**0,75**
6600	p-octylphénols (mélange)	0,25	1	1	**0,75**
6600	p-octylphénols (mélange)	0,25	0,25	0	**0,17**
7074	Dibutylétain cation	0,25	0,25	0	**0,17**
1702	Formaldehyde	0,75	0,5	0	**0,42**

1161	1,2 dichloroéthane	0,75	0,5	0	**0,42**
1203	Hexachlorocyclohexane	0	1	1	**0,67**
1276	Tétrachlorure de carbone	0,75	0,25	0,5	**0,50**
1959	4-tert-Octylphenol	0	1	1	**0,67**
2879	Tributylétain cation	0,25	1	1	**0,75**
2910	Heptabromodiphényléther BDE 184	0,25	1	1	**0,75**
2911	Hexabromodiphényléther BDE 154	0,25	1	1	**0,75**
2912	Hexabromodiphényléther BDE 153	0,25	1	1	**0,75**
2915	Pentabromodiphényléther (BDE 100)	0,25	1	1	**0,75**
2916	Pentabromodiphényléther (BDE 99)	0,25	1	1	**0,75**
2919	Tétrabromodiphényléther BDE 48	0,25	1	1	**0,75**
2920	Tribromodiphényléther BDE 28	0,25	1	1	**0,75**
5537	Somme des Hexachlorocyclohexanes	0,25	1	1	**0,75**
1390	Cyanures totaux	-	-	-	**0**
1462	n-Butyl Phtalate	0,75	0,75	1	**0,83**
5296	Carbamazepine	0,25	0,5	0,5	**0,42**
1129	Carbendazime	0,75	1	0,5	**0,75**
1924	Butyl benzyl phtalate	0,75	0,75	1	**0,83**
6509	Perfluoro-N-decanoic acid	0,25	1	0	**0,42**
5325	Diisobutyl phthalate	0,75	0,5	1	**0,75**
6644	Ethylparaben	0,25	0,5	1	**0,58**
6693	Propylparaben	0,25	0,5	1	**0,58**
6695	Methylparaben	0,25	0,5	1	**0,58**
1527	Diéthyl phtalate	0,25	0,25	1	**0,50**
2766	Bisphenol A	0,5	0,5	1	**0,67**
5375	Oxazepam	0,25	0,25	0,5	**0,33**
5353	Ketoprofene	0,25	0,5	1	**0,58**
5356	Sulfamethoxazole	0,25	0,5	0,5	**0,42**
5349	Diclofenac	0,25	0,5	0	**0,25**
1524	Phénanthrène	0,25	0,75	1	**0,67**
6519	Caféïne	0	0,25	0	**0,08**
1106	AOX	-	-	-	**0**
1305	Matières en Suspension	-	-	-	**0**
1314	Demande Chimique en Oxygène	-	-	-	**0**
1337	Chlorures	-	-	-	**0**
1338	Sulfates	-	-	-	**0**
1440	Indice Phénol	-	-	-	**0**
1841	Carbone Organique Total	-	-	-	**0**
7009	Somme de l'indice hydrocarbure et de l'indice hydrocarbure volatil	-	-	-	**0**

3. Extraction des résultats IF et IPP sur le territoire pour tous les micropolluants

Dans les paragraphes suivants, une partie des résultats issus du module « Diagnostic » de l'outil logiciel (ceux liés à l'IF et à l'IPP) sont présentés.

3.1. Proportions selon type d'émetteur

3.1.1. Tous micropolluants confondus

La Figure 7 présente les résultats d'$IPP^{\mu pol}$ (tous micropolluants confondus) de l'ensemble des émetteurs identifiés sur l'Eurométropole de Strasbourg, selon l'état des connaissances actuelles. Attention, pour chacun des types d'émetteurs, le nombre de substance pris en compte par l'outil est différent :

► 7 micropolluants pour les émissions dues au ruissellement sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

► 66 micropolluants pour les émissions domestiques sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

► 93 micropolluants pour les émissions par établissements sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (dont 6 agrégats)

► Soit un total de 114 micropolluants pour l'ensemble des types d'émetteur sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (dont 7 agrégats).

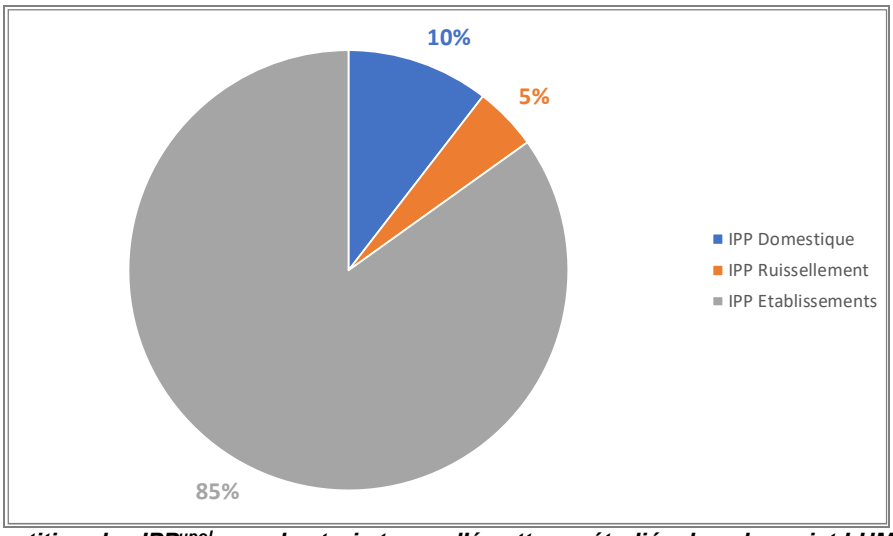


Figure 7 : Répartition des $IPP^{\mu pol}$ pour les trois types d'émetteurs étudiés dans le projet LUMIEAU-Stra sur l'EMS

La Figure 7 semble montrer que globalement les établissements sont les principaux émetteurs de micropolluants (parmi ceux priorisés dans le cadre du projet). Cette observation est à mettre en regard des points d'attention indiqués au paragraphe 2.1.

Il est possible de représenter ces émissions sur une cartographie de l'Eurométropole de Strasbourg. Sur les figures suivantes, l'$IPP^{\mu pol}$ est calculé pour chacun des BV. Puis, ces valeurs d'IPP sont classées selon l'algorithme de seuils naturels de Jenks. Les classes de seuils naturels sont fonction des regroupements naturels inhérents aux données. Les bornes de classes sont identifiées parmi celles qui regroupent le mieux des valeurs similaires et optimisent les différences entre les classes. Les entités sont réparties en classes dont les limites sont définies aux endroits où se trouvent de grandes différences dans les valeurs de données. Les seuils naturels sont des classifications propres aux données et ne permettent pas de comparer plusieurs cartes conçues à partir de différentes informations sous-jacentes [13]. Plus la classe est élevée, plus l'$IPP^{\mu pol}$ est important.

La Figure 8 illustre un exemple de cartographie des résulats. L'$IPP^{\mu pol}$ de chaque BV peut être cartographié et ceux avec les $IPP^{\mu pol}$ les plus élevés sont mis en évidence. Cette carte montre l'$IPP^{\mu pol}$ pour les trois types d'émetteurs confondus. Elle pourrait aussi être réalisée pour chaque type d'émetteur distinctement (établissements, domestiques, ruissellement).

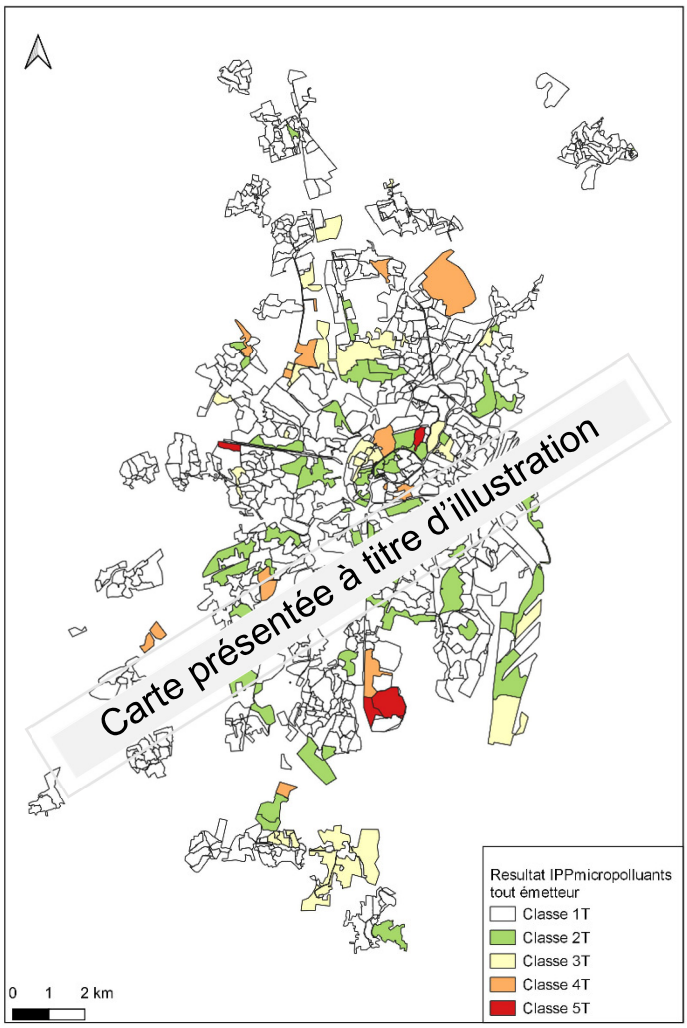


Figure 8 : Cartographie des $IPP^{\mu pol}$ pour tous types d'émetteurs confondus

3.1.2. Par micropolluants

Les figures ci-dessous (Figure 9 à Figure 16) présentent le pourcentage d'IPP^{S} de plusieurs groupes de micropolluants pour chacun des types d'émetteurs sur l'Eurométropole de Strasbourg, selon l'état des connaissances actuelles (les données d'émission ne sont pas disponibles pour toutes les substances ; voir 3.1.1). Ces résultats ont été extraits de l'outil logiciel en juillet 2019.

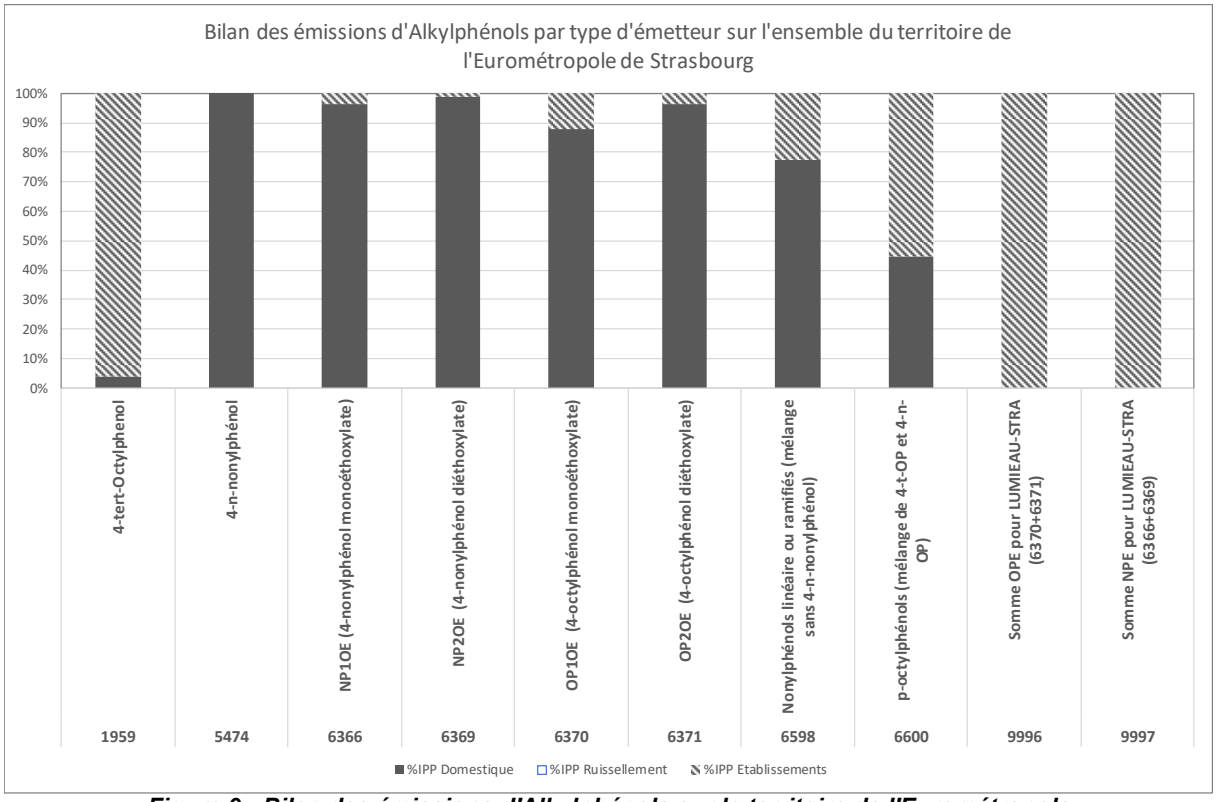


Figure 9 : Bilan des émissions d'Alkylphénols sur le territoire de l'Eurométropole

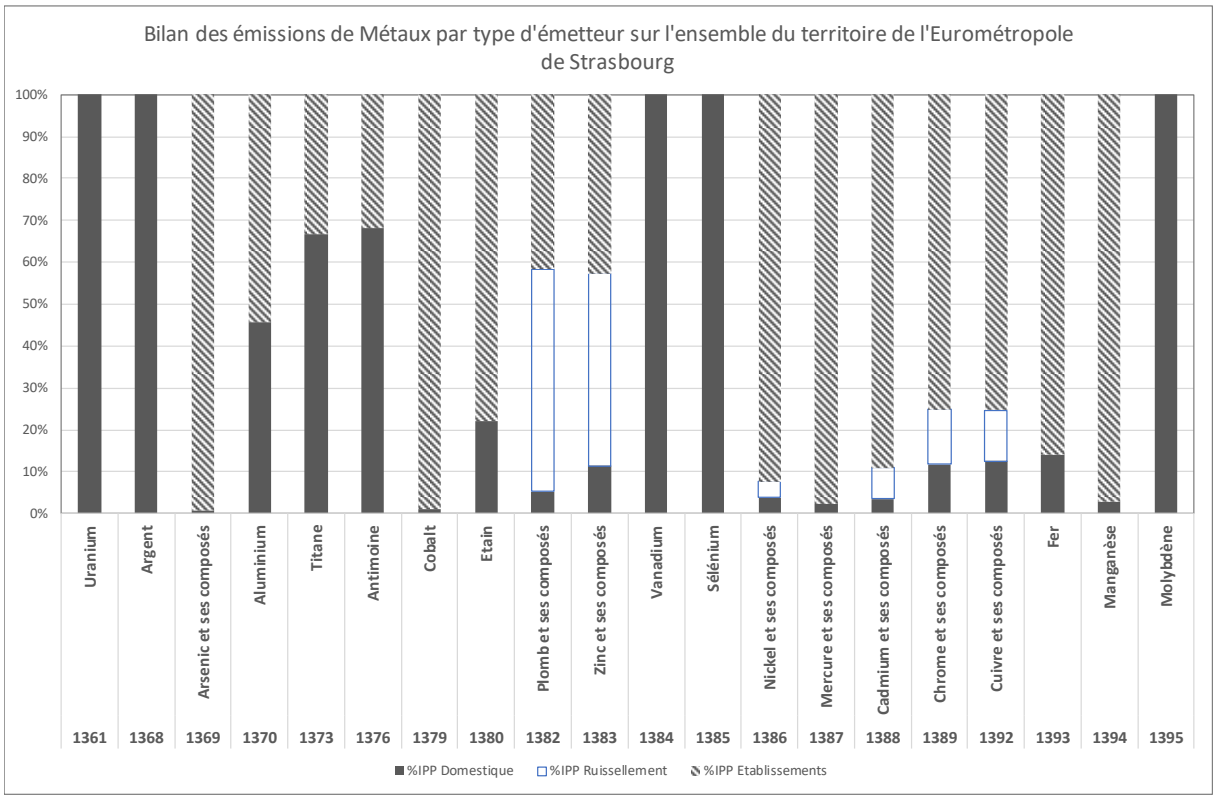


Figure 10 : Bilan des émissions de Métaux sur le territoire de l'Eurométropole

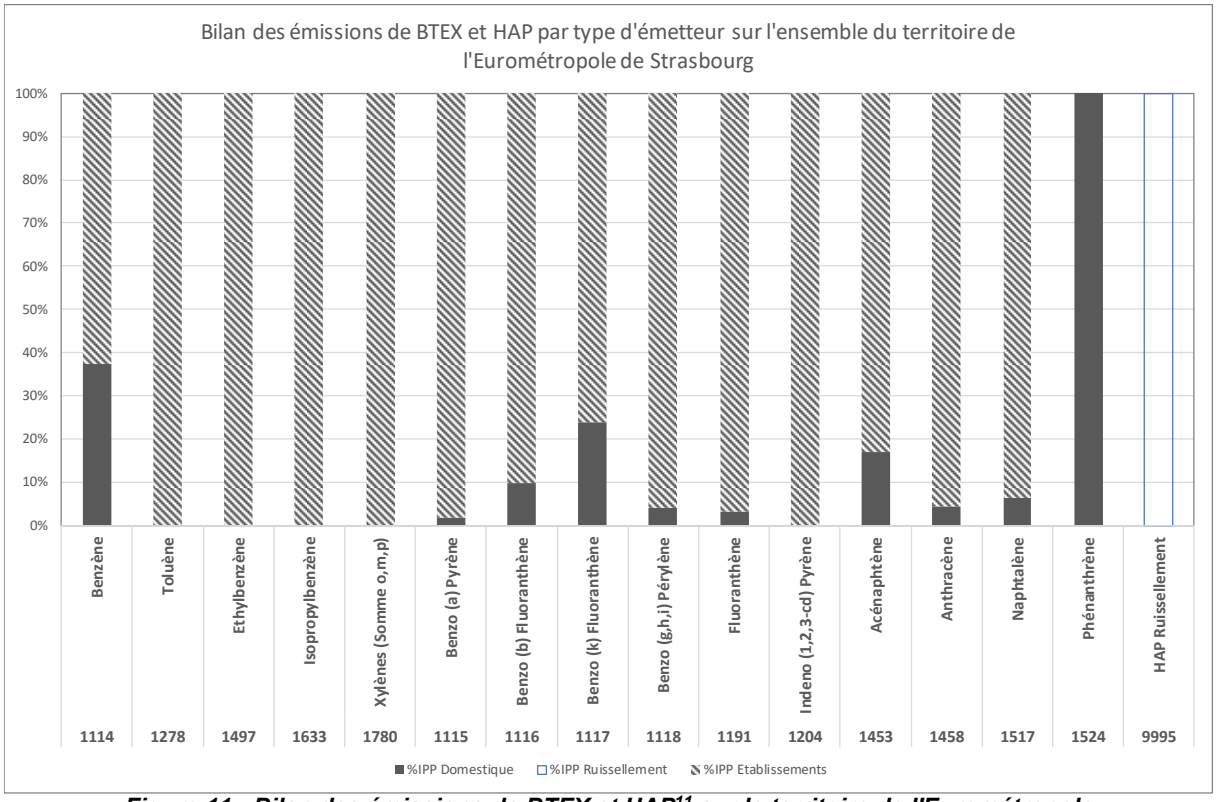


Figure 11 : Bilan des émissions de BTEX et HAP[11] sur le territoire de l'Eurométropole

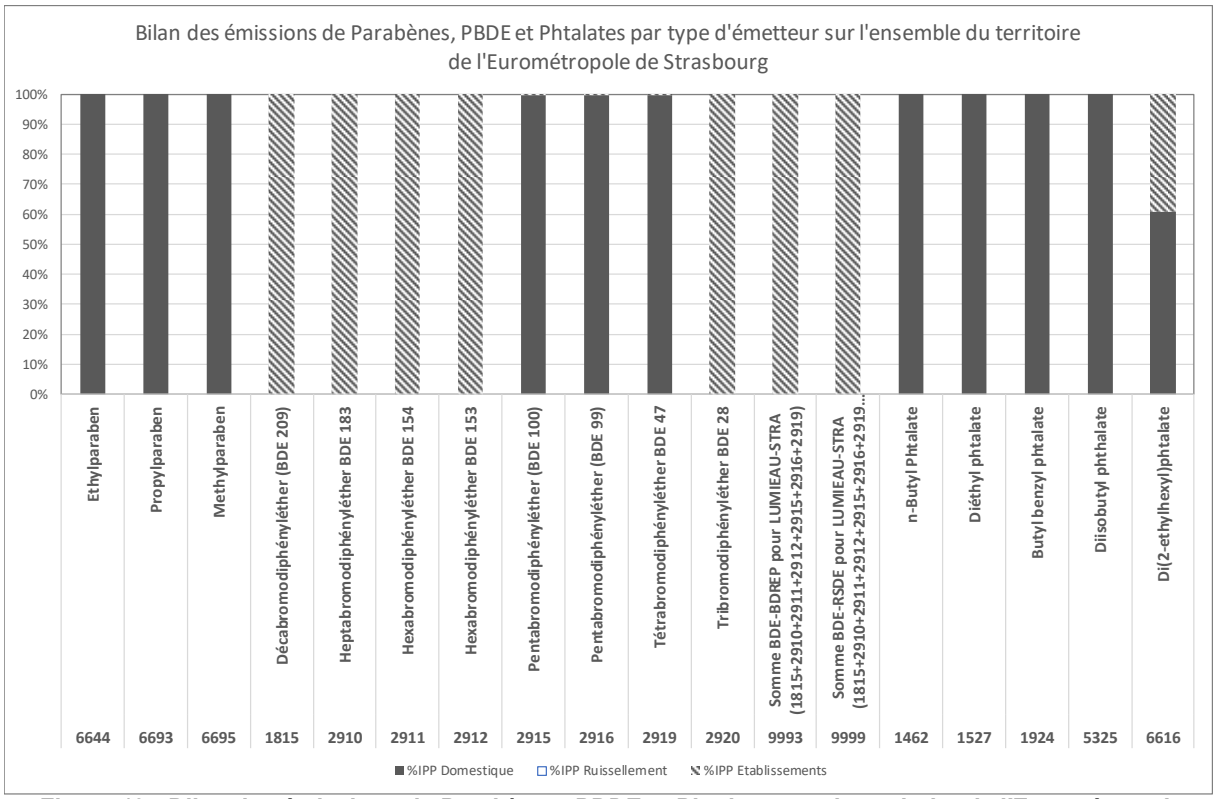


Figure 12 : Bilan des émissions de Parabènes, PBDE et Phtalates sur le territoire de l'Eurométropole

[11] HAP Ruissellement représente une somme de HAP définie dans la bibliographie (cf.2.4.2). Les substances qui en font partie sont inconnues

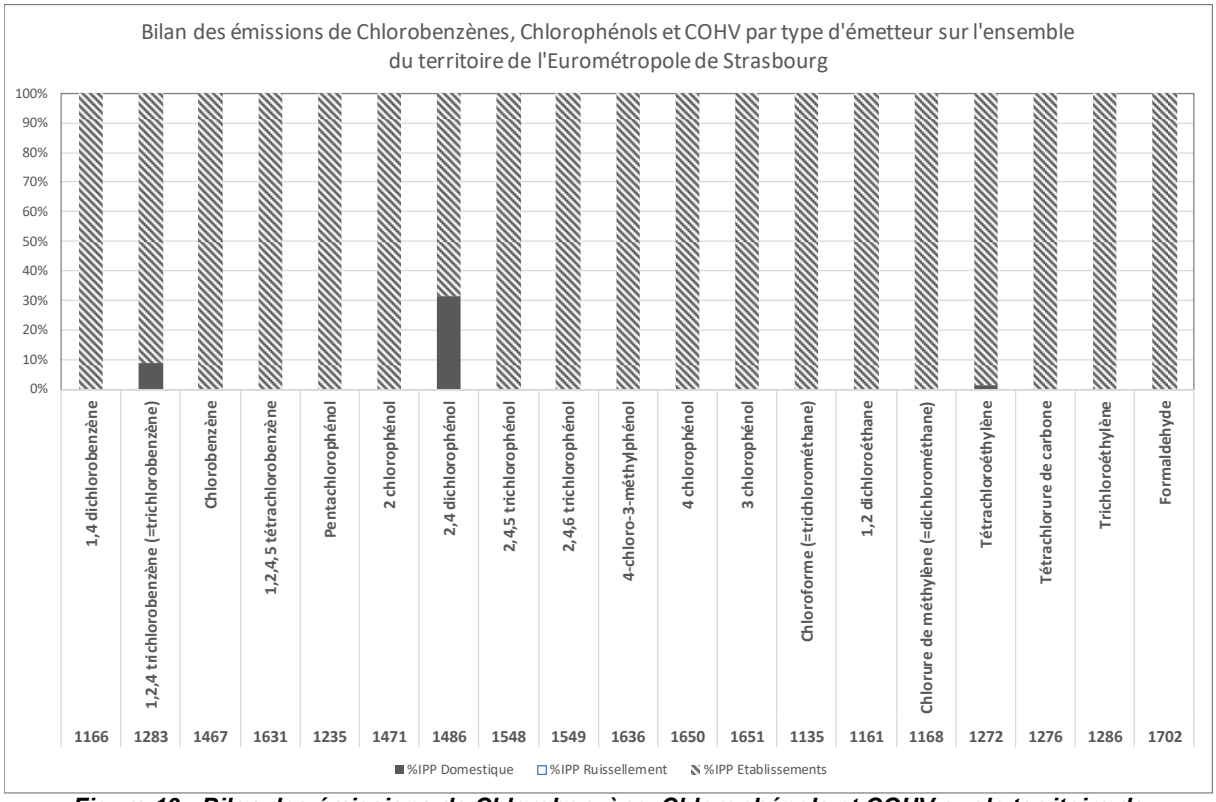


Figure 13 : Bilan des émissions de Chlorobenzène, Chlorophénols et COHV sur le territoire de l'Eurométropole

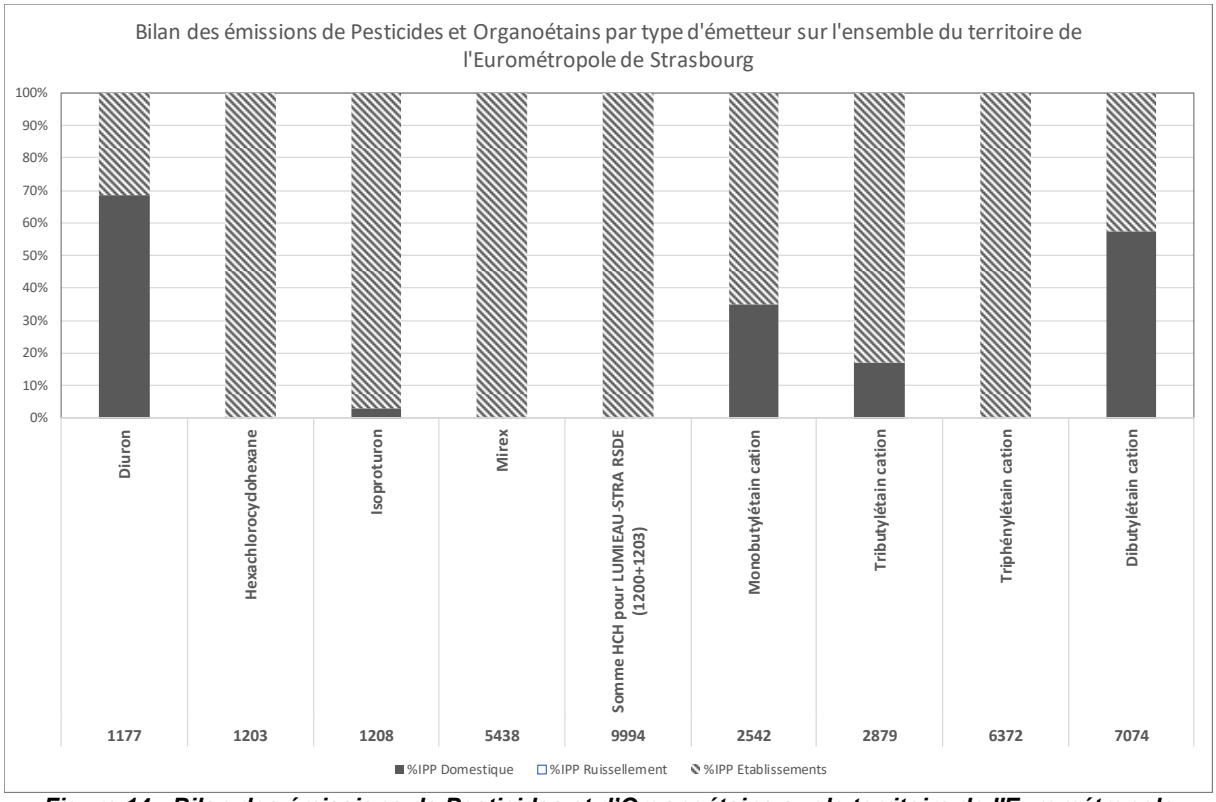


Figure 14 : Bilan des émissions de Pesticides et d'Organoétains sur le territoire de l'Eurométropole

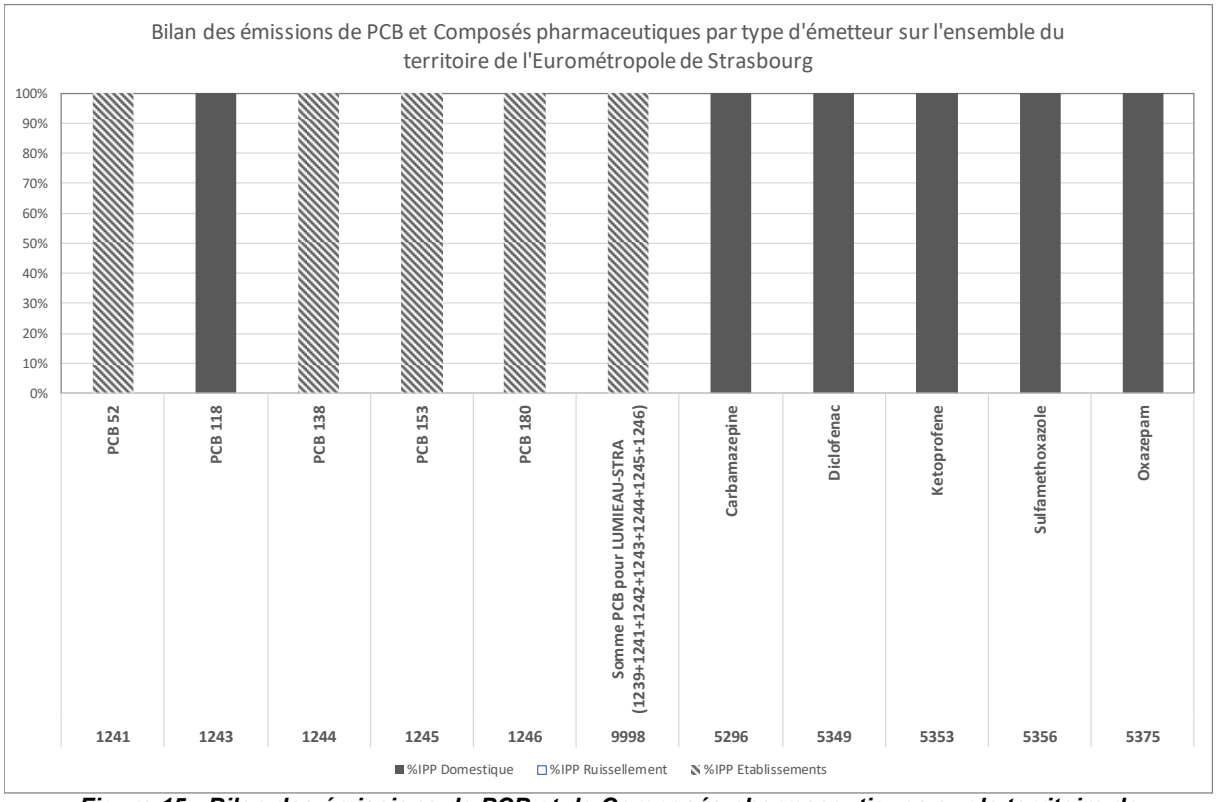


Figure 15 : Bilan des émissions de PCB et de Composés pharmaceutiques sur le territoire de l'Eurométropole

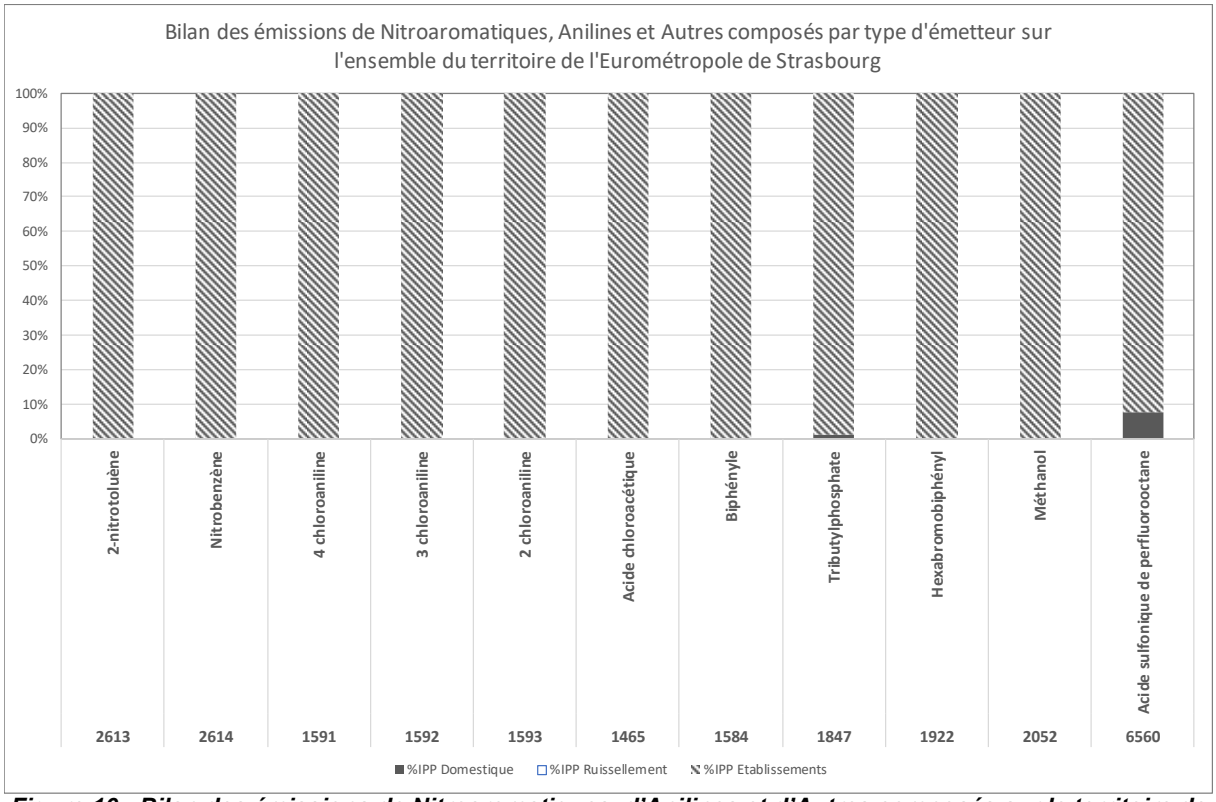


Figure 16 : Bilan des émissions de Nitroaromatiques, d'Anilines et d'Autres composés sur le territoire de l'Eurométropole

3.2. Discussion

Le Tableau 7 liste les 10 substances dont les émissions calculées par l'outil sont potentiellement les plus importantes sur l'ensemble du territoire de l'EMS.

Tableau 7 : Liste des 10 substances dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 07/2019)

Code SANDRE	Substance	Famille	IPP$^{\mu pol}$ (/période d'étude)	%IPP$^{\mu pol}$	%cumulé IPP$^{\mu pol}$
2052	Méthanol	Autres	33 642 023 516	47,6	47,6
1370	Aluminium	Métaux	9 242 897 028	13,1	60,6
1383	Zinc et ses composés	Métaux	5 601 298 357	7,9	68,6
1393	Fer	Métaux	5 120 624 284	7,2	75,8
1394	Manganèse	Métaux	3 877 719 331	5,5	81,3
1392	Cuivre et ses composés	Métaux	2 399 580 949	3,4	84,7
1278	Toluène	BTEX	2 360 256 820	3,3	88,0
9998	Somme PCB pour LUMIEAU-STRA (1239+1241+1242+1243+1244+1245+1246)	PCB	1 248 677 700	1,8	89,8
1386	Nickel et ses composés	Métaux	715 930 357	1,0	90,8
1168	Dichlorométhane	COHV	638 780 814	0,9	91,7

La colonne %IPP$^{\mu pol}$ représente la part de l'IPP$^{\mu pol}$ (tous micropolluants confondus) due à la substance concernée. Par exemple, 47,6% de la pression potentielle pour toutes substances et pour tous émetteurs confondus semblent être dus au méthanol, d'après les données d'émission de l'outil logiciel. Ce sont des métaux qui sont ensuite les potentiels contributeurs principaux. La colonne %cumulé IPP$^{\mu pol}$ montre que 91,7% de l'IPP$^{\mu pol}$ sont dus, d'après le calcul, à ces 10 substances.
Ces substances sont parmi les substances souvent retrouvées dans les eaux usées urbaines avec les concentrations les plus élevées (à l'exception des PCB qui sont très souvent quantifiés mais pas forcément parmi les substances les plus concentrées).

Le Tableau 8 liste les 10 BV dont la pression potentielle modélisée par l'outil est la plus importante.

Tableau 8 : Liste des 10 BV dont l'IPPµpol est le plus important sur l'EMS et participation (%) de chacun des types d'émetteurs (résultats de 12/2019)

Nom de BV	IPP$^{\mu pol}$ (/j)	% IPP$^{\mu pol}$	%cumulé IPP$^{\mu pol}$	% Domestique	% Etablissement	% Ruissellement
BV_EU_110	21 146 599 875	3,47	3,5	0,29	99,71	-
Bv_RV10052	10 073 092 969	1,65	5,1	0,09	99,89	0,02
Bv_RV16691	9 230 930 657	1,51	6,6	1,31	98,17	0,51
Bv_RV18093	9 221 108 780	1,51	8,1	0,25	99,66	0,09
Bv_RV11590	9 185 124 586	1,51	9,6	0,09	99,88	0,03
Bv_PC850	8 546 781 363	1,40	11,0	1,19	98,44	0,37
Bv_RV292	7 420 382 208	1,22	12,3	0,52	99,33	0,15
BV_EU_236	7 352 246 876	1,20	13,5	0,14	99,86	-
Bv_RV10276	7 062 315 337	1,16	14,6	0,18	99,77	0,05
Bv_RV22819	7 058 051 987	1,16	15,8	0,08	99,80	0,12

Le Tableau 9 liste les 14 établissements dont la pression potentielle calculée par l'outil est la plus importante. Les établissements classés de 3e à 14e ont une valeur d'IPP$^{\mu pol}$ identique, c'est pourquoi la liste a été élargie jusqu'au 14e établissement. Pour ce livrable, les références aux établissements ont été anonymisées.

Tableau 9 : Liste des 14 établissements dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 12/2019)

SIRET	Nom	Code APE	BV sur lequel se situe l'établissement	IPP$^{\mu pol}$ (/j)	% IPP$^{\mu pol}$	%cumulé IPP$^{\mu pol}$
XXX	XXX1	8610Z	Bv_RV985	14,34	0,22	0,22
XXX	XXX2	2120Z	BV_EU_143	13,90	0,21	0,43
XXX	XXX3	2120Z	BV_EU_274	13,79	0,21	0,64
XXX	XXX4	2120Z	BV_EU_253	13,79	0,21	0,85
XXX	XXX5	2120Z	Bv_RV546	13,79	0,21	1,06
XXX	XXX6	2120Z	BV_EU_249	13,79	0,21	1,28
XXX	XXX7	2120Z	BV_EU_249	13,79	0,21	1,49
XXX	XXX8	2120Z	BV_EU_282	13,79	0,21	1,70
XXX	XXX9	2120Z	Bv_RV23202	13,79	0,21	1,91
XXX	XXX10	2120Z	Bv_RV2433	13,79	0,21	2,12
XXX	XXX11	2120Z	Bv_RV22028	13,79	0,21	2,33
XXX	XXX12	2120Z	BV_EU_282	13,79	0,21	2,54
XXX	XXX13	2120Z	Bv_RV2974	13,79	0,21	2,75
XXX	XXX14	2120Z	BV_EU_282	13,79	0,21	2,96

Description du code APE 8610Z : Activités hospitalières
Description du code APE 2120Z : Fabrication de préparations pharmaceutiques

La colonne %IPP$^{\mu pol}$ représente la part de l'IPP$^{\mu pol}$ (tous micropolluants confondus) due à l'établissement indiqué. Par exemple, 0,22% de la pression potentielle pour tous micropolluants confondus semblent être dus à l'établissement « XXX1 », d'après les données d'émission de l'outil logiciel.
La colonne %cumulé IPP$^{\mu pol}$ montre que 2,96% de l'IPP$^{\mu pol}$ sont dus, d'après le calcul, à ces 14 établissements.
On remarque que l'outil logiciel place un établissement hospitalier et des établissements en rapport avec le domaine pharmaceutique dans cette liste. Les résultats détaillés nous indiquent que l'IPP$^{\mu pol}$ de l'établissement XXX1 est essentiellement dû aux paramètres suivants : somme des PCB (65%), somme des nonylphénols (30%) et méthanol (4%). Les autres établissements listés sont enregistrés sous le code APE 2120Z. Pour ceux-ci, le paramètre méthanol est majoritaire dans le calcul de l'IPP$^{\mu pol}$ (99%).

Le Tableau 10 liste les 10 codes APE dont l'émission calculée par l'outil est potentiellement la plus importante sur l'ensemble du territoire de l'EMS.

Tableau 10 : Liste des 10 APE dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 12/2019)

Code APE	Descriptif	Nombre d'établissement sur l'EMS	IPP$^{\mu pol}$ (/j)	%IPP$^{\mu pol}$	%cumulé IPP$^{\mu pol}$
4511Z	Commerce de voitures et de véhicules automobiles légers	506	508 355 663 353	84,8	84,8
7420Z	Activités photographiques	244	29 909 087 635	5,0	89,8
2120Z	Fabrication de préparations pharmaceutiques	13	16 444 808 920	2,7	92,5
4910Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs	43	5 962 889 489	1,0	93,5
8610Z	Activités hospitalières	63	5 689 286 876	0,9	94,5
4675Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits chimiques	21	5 688 612 616	0,9	95,4
3700Z	Collecte et traitement des eaux usées	12	3 845 008 672	0,6	96,1
3511Z	Production d'électricité	234	3 732 036 128	0,6	96,7
3530Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné	24	2 562 813 682	0,4	97,1
4211Z	Construction de routes et autoroutes	15	1 616 723 768	0,3	97,4

La colonne %IPP$^{\mu pol}$ représente la part de l'IPP$^{\mu pol}$ (tous micropolluants confondus) due au code APE indiqué. Par exemple, 84,8% de la pression potentielle pour tous micropolluants et tous établissements confondus semblent être dus au code APE 4511Z, Commerce de voitures et de véhicules automobiles légers, d'après les données d'émission de l'outil logiciel.
La colonne %cumulé IPP$^{\mu pol}$ montre que 97,4% de l'IPP$^{\mu pol}$ sont dus, d'après le calcul, à ces 10 codes APE.
En tenant compte de l'ensemble des établissements pour chaque activité, ce n'est pas l'activité pharmaceutique qui est potentiellement la plus contributrice (voir Tableau 10) mais les activités en rapport avec la mécanique et la photographie. Les établissements de ces activités sont moins émetteurs mais leur nombre est très élevé.

4. Enquête détaillée pour 5 substances définies

Afin d'exploiter de manière plus approfondie les résultats du module « Diagnostic » de l'outil, nous nous sommes intéressés à 5 substances (qui entre dans la liste des substances significatives au sens de la note RSDE STEU). Une étude plus poussée des sources d'émissions de ces 5 substances a donc été réalisée. L'objectif était de définir les émetteurs sur lesquels il était intéressant de réfléchir à un plan d'action, à l'échelle du territoire global de l'Eurométropole.

4.1. Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission

4.1.1. Données sources

Les paramètres d'extraction des résultats pour cette partie de l'enquête sont les suivants :

- IF
- Période sensible
- Somme de tous les BV
- Types d'émetteur : Etablissements (Industriels + Artisans) (IND), Ruissellement (RUI), Domestique (DOM)
- Unité : mg/période sensible

4.1.2. Résultats

Le Tableau 11 présente les résultats d'indices de flux calculés par l'outil pour les 5 substances d'intérêt sur l'ensemble du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, ainsi que la répartition entre les trois types d'émetteurs de l'émission totale de cette substance.

Tableau 11 : Emissions (IF) des 5 substances d'intérêt sur l'EMS pour les trois types d'émetteurs (06/2018)

Substance	Industriels		Ruissellement		Domestique	
	IF	%	IF	%	IF	%
Chloroforme	115692415	100	0	0	0	0
Cuivre	6262833472	81	697009099	9	725234078	9
Plomb	658281584	43	805145635	52	80118528	5
Zinc	7660078864	50	6182304276	40	1528962239	10
DEHP	1039751847	84	0	0	196982177	16

On peut noter que l'outil n'a pas de données d'émissions pour les couples Chloroforme/Ruissellement, Chloroforme/Domestique et DEHP/Ruissellement.
Ainsi, les émissions de chloroforme dans l'outil sont dues uniquement aux établissements. Plus des ¾ des émissions de cuivre et de DEHP résultent des activités industrielles et artisanales. Le ruissellement et les activités industrielles et artisanales sont chacun à l'origine d'approximativement 50% des émissions de plomb et de zinc.

La Figure 17 présente ces résultats sous forme de graphiques pour plus de lisibilité.

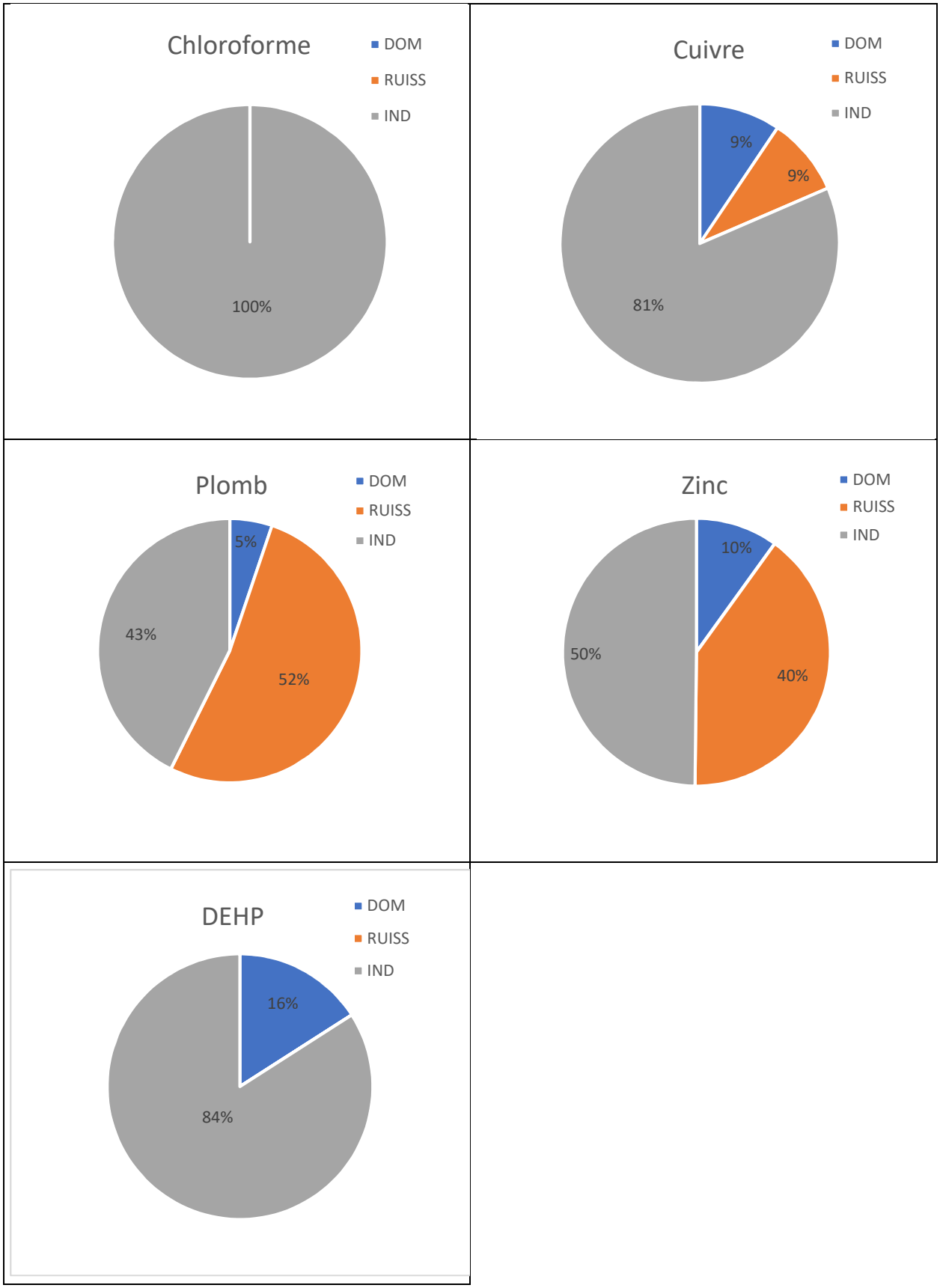


Figure 17 : Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission par substance

4.2. Etude des émissions dues aux établissements - Répartition des émissions industrielles et artisanales en fonction du code APE

4.2.1. Données sources

Les paramètres d'extraction des résultats pour cette partie de l'enquête sont les suivants :

- IF
- Jour
- Données pour chaque Code APE
- Types d'émetteur : Industriels et Artisans (Etablissements)
- Unité : $kg.j^{-1}$

4.2.2. Résultats

Le Tableau 12 présente un état des lieux des établissements émetteurs des 5 substances d'intérêt : nombre d'APE émetteurs et nombre de sites émetteurs sur le territoire de l'EMS.

Tableau 12 : Données statistiques sur les émissions par les établissements des 5 substances d'intérêt (06/2018)

Substance	Code SANDRE	Nombre d'APE émetteurs	Nombre de sites émetteurs
Chloroforme	1135	161	3638
Cuivre et ses composés	1392	190	5398
Plomb et ses composés	1382	186	5921
Zinc et ses composés	1383	198	6208
DEHP	6616	212	9014

Les tableaux suivants (Tableau 13 à Tableau 17) présentent pour chaque substance les 10 APE dont l'IF est le plus important.
Les Figure 18, Figure 20, Figure 22, Figure 24 et Figure 26 présentent les résultats de répartition des émissions par code APE sous forme de graphiques pour plus de lisibilité.
Les Figure 19, Figure 21, Figure 23, Figure 25 et Figure 27 présentent les résultats de répartition des émissions par code APE et de nombre de sites émetteurs sous forme de graphique pour plus de lisibilité. Ces histogrammes permettent de mettre en regard ces deux grandeurs pour faire ressortir les émissions dues à un nombre élevé de petits établissements ou les émissions dues à un nombre faible d'établissements de taille importante par exemple.

La part des émissions correspond au pourcentage de l'IF du code APE pour la substance donnée pour le type d'émetteur Etablissements (IF^{S}_{BV} (établ)).

NB : Le nombre de sites émetteurs indiqué est le nombre de site présents sur l'EMS correspondant à ce code APE (données de la base SIRENE®).

4.2.2.1. Chloroforme

Tableau 13 : Résultat pour le chloroforme des 10 APE les plus émetteurs

	Code APE	IF (kg.j^{-1})	Part des émissions (%)	Nombre de sites émetteurs
Chloroforme	01.61Z - Activités de soutien aux cultures	0,45	35	10
	56.29A - Restauration collective sous contrat	0,17	14	125
	35.11Z - Production d'électricité	0,08	7	216
	96.01B - Blanchisserie-teinturerie de détail	0,06	5	86
	96.01A - Blanchisserie-teinturerie de gros	0,06	5	7
	11.06Z - Fabrication de malt	0,04	3	2
	10.13A - Préparation industrielle de produits à base de viande	0,03	2	11
	72.19Z - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	0,02	2	122
	01.11Z - Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	0,02	2	163
	86.10Z - Activités hospitalières	0,02	2	84
	Autres codes APE émetteurs	0,30	24	3638

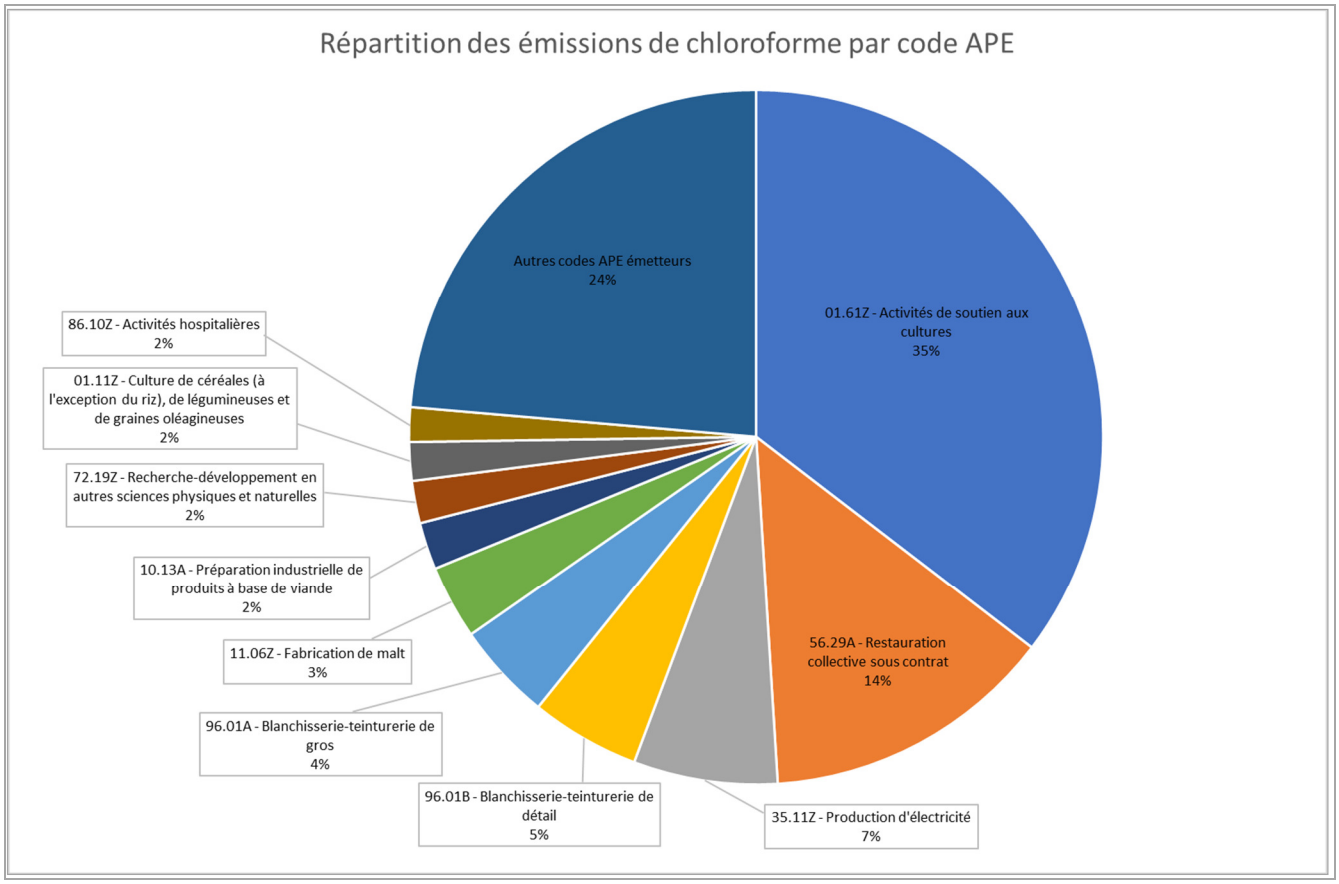


Figure 18 : Répartition des émissions de chloroforme par code APE

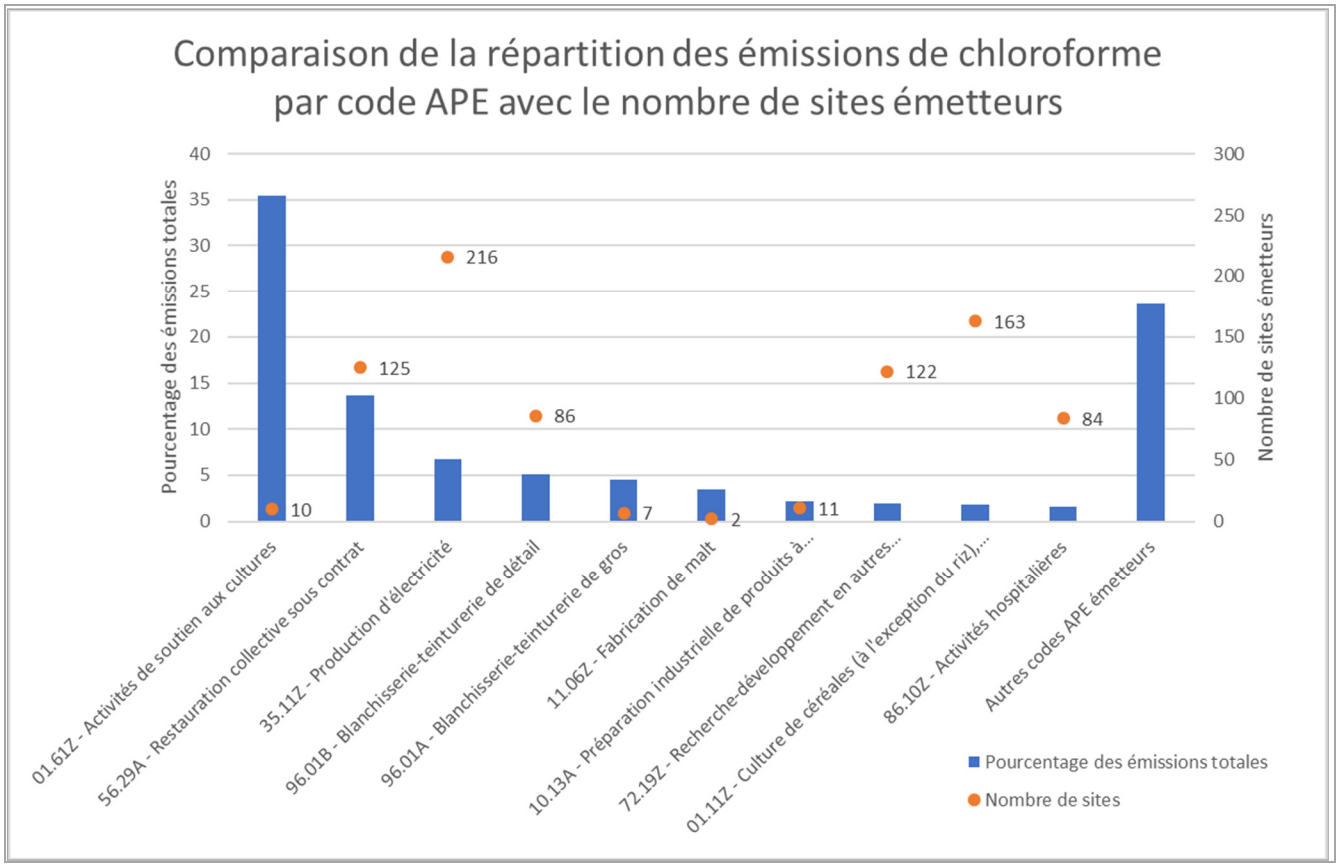


Figure 19 : Comparaison de la répartition des émissions de chloroforme par code APE avec le nombre de sites émetteurs

4.2.2.2. Cuivre et ses composés

Tableau 14 : Résultat pour le cuivre et ses composés des 10 APE les plus émetteurs

	Code APE	IF (kg.j^{-1})	Part des émissions (%)	Nombre de sites émetteurs
Cuivre et ses composés	25.50B - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements / Forge, emboutissage, estampage ; métallurgie des poudres / Découpage, emboutissage	22,7	33	22
	42.21Z - Construction de réseaux pour fluides	19,9	29	9
	46.71Z - Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes	10,5	15	23
	46.69B - Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements industriels divers	2,48	4	230
	49.10Z - Transport ferroviaire interurbain de voyageurs	1,79	3	40
	35.11Z - Production d'électricité	1,12	2	216
	35.21Z - Production de combustibles gazeux	0,95	1	1
	72.19Z - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	0,92	1	122
	46.90Z - Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé	0,75	1	228
	01.11Z - Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	0,41	1	163
	Autres codes APE émetteurs	6,79	10	5398

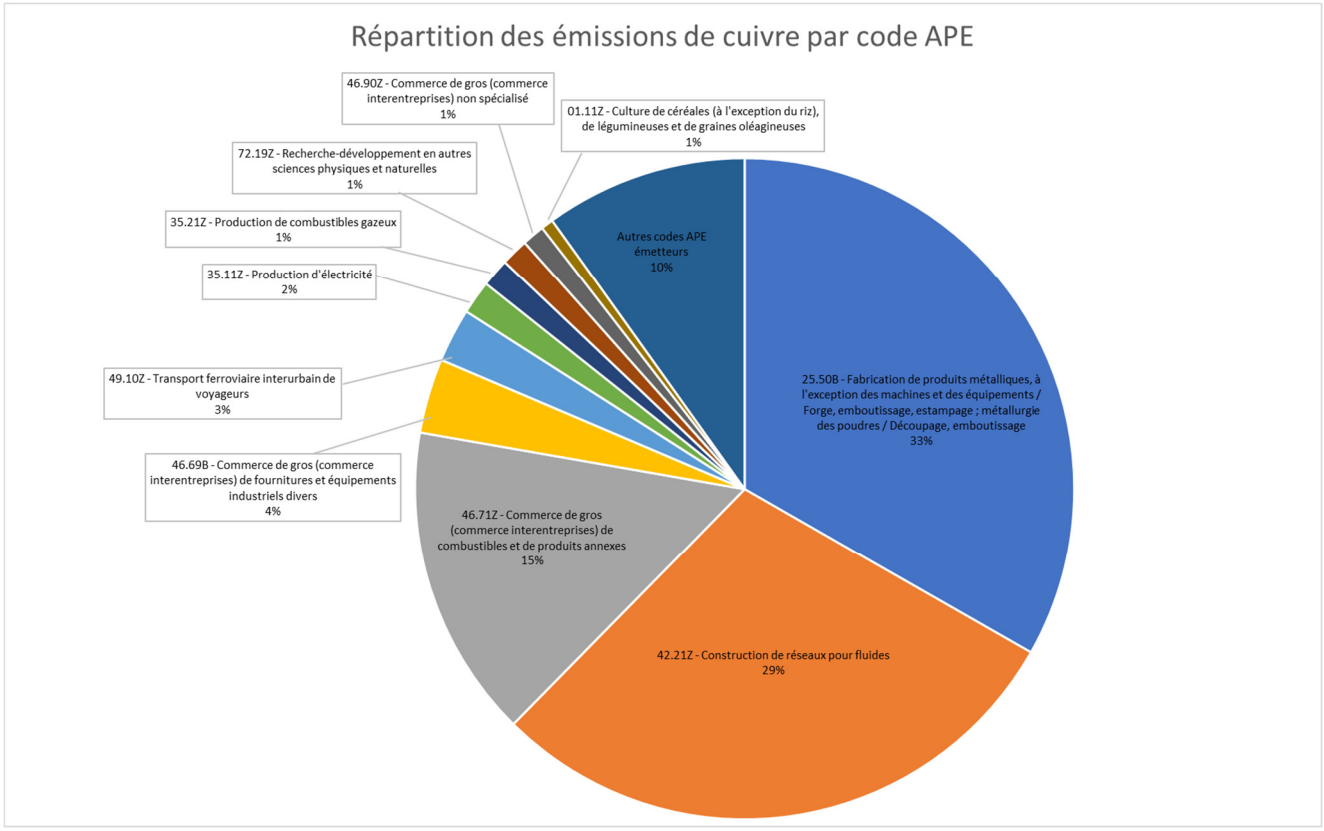


Figure 20 : Répartition des émissions de cuivre et ses composés par code APE

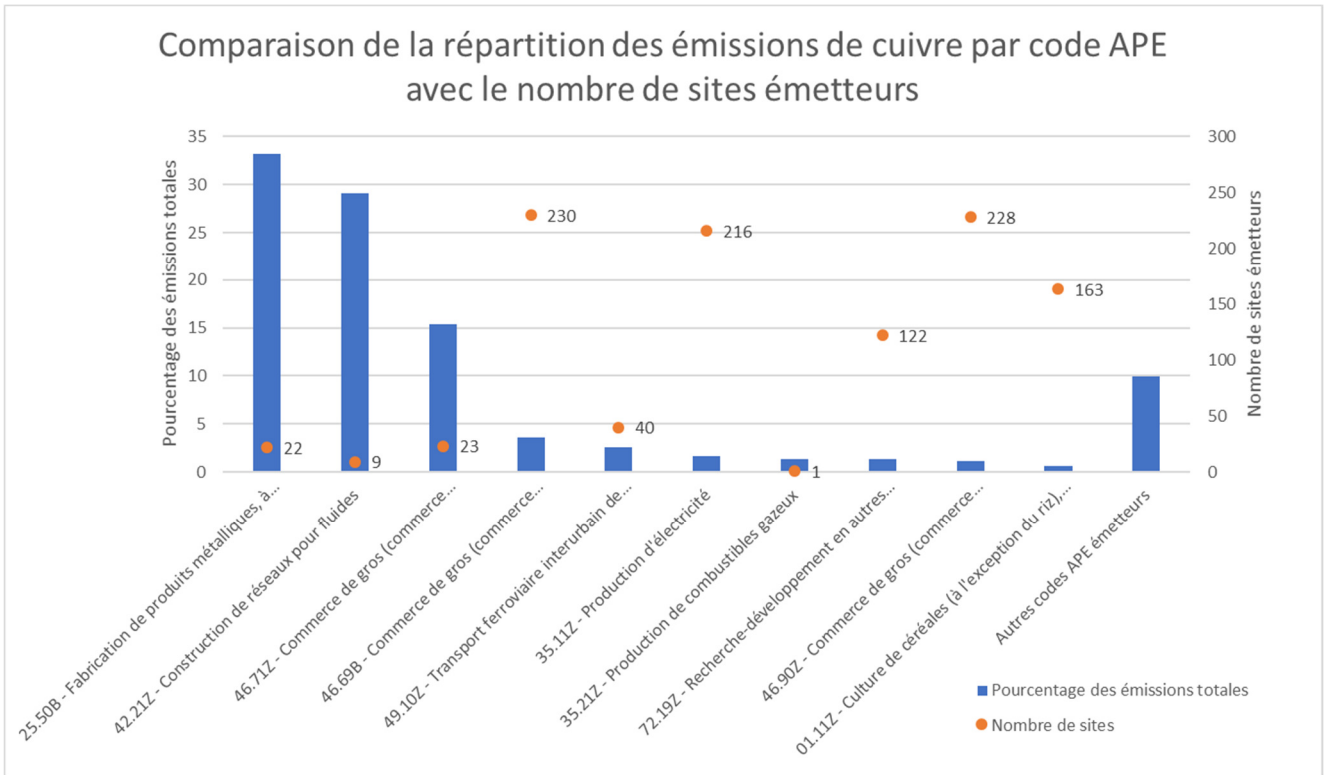


Figure 21 : Comparaison de la répartition des émissions de cuivre et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs

4.2.2.3. Plomb et ses composés

Tableau 15 : Résultat pour le plomb et ses composés des 10 APE les plus émetteurs

	Code APE	IF ($kg.j^{-1}$)	Part des émissions (%)	Nombre de sites émetteurs
Plomb et ses composés	25.50B - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements / Forge, emboutissage, estampage ; métallurgie des poudres / Découpage, emboutissage	2,52	35	22
	10.39B - Transformation et conservation de fruits	1,99	28	6
	11.05Z - Fabrication de bière	0,43	6	11
	35.21Z - Production de combustibles gazeux	0,41	6	1
	35.11Z - Production d'électricité	0,25	3	216
	46.90Z - Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé	0,20	3	228
	72.19Z - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	0,15	2	122
	35.30Z - Production et distribution de vapeur et d'air conditionné	0,12	2	25
	01.11Z - Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	0,11	2	163
	45.20A - Entretien et réparation de véhicules automobiles légers	0,09	1	342
	Autres codes APE émetteurs	0,90	12	5921

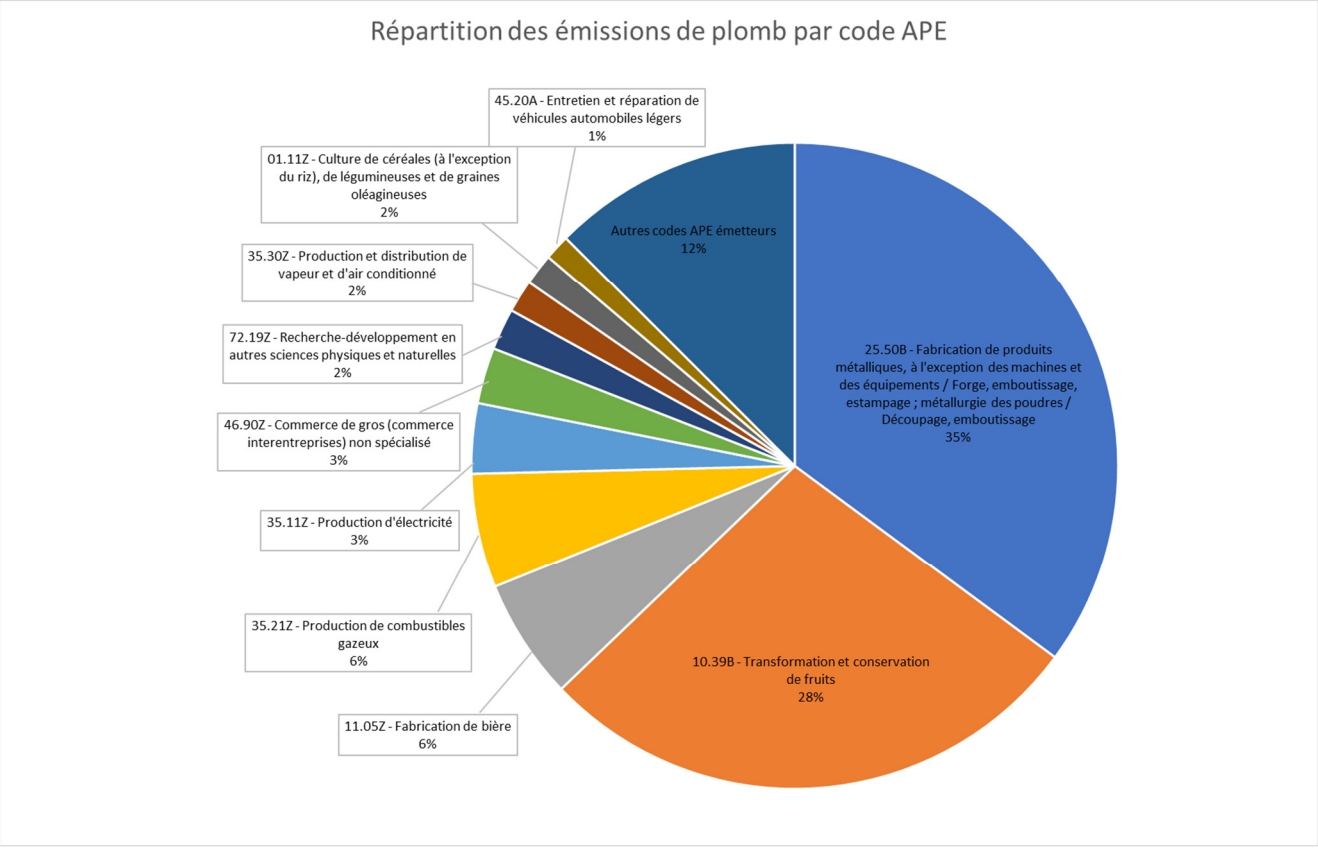


Figure 22 : Répartition des émissions de plomb et ses composés par code APE

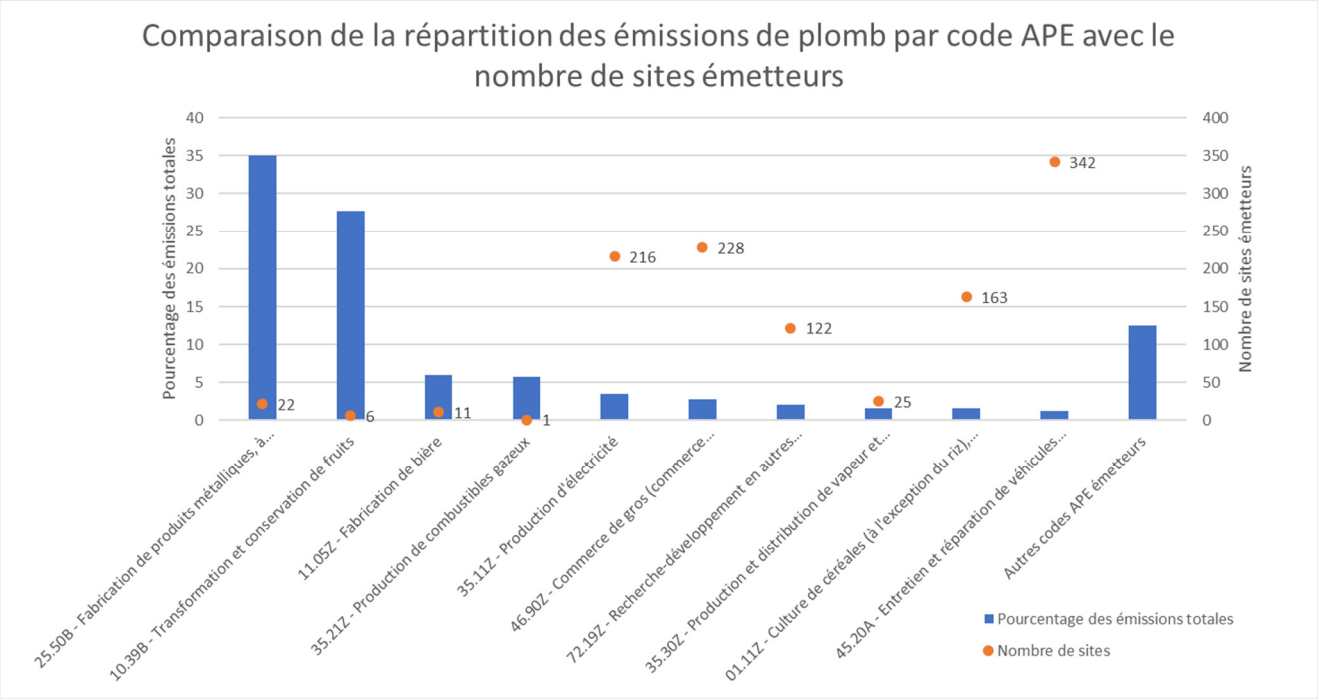


Figure 23 : Comparaison de la répartition des émissions de plomb et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs

4.2.2.4. Zinc et ses composés

Tableau 16 : Résultat pour le zinc et ses composés des 10 APE les plus émetteurs

	Code APE	IF (kg.j^{-1})	Part des émissions (%)	Nombre de sites émetteurs
Zinc et ses composés	42.21Z - Construction de réseaux pour fluides	18,2	22	9
	35.11Z - Production d'électricité	13,0	15	216
	10.13A - Préparation industrielle de produits à base de viande	6,64	8	11
	46.72Z - Commerce de gros (commerce interentreprises) de minerais et métaux	2,92	3	33
	72.19Z -Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	2,54	3	122
	72.11Z -Recherche-développement en biotechnologie	2,28	3	33
	46.90Z -Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé	2,18	3	228
	35.21Z - Production de combustibles gazeux	2,04	2	1
	56.29A - Restauration collective sous contrat	2,00	2	125
	43.99A - Travaux d'étanchéification	1,68	2	24
	Autres codes APE émetteurs	30	36	6208

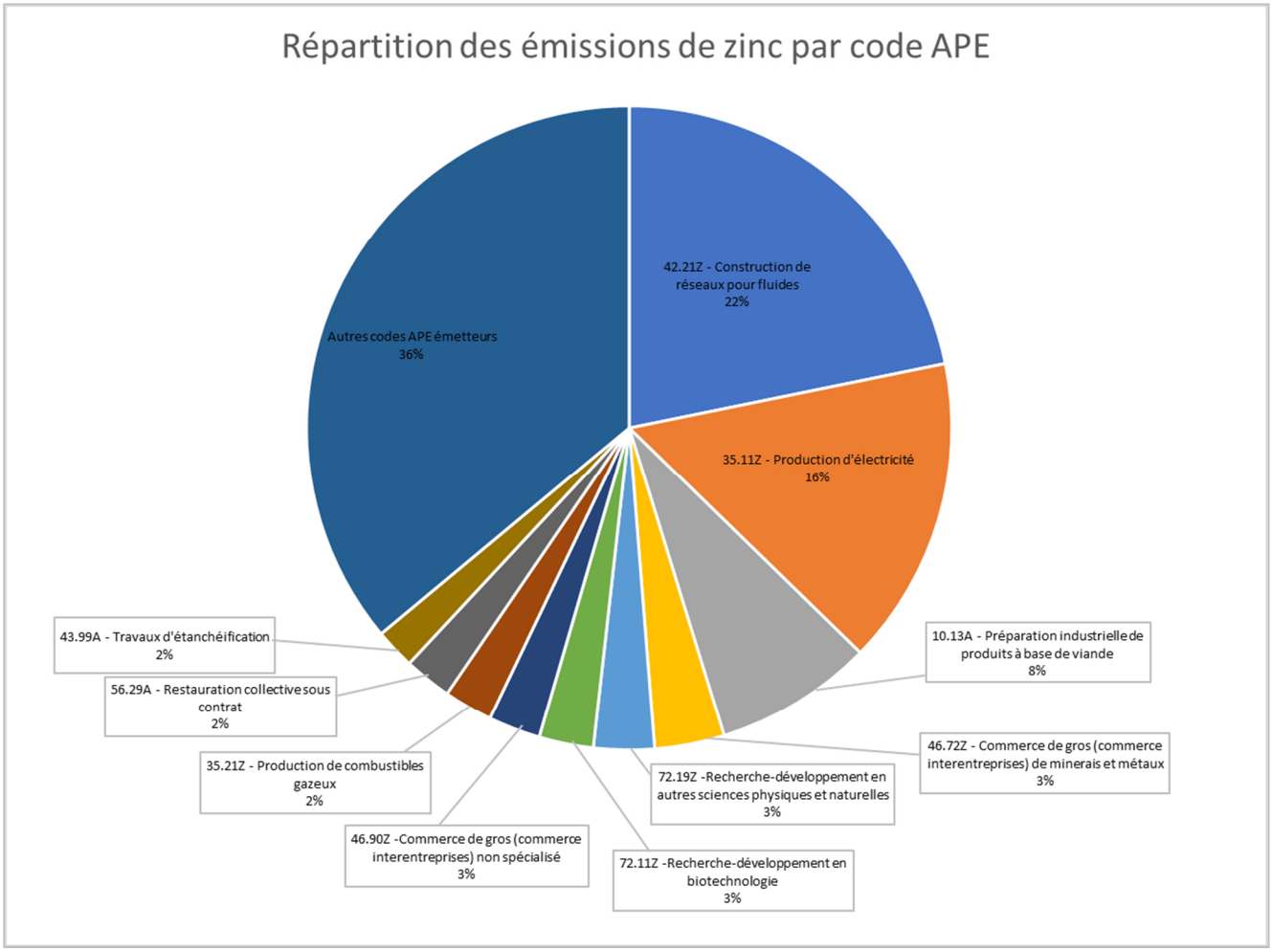


Figure 24 : Répartition des émissions de zinc et ses composés par code APE

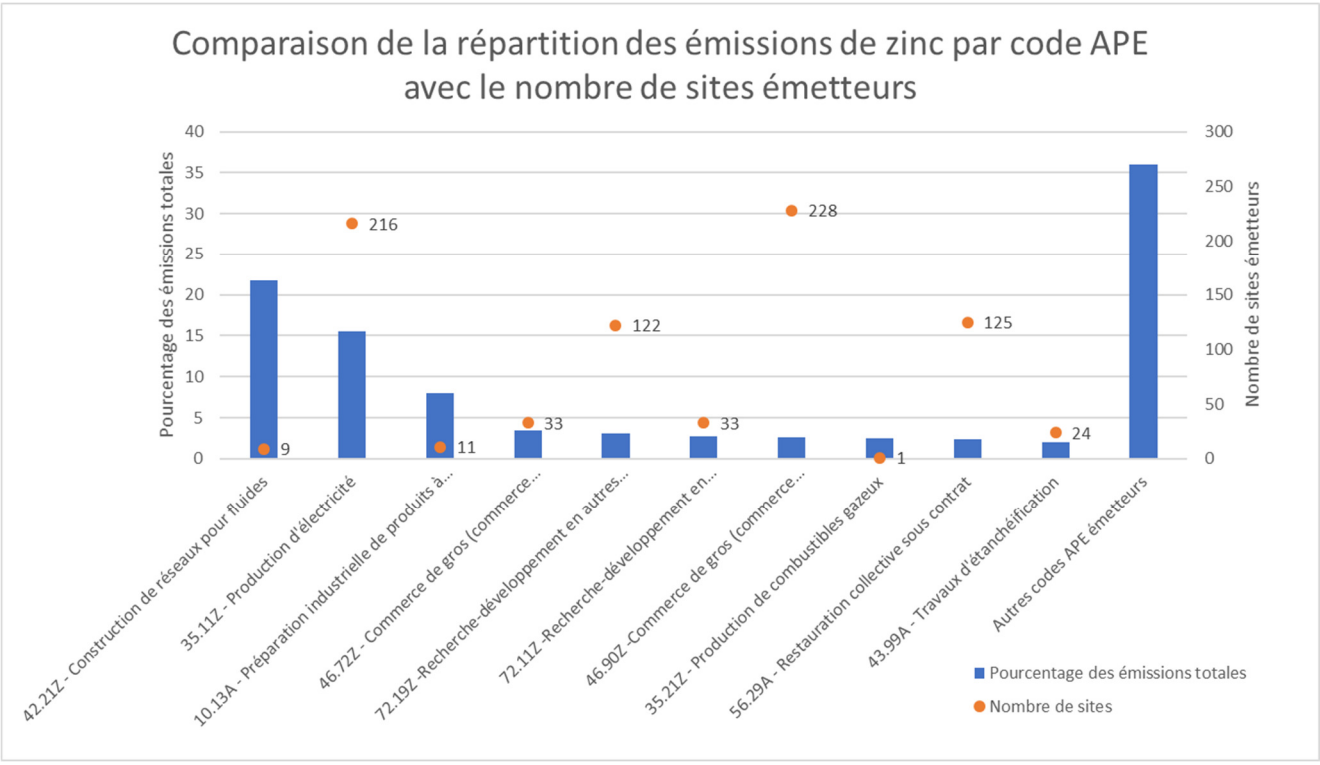


Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de zinc et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs

4.2.2.5. DEHP

Tableau 17 : Résultat pour le DEHP des 10 APE les plus émetteurs

	Code APE	IF ($kg.j^{-1}$)	Part des émissions (%)	Nombre de sites émetteurs
DEHP	42.21Z - Construction de réseaux pour fluides	10,0	89	9
	32.12Z - Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie	0,40	3,5	19
	37.00Z - Collecte et traitement des eaux usées	0,23	2,0	13
	81.29B - Autres activités de nettoyage n.c.a.	0,20	1,8	34
	45.20A - Entretien et réparation de véhicules automobiles légers	0,15	1,3	342
	32.50A - Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire	0,06	0,5	84
	23.99Z - Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.	0,04	0,4	5
	25.72Z - Fabrication de serrures et de ferrures	0,04	0,3	6
	86.10Z - Activités hospitalières	0,04	0,3	84
	81.21Z - Nettoyage courant des bâtiments	0,03	0,2	363
	Autres codes APE émetteurs	0,11	1,0	8055

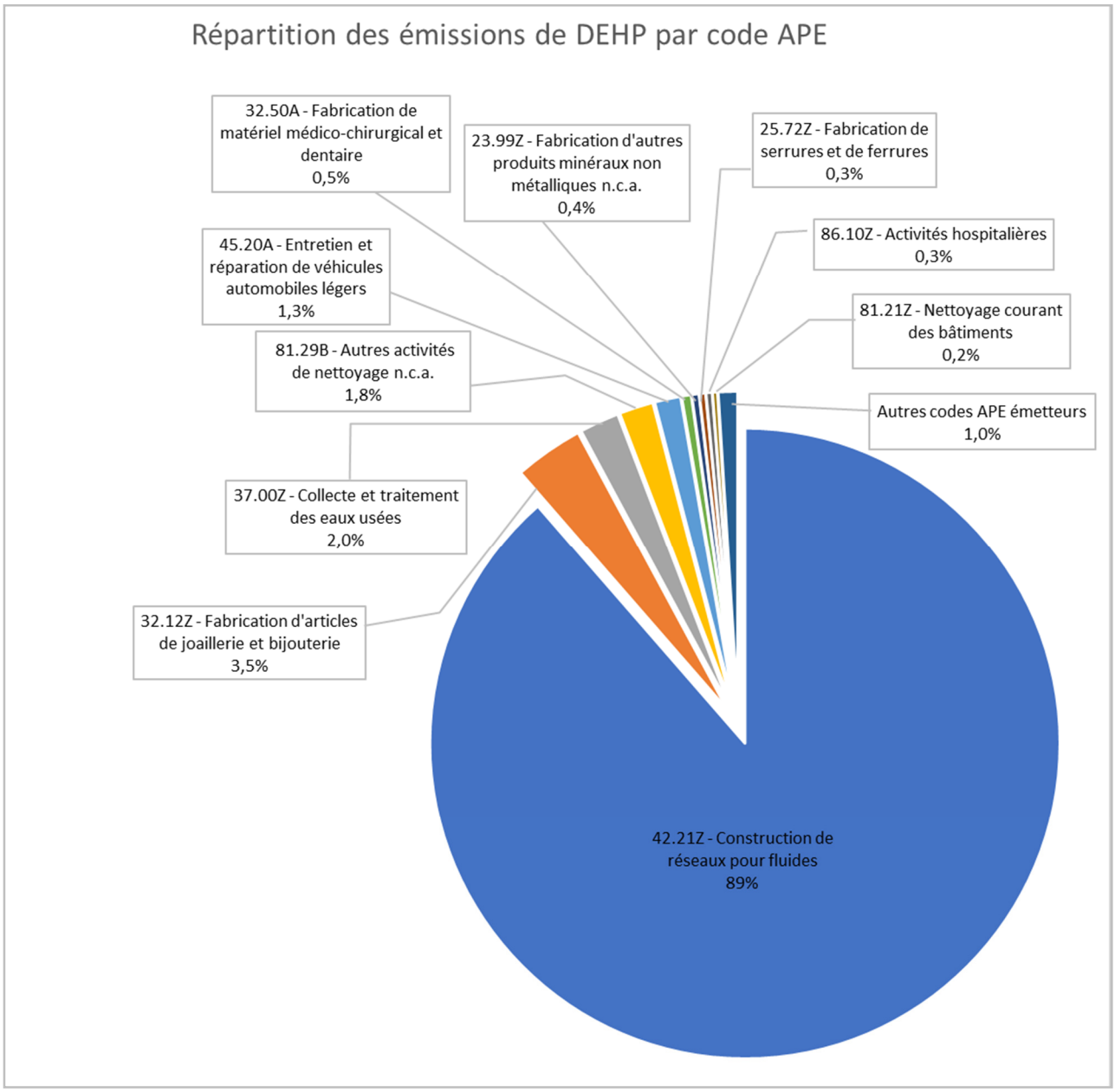


Figure 26 : Répartition des émissions de DEHP par code APE

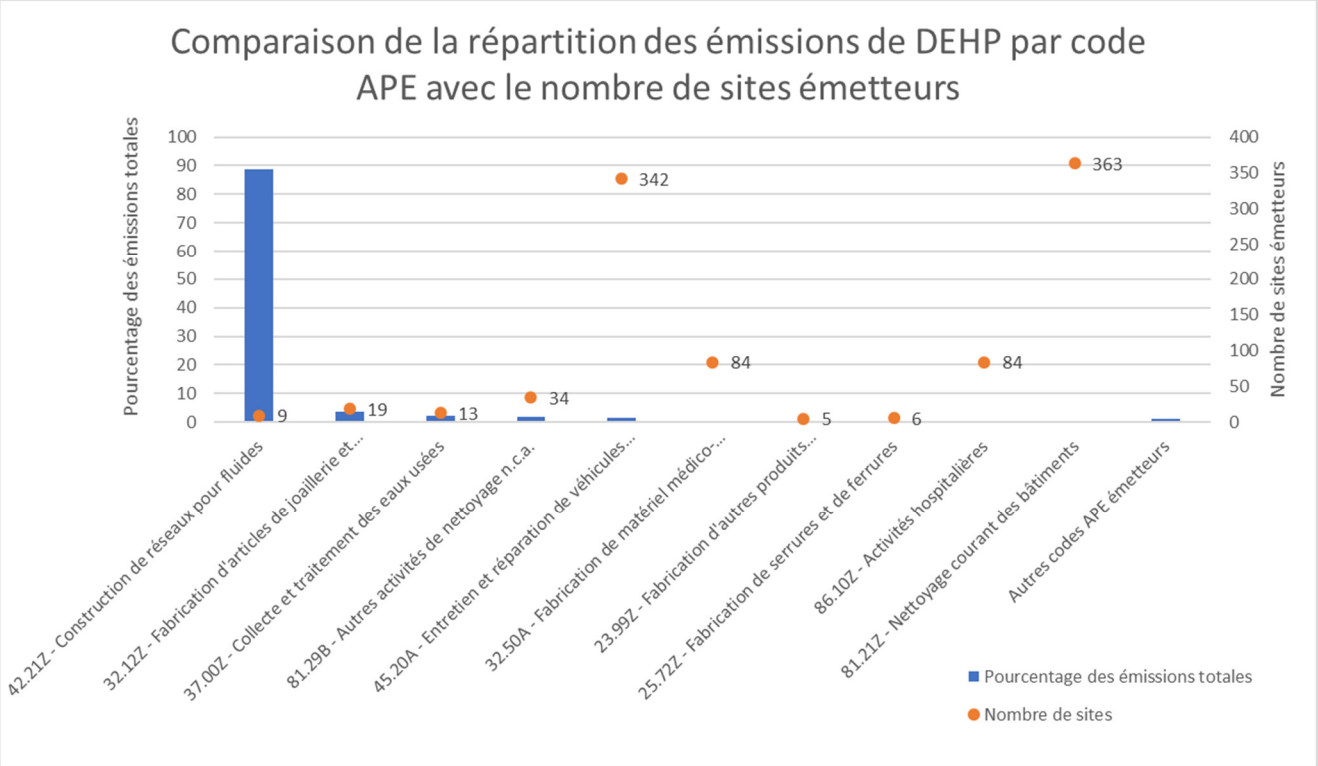


Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de DEHP par code APE avec le nombre de sites émetteurs

4.2.3. Discussion

La part des « Autres codes émetteurs » s'élève à 24 et 36% respectivement pour le Chloroforme et le Zinc et ses composés alors que pour le Cuivre et ses composés, le Plomb et ses composés et le DEHP cette part atteint respectivement 10%, 12% et 1%.

Le Tableau 18 présente un résumé de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt. Il regroupe les 10 codes APE les plus émetteurs pour chacune des substances.

Tableau 18 : Récapitulatif des premiers résultats de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt – triés par somme décroissante des substances potentiellement émises (« d »)

Code APE		Chloroforme			Cuivre et ses composés			Plomb et ses composés			Zinc et ses composés			DEHP			d	e	f
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
35.11Z	Production d'électricité	1	7	0,032	1	2	0,009	1	3	0,014	1	15	0,069				4	0,13	216
72.19Z	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	1	2	0,016	1	1	0,008	1	2	0,016	1	3	0,025				4	0,066	122
42.21Z	Construction de réseaux pour fluides				1	29	3,22				1	22	2,44	1	89	9,89	3	15,56	9
35.21Z	Production de combustibles gazeux				1	1	1,00	1	6	6,00	1	2	2,00				3	9,00	1
46.90Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé				1	1	0,004	1	3	0,013	1	3	0,013				3	0,031	228
01.11Z	Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	1	2	0,012	1	1	0,006	1	2	0,012							3	0,031	163
25.50B	Découpage, emboutissage				1	33	1,50	1	35	1,59							2	3,09	22
56.29A	Restauration collective sous contrat	1	14	0,11							1	2	0,016				2	0,13	125
10.13A	Préparation industrielle de produits à base de viande	1	2	0,18							1	8	0,73				2	0,91	11
45.20A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers							1	1	0,003				1	1,3	0,004	2	0,007	342
86.10Z	Activités hospitalières	1	2	0,024										1	0,3	0,004	2	0,027	84
01.61Z	Activités de soutien aux cultures	1	35	3,50													1	3,50	10
10.39B	Transformation et conservation de fruits							1	28	4,67							1	4,67	6
46.71Z	Commerce de gros de combustibles et de produits annexes				1	15	0,65										1	0,65	23
11.05Z	Fabrication de bière							1	6	0,55							1	0,55	11
96.01B	Blanchisserie-teinturerie de détail	1	5	0,058													1	0,058	86
96.01A	Blanchisserie-teinturerie de gros	1	5	0,71													1	0,71	7
46.69B	Commerce de gros de fournitures et équipements industriels divers				1	4	0,017										1	0,017	230
32.12Z	Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie													1	3,5	0,18	1	0,18	19
46.72Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de minerais et métaux										1	3	0,091				1	0,091	33
11.06Z	Fabrication de malt	1	3	1,50													1	1,50	2
72.11Z	Recherche-développement en biotechnologie										1	3	0,091				1	0,091	33
49.10Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs				1	3	0,075										1	0,075	40
43.99A	Travaux d'étanchéification										1	2	0,083				1	0,083	24
37.00Z	Collecte et traitement des eaux usées													1	2	0,15	1	0,15	13
81.29B	Autres activités de nettoyage n.c.a.													1	1,8	0,053	1	0,053	34
35.30Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné							1	2	0,080							1	0,080	25
32.50A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire													1	0,5	0,006	1	0,006	84
23.99Z	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.													1	0,4	0,080	1	0,080	5
25.72Z	Fabrication de serrures et de ferrures													1	0,3	0,050	1	0,050	6
81.21Z	Nettoyage courant des bâtiments													1	0,2	0,001	1	0,001	363

a *: Substances potentiellement émises par code APE (1 : oui ; vide : sans données)*
b *: %IPP*
c *: %IPP/nb établ*
d *: somme des substances potentiellement émises par code APE (somme des « a »)*
e *: somme des %IPP/nb établ (somme des « c »)*
f : *nombre de sites potentiellement émetteurs (NB : Le nombre de sites émetteurs indiqué est le nombre de sites présents sur l'EMS correspondant à ce code APE (données de la base SIRENE®).)*

Les informations des colonnes « c » de chaque substance sont à interpréter comme suit : plus l'émission potentielle est importante, plus le « c » est important ; plus le nombre de sites émetteurs est faible, plus le « c » est important.
Les codes APE suivants pourraient être choisis pour appliquer des techniques de réduction selon ce critère :

- 42.21Z - Construction de réseaux pour fluides (attention la part des émissions de DEHP est de 89%) => « c » = 15,6.
- 35.21Z - Production de combustibles gazeux => « c » = 9,0.
- 10.39B - Transformation et conservation de fruits (attention émission de plomb et ses composés uniquement) => « c » = 4,7.
- 01.61Z - Activités de soutien aux cultures (attention émission de chloroforme uniquement) => « c » = 3,5.
- 25.50B - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements / Forge, emboutissage, estampage ; métallurgie des poudres / Découpage, emboutissage => « c » = 3,1.

Ce diagnostic sur les 5 substances d'intérêt fait également ressortir le fait qu'il pourrait être intéressant de se focaliser sur des codes APE qui ont des émissions potentielles importantes pour plusieurs substances. Cela pourrait permettre de choisir et d'appliquer des techniques de réduction multi-substances.
Les codes APE « 35.11Z - Production d'électricité » et « 72.19Z - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles » figurent parmi les 10 APE les plus émetteurs de 4 des 5 substances d'intérêt (hormis le DEHP), en revanche, leur part moyenne dans la répartition des émissions est respectivement de 7% et 2%.

5. Ajustement des données d'entrée et réflexion sur le plan d'actions

5.1. Ajustement des données d'entrée

L'analyse des résultats du module Diagnostic de l'outil, ainsi que l'exploitation des données mesurées sur le terrain au regard ces résultats, ont induit un travail important d'ajustement des données d'entrée et notamment des données d'émissions. Les ajustements réalisés sont détaillés dans le *livrable 1.4b : Application de l'outil logiciel développé dans le projet LUMIEAU-Stra pour déterminer des zones de prélèvements dans le réseau d'assainissement – comparaison des résultats modélisés avec des mesures et ajustements de l'outil*. Pour certains codes APE, l'outil logiciel donnait des résultats qui ont été jugés erronés. Des changements ont donc été apportés à la table établissement ou à la matrice d'émission.
Voici deux exemples de modifications qui ont été effectuée :

- Dans la base BDREP traitée, les coefficients d'émission nationaux par substance du code APE 42.21Z (Construction de réseaux pour fluides) avaient été constitués à partir des émissions d'établissements enregistrés sous ce code. En regardant de plus près ces établissements, il s'est avéré qu'il s'agissait de STEU. Aucune explication sur l'enregistrement des émissions de ces établissements sous ce code APE n'ayant été trouvée, il a été décidé de requalifier ces établissements sous le code APE 37.00Z (Collecte et traitement des eaux usées).
  Les conséquences de cette action ont été doubles :
  - Les coefficients d'émission du code APE 42.21Z ont été supprimés de la matrice.
  - Les coefficients d'émission du code APE 37.00Z ont été modifiés puisque les émissions des établissements requalifiés ont été intégrées dans le calcul des coefficients d'émission de ce code. On peut observer, par exemple, que, dans le Tableau 18 le code APE 37.00Z n'émet pas de DEHP alors que dans le Tableau 20 ce code APE participe à la pression potentielle en DEHP.
- Dans la matrice, le code 01.11Z a été supprimé complètement des tables BDREP et RSDE ICPE. En effet, il s'est avéré que les établissements pris en compte pour calculer les coefficients d'émissions par substances étaient d'activités complètement différentes, sans aucune logique entre elles et ne correspondant pas du tout à la description du code APE (Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses). Il a été supposé qu'étant donné que ce code est le tout premier de la liste des codes APE, celui-ci était peut-être utilisé par défaut pour certains établissements alors qu'ils n'ont pas du tout une activité de Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses.

Ces ajustements ont induit des modifications des résultats. Le Tableau 19 présente la répartition des émissions par type d'émetteur avant et après ajustement pour chacune des 5 substances.

Tableau 19 : Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission (%) – avant ajustement (cf. Tableau 11) et après ajustement

Substance	Etablissements		Ruissellement		Domestique	
	avant	après	avant	après	avant	après
Chloroforme	100	100	0	0	0	0
Cuivre	81	75	9	12	9	13
Plomb	43	42	52	53	5	5
Zinc	50	43	40	46	10	11
DEHP	84	39	0	0	16	61

Le Tableau 20 présente un résumé de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt après ajustement. Il regroupe les 10 codes APE les plus émetteurs pour chacune des substances. Ce tableau est construit de la même façon que le Tableau 18.
NB : Le nombre de sites émetteurs indiqué, contrairement au Tableau 18 est le nombre de site potentiellement émetteurs identifiés par l'outil logiciel sur l'EMS correspondant à ce code APE.

Tableau 20 : Récapitulatif de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt – après ajustement

Code APE		Chloroforme			Cuivre et ses composés			Plomb et ses composés			Zinc et ses composés			DEHP			d	e	f
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
37.00Z	Collecte et traitement des eaux usées	1	0,04	0,00	1	0,03	0,00	1	0,06	0,00	1	0,3	0,02	1	22	1,85	5	1,88	12
32.12Z	Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie	1	0,3	0,01	1	0,02	0,00	1	0,01	0,00	1	0,01	0,00	1	29	1,34	5	1,35	22
10.13A	Préparation industrielle de produits à base de viande	1	1	0,14	1	0,04	0,00	1	0,02	0,00	1	8	0,92	1	1	0,11	5	1,17	9
23.99Z	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.	1	0,03	0,01	1	0,07	0,02	1	0,04	0,01	1	0,06	0,02	1	3	1,02	5	1,09	3
25.72Z	Fabrication de serrures et de ferrures	1	0,03	0,00	1	0,6	0,10	1	0,02	0,00	1	0,4	0,06	1	3	0,44	5	0,61	6
81.29B	Autres activités de nettoyage n.c.a.	1	0,1	0,00	1	0,03	0,00	1	0,02	0,00	1	0,2	0,01	1	15	0,45	5	0,47	32
86.10Z	Activités hospitalières	1	0,9	0,01	1	0,3	0,00	1	0,2	0,00	1	1	0,02	1	3	0,04	5	0,08	63
32.50A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire	1	0,1	0,00	1	0,2	0,00	1	0,2	0,00	1	0,5	0,01	1	4	0,05	5	0,06	83
45.20A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers	1	0,2	0,00	1	0,4	0,00	1	1	0,00	1	0,6	0,00	1	11	0,03	5	0,04	351
96.01B	Blanchisserie-teinturerie de détail	1	3	0,03	1	$6x10^{-5}$	0,00	1	0,01	0,00	1	$6x10^{-4}$	0,00	1	0,01	0,00	5	0,03	92
81.21Z	Nettoyage courant des bâtiments	1	0,2	0,00	1	0,1	0,00	1	0,9	0,00	1	0,5	0,00	1	2	0,01	5	0,01	338
10.39B	Transformation et conservation de fruits	1	0,4	0,07	1	0,04	0,01	1	24	4,75	1	0,1	0,02				4	4,85	5
46.44Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de vaisselle, verrerie et produits d'entretien	1	42	3,46	1	0,02	0,00	1	0,3	0,02	1	0,1	0,01				4	3,50	12
25.50B	Découpage, emboutissage	1	0,09	0,00	1	41	1,96	1	30	1,43	1	0,07	0,00				4	3,40	21
01.61Z	Activités de soutien aux cultures	1	20	2,24	1	0,2	0,02	1	0,3	0,03	1	0,6	0,07				4	2,37	9
11.06Z	Fabrication de malt	1	2	0,98	1	0,1	0,07	1	0,3	0,16	1	0,8	0,41				4	1,63	2
46.71Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes	1	0,09	0,01	1	19	1,06	1	0,2	0,01	1	0,3	0,02				4	1,09	18
11.05Z	Fabrication de bière	1	0,8	0,07	1	0,4	0,03	1	5	0,47	1	2	0,17				4	0,74	11
96.01A	Blanchisserie-teinturerie de gros	1	3	0,32	1	0,2	0,02	1	0,4	0,05	1	0,9	0,10				4	0,49	9
88.10C	Aide par le travail	1	1	0,05	1	1	0,05	1	1	0,06	1	5	0,25				4	0,42	21
35.30Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné	1	0,3	0,01	1	0,7	0,03	1	1	0,06	1	1	0,06				4	0,16	24
49.10Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs	1	0,06	0,00	1	3	0,08	1	0,3	0,01	1	1	0,03				4	0,12	43
72.11Z	Recherche-développement en biotechnologie	1	0,2	0,01	1	0,3	0,01	1	0,2	0,01	1	3	0,09				4	0,11	32
35.11Z	Production d'électricité	1	4	0,02	1	2	0,01	1	3	0,01	1	16	0,07				4	0,11	234
56.29A	Restauration collective sous contrat	1	8	0,07	1	0,6	0,01	1	0,3	0,00	1	2	0,02				4	0,11	105
72.19Z	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	1	1	0,01	1	2	0,01	1	2	0,01	1	3	0,02				4	0,06	132
45.40Z	Commerce et réparation de motocycles				1	0,06	0,00	1	0,2	0,00	1	0,1	0,00	1	2	0,03	4	0,04	48
46.69B	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements industriels divers	1	0,8	0,00	1	5	0,02	1	0,3	0,00	1	0,07	0,00				4	0,02	227
35.21Z	Production de combustibles gazeux				1	2	1,72	1	5	4,90	1	3	2,53				3	9,15	1
46.72Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de minerais et métaux				1	0,6	0,02	1	0,20	0,01	1	4	0,12				3	0,15	30
71.12B	Ingénierie, études techniques				1	4	0,01	1	15	0,03	1	2	0,00				3	0,04	578
74.20Z	Activités photographiques				1	8	0,03				1	13	0,05				2	0,09	244

a *: Substances potentiellement émises par code APE (1 : oui ; vide : sans données)*
b *: %IPP*
c *: %IPP/nb étab*
d *: somme des substances potentiellement émises par code APE (somme des « a »)*
e *: somme des %IPP/nb étab (somme des « c »)*
f : *nombre de sites potentiellement émetteurs*

5.2. Réflexion sur le plan d'actions

5.2.1. Codes APE

La journée de travail collaboratif a également permis de mettre en exergue les codes APE prépondérants dans l'émission des 5 substances d'intérêt étudiées. Trois types de codes APE ont été mis en évidence pour ces substances :

► Type 1 : Codes APE pour lesquels des modifications ont été apportées à la table établissement ou à la matrice d'émission (ex : 0111Z - Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses)

► Type 2 : Codes APE pour lesquels aucun plan d'action n'est prévu

- Biais de l'outil/Données d'émissions et pas de pertinence sur le territoire de l'EMS : Ex 3511Z (production d'électricité)
- Codes APE pour lesquels la matrice d'émission n'est pas représentative des établissements du territoire de l'EMS : Ex 3212Z (Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie)

► Type 3 : Codes APE pour lesquels un plan d'action peut être mis en place (cf. Tableau 21).

La liste de ces codes est présentée en Annexe 5.

Tableau 21 : Codes APE identifiés pour lesquels un plan d'action de réduction est envisageable

Code	Libellé
0161Z	Activités de soutien aux cultures
1013A	Préparation industrielle de produits à base de viande
1062Z	Fabrication de produits amylacés
1089Z	Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.
1105Z	Fabrication de bière
2016Z	Fabrication de matières plastiques de base
2017Z	Fabrication de caoutchouc synthétique
2550B	Découpage, emboutissage
2572Z	Fabrication de serrures et de ferrures
2815Z	Fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission
3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire
3521Z	Production de combustibles gazeux
3530Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné
3700Z	Collecte et traitement des eaux usées
3821Z	Traitement et élimination des déchets non dangereux
4520A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers
4540Z	Commerce et réparation de motocycles
4910Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs
5221Z	Services auxiliaires des transports terrestres
5629A	Restauration collective sous contrat
7211Z	Recherche-développement en biotechnologie
7219Z	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles
8121Z	Nettoyage courant des bâtiments
8129B	Autres activités de nettoyage n.c.a.
8610Z	Activités hospitalières
9601A	Blanchisserie-teinturerie de gros
9601B	Blanchisserie-teinturerie de détail

5.2.2. Cartographies

Les Figure 28, Figure 31, Figure 34, Figure 37 et Figure 40 présentent la répartition géographique des émissions de ces 5 substances d'intérêt pour les établissements pour lesquels le %cumulé des IPP des codes APE identifiés est d'au moins 70% pour chacune des substances (cf. Tableau 20).

Les Figure 29, Figure 32, Figure 35, Figure 38, et Figure 41 présentent la répartition par BV du code APE dont le %IPP est le plus important pour chacune des substances.

Les Figure 30, Figure 33, Figure 36, Figure 39 et Figure 42 présentent la répartition des émissions des différents codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié comme étant celui qui participe le plus à l'IPP de la substance.

5.2.2.1. Chloroforme

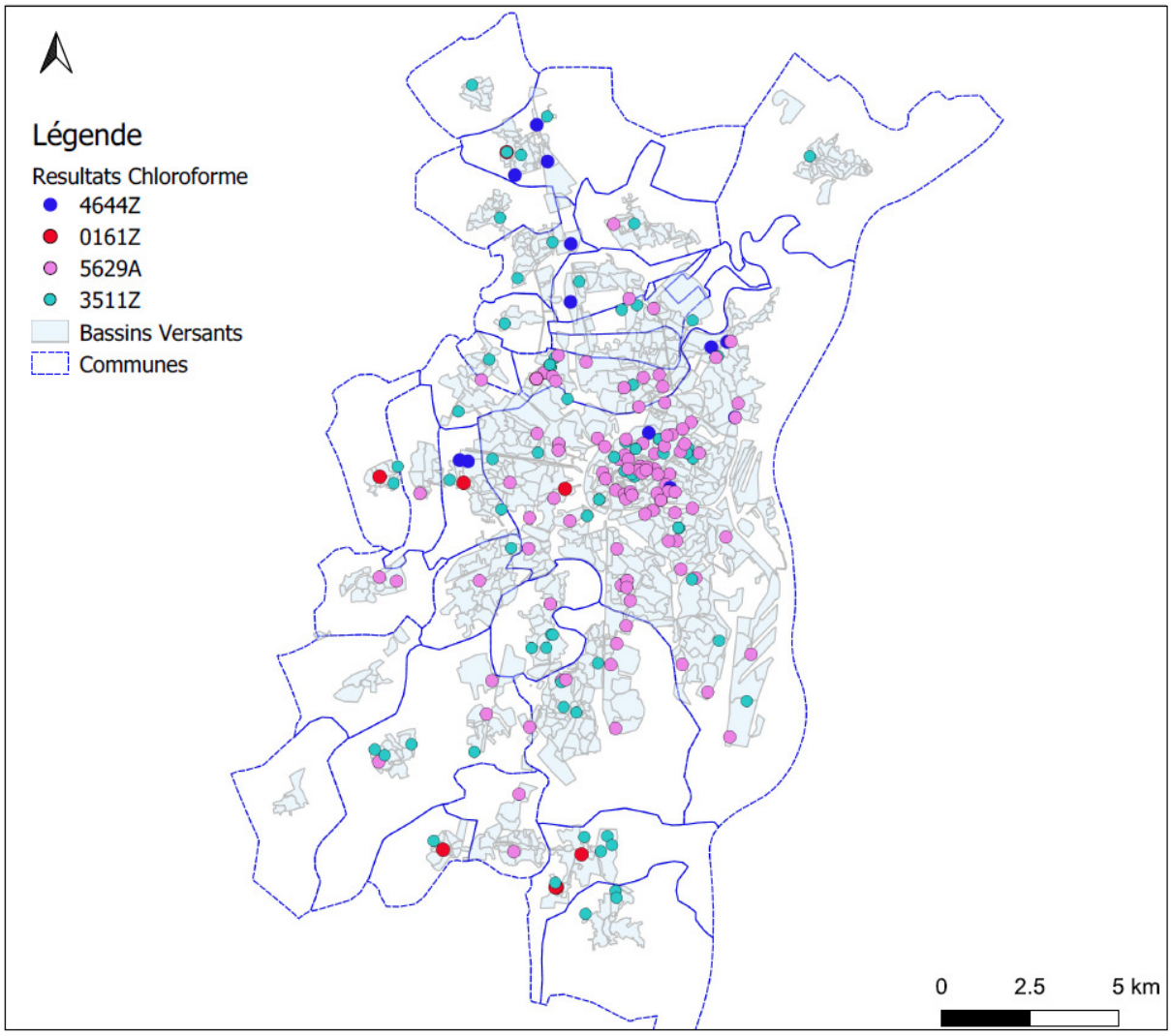


Figure 28 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Chloroforme

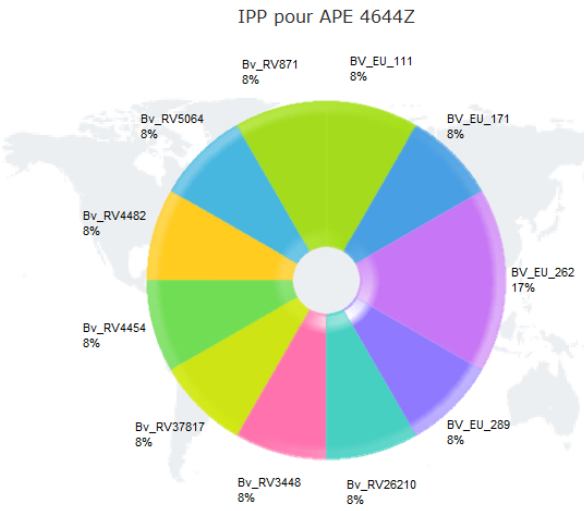


Figure 29 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Chloroforme est le plus important

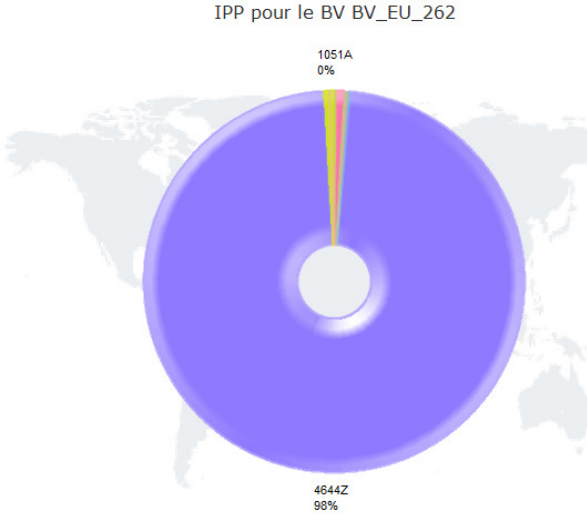


Figure 30 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 29 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Chloroforme

5.2.2.2. Cuivre et ses composés

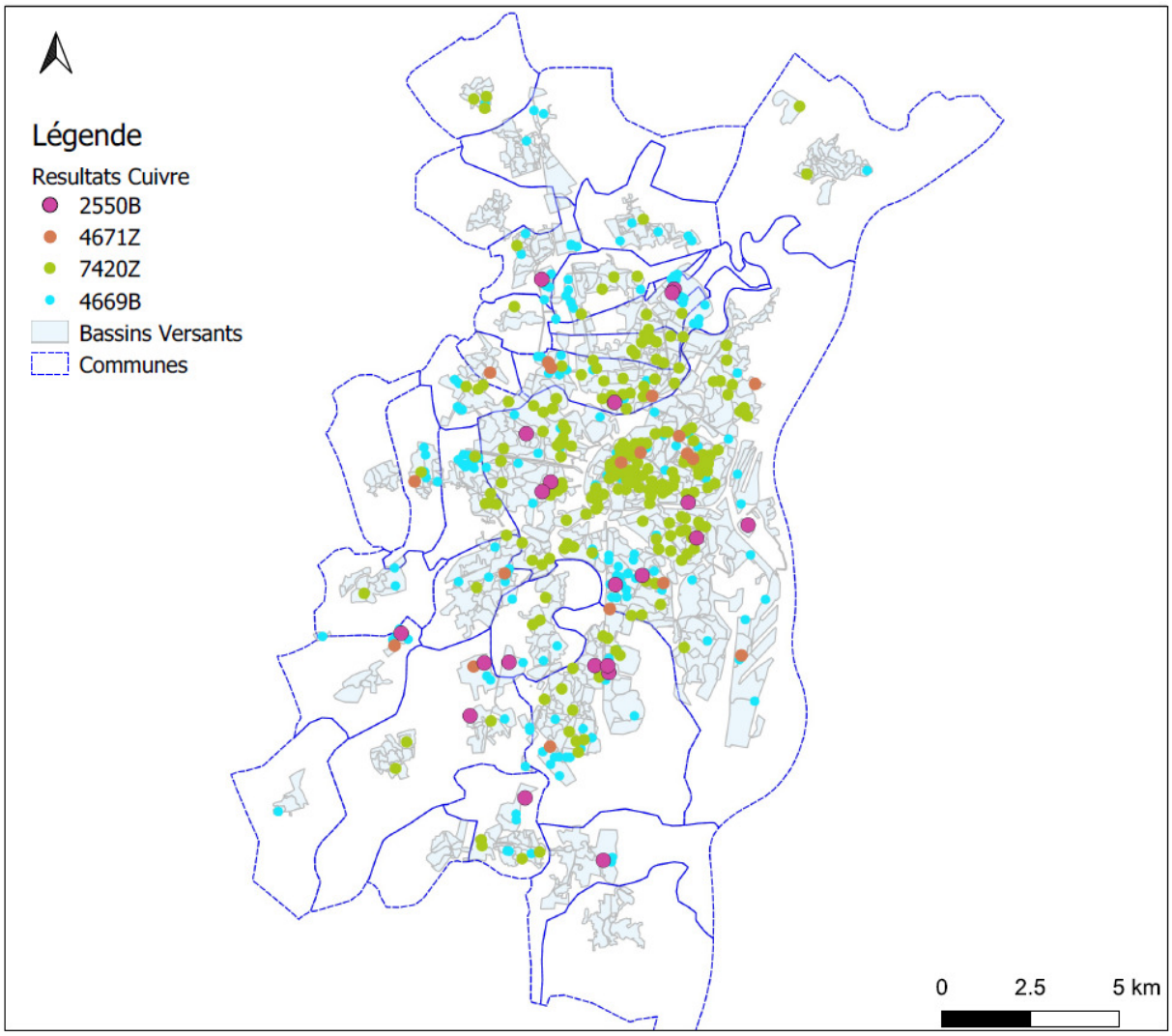


Figure 31 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Cuivre et ses composés

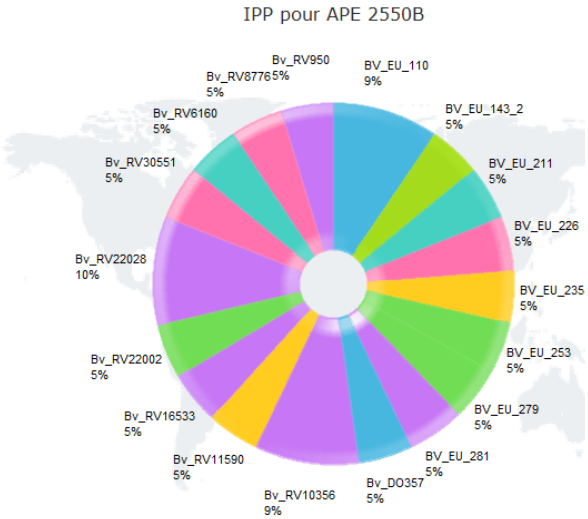


Figure 32 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Cuivre et ses composés est le plus important

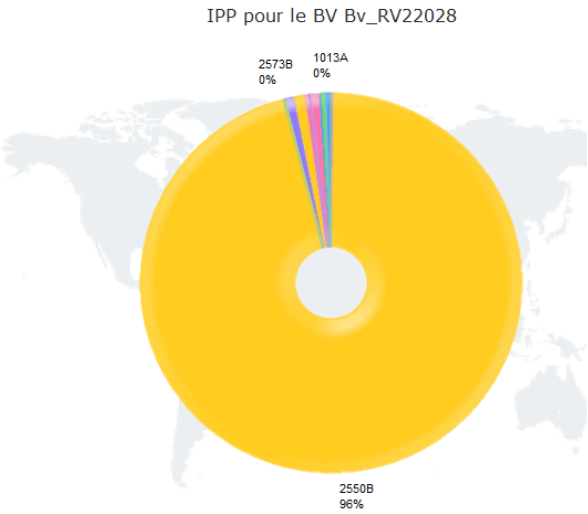


Figure 33 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 32 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Cuivre et ses composés

5.2.2.3. Plomb et ses composés

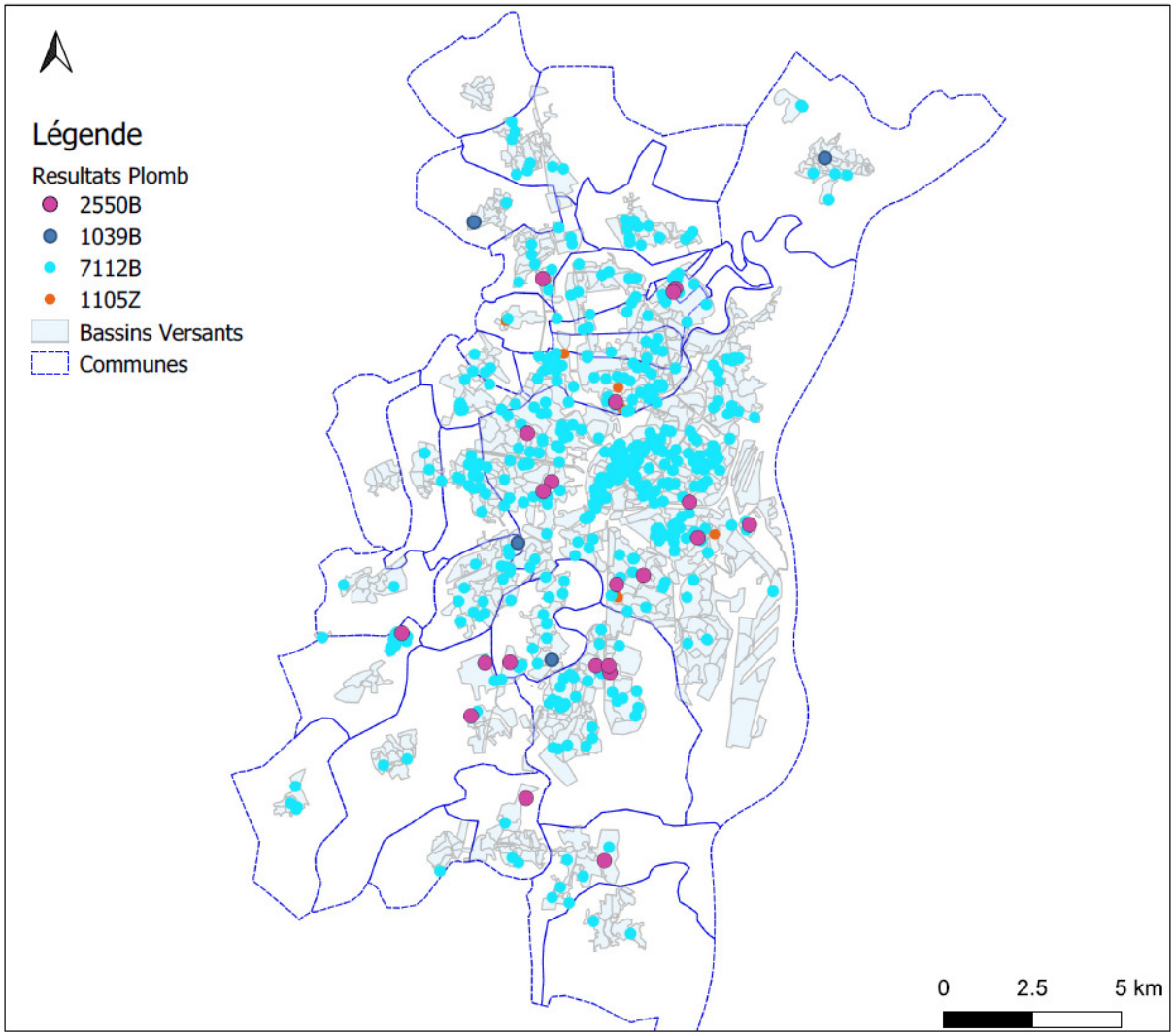


Figure 34 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Plomb et ses composés

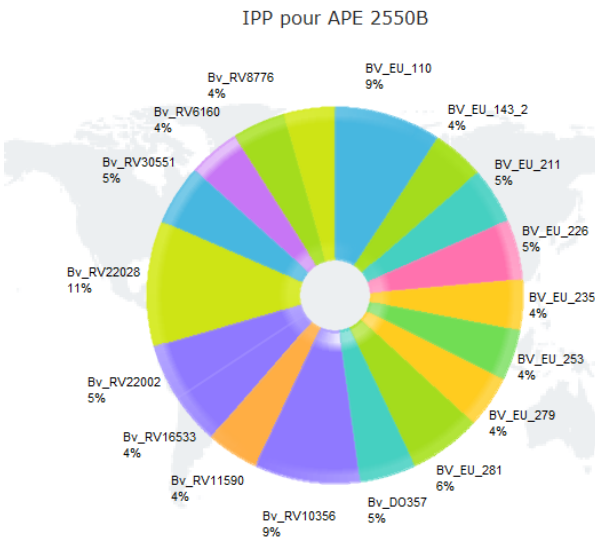


Figure 35 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Plomb et ses composés est le plus important

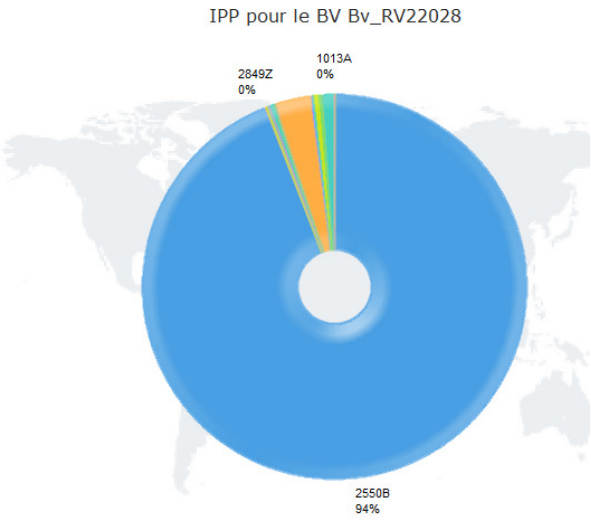


Figure 36 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 35 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Plomb et ses composés

5.2.2.4. Zinc et ses composés

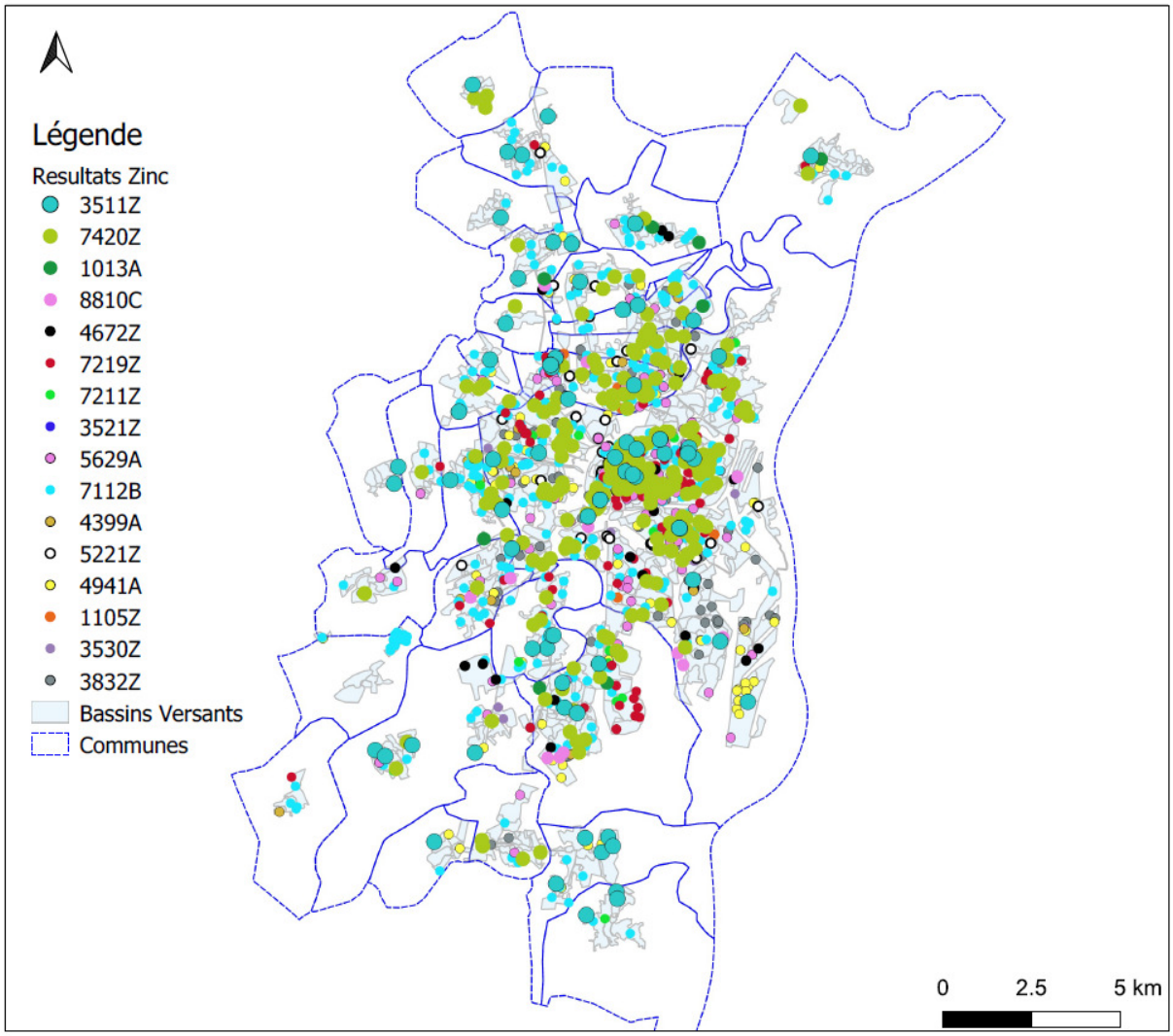


Figure 37 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Zinc et ses composés

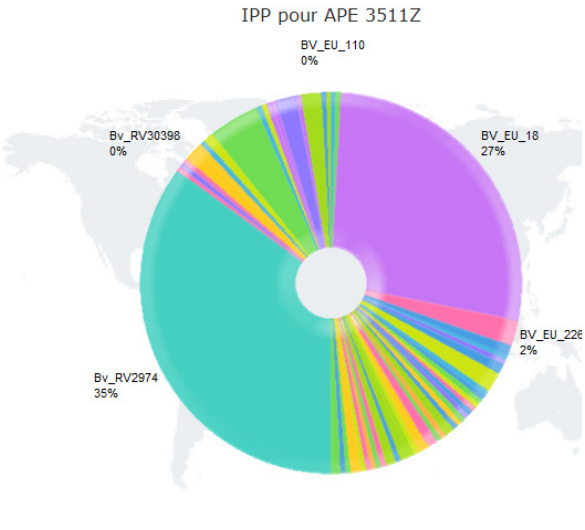


Figure 38 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Zinc et ses composés est le plus important

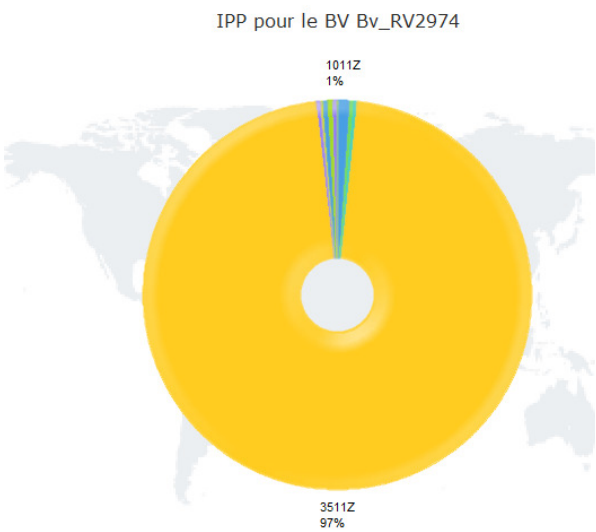


Figure 39 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 38 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Zinc et ses composés

5.2.2.5. DEHP

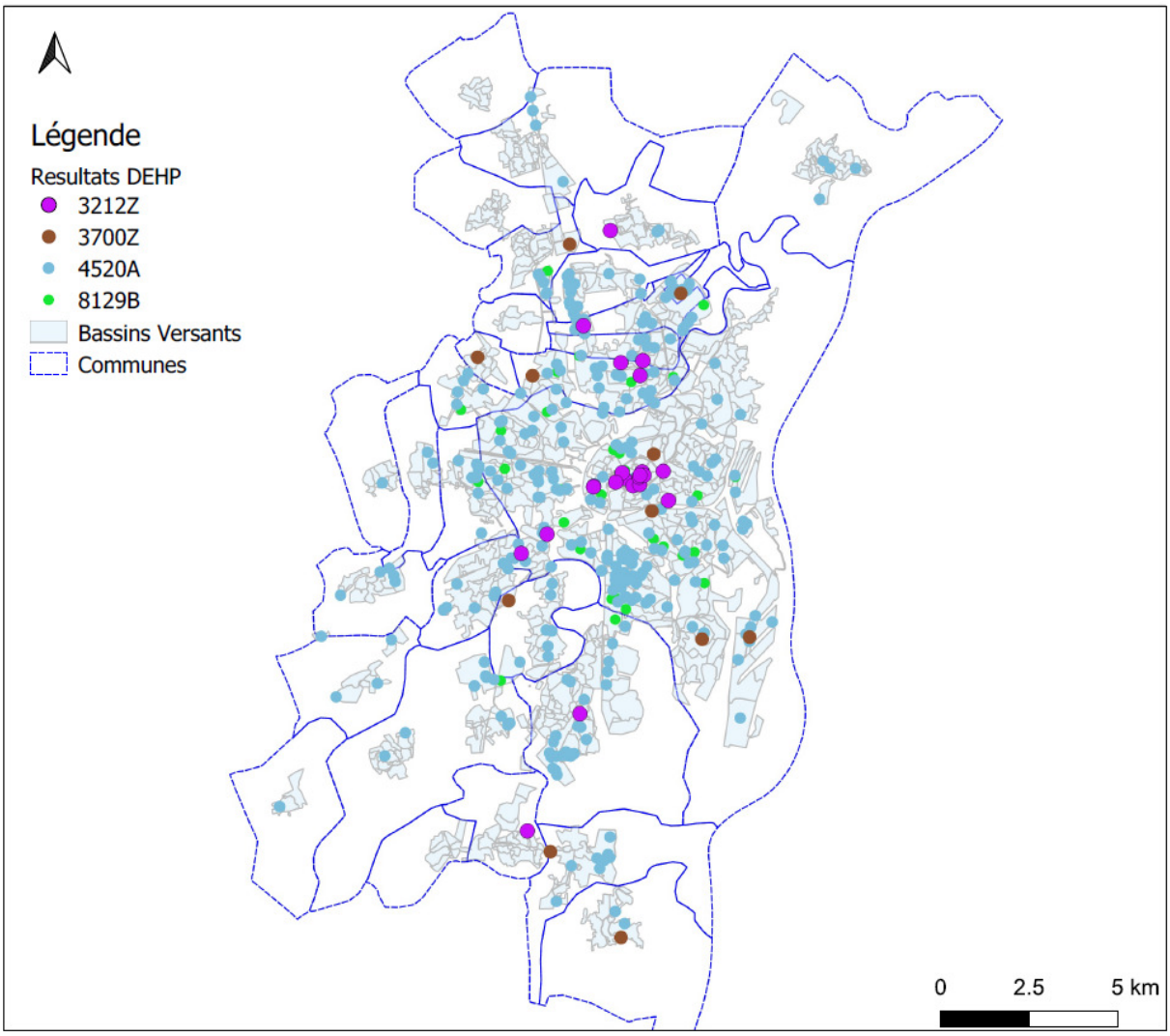


Figure 40 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de DEHP

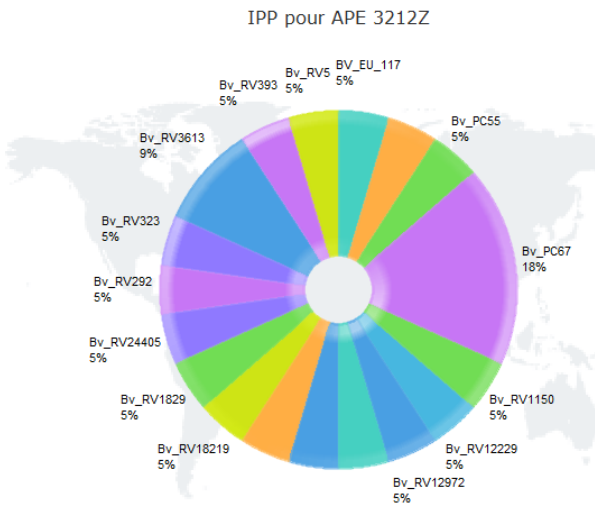


Figure 41 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du DEHP est le plus important

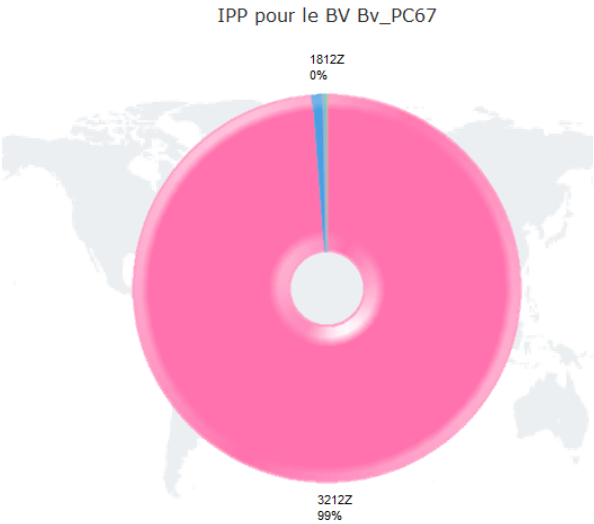


Figure 42 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 41 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du DEHP

6. Conclusion

Le diagnostic du territoire de l'EMS à l'aide de l'outil logiciel a permis de mettre en évidence la participation à la pression potentielle par les trois types d'émetteurs définis : Etablissements, Domestique, Ruissellement. Cette participation a pu être cartographiée par bassins versants. Un bilan a également pu être établi par type d'émetteur pour chacun des micropolluants potentiellement émis. Les établissements et les BV les plus fortement émetteurs potentiels ont été listés.
Une enquête plus détaillée a été réalisée pour 5 substances identifiées comme étant d'intérêt pour l'EMS, notamment pour le type d'émetteurs Etablissements. Cette enquête a permis de réaliser une analyse critique des résultats obtenus et de réaliser des ajustements des données d'émission.

D'une manière générale pour l'ensemble de ce livrable, il faut bien noter que l'outil logiciel intègre les données disponibles à l'heure actuelle sur les émissions de micropolluants mais que celles-ci ne sont ni exhaustives ni avec un niveau de fiabilité connu (hormis les données locales mesurées).
Le manque de données ne doit pas être pris pour de la non-émission. En effet, aucune donnée chiffrée n'a été recensée dans la bibliographie pour certains micropolluants de la liste LUMIEAU-Stra (ex : caféine, …) alors qu'il est connu que ces substances sont présentes dans les eaux usées. L'outil ne donne donc aucun résultat de modélisation pour ces substances parce qu'aucune donnée ne lui a été rentrée et non pas parce qu'aucune émission de ces substances n'est prévue sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. De même, pour certains émetteurs (notamment des activités économiques), nous n'avons pas identifié de données nous permettant de caractériser une émission. Ces observations ont une conséquence : dans certains cas, le module de diagnostic peut faire apparaitre un seul type d'émetteur comme contributeur d'une substance. Cela signifie que soit c'est bien le cas, soit nous n'avons trouvé aucune donnée pour les autres émetteurs. Les résultats sont donc à analyser avec prudence et en gardant à l'esprit que les données d'émissions ne sont pas exhaustives. L'outil n'a pas vocation à fournir une estimation quantitative précise des flux émis mais donne des indications sur les ordres de grandeur des niveaux d'émissions.
Notons aussi que l'IPP est calculé à l'échelle de chaque BV. Les BV sont de surfaces différentes. Les BV très étendus peuvent donc regrouper mécaniquement un plus grand nombre d'émetteurs et conduire à un IPP élevé même s'il comporte uniquement des émetteurs modestes.

Malgré cela, la démarche permet d'apporter des éléments de réponse à des questions telles que : cette substance est-elle potentiellement émise sur le territoire ? cette substance fait-elle potentiellement partie des substances les plus émises ? ce type d'émetteur est-il potentiellement un fort émetteur de cette substance par rapport aux autres types d'émetteurs ?
Les résultats de l'outil permettent de faire une première analyse du territoire avec identification des sources potentielles. Ces résultats sont à confronter avec la connaissance du territoire acquise auprès de différents maitres d'ouvrage (collectivité, DREAL, Agence de l'eau, etc.).
Lors des premiers calculs, les résultats nécessitaient un travail approfondi sur les codes APE afin d'ajuster le modèle. Les résultats se sont améliorés, cependant il reste beaucoup d'imperfections et d'incertitudes, entre autres, à cause du fait de la trop grande variabilité des activités au sein d'un même code APE.
En raison des incertitudes sur les données d'entrée de l'outil, la liste des établissements potentiellement émetteurs proposée par l'outil doit absolument être analysée et interprétée au regard de l'expérience de terrain et de la connaissance du

territoire. L’expertise terrain d’un utilisateur de l’outil de diagnostic est nécessaire pour valider la cohérence des émetteurs identifiés.
En ce qui concerne les établissements, la validation de la liste s’appuie sur des recherches plus détaillées pour évaluer la cohérence entre l’activité et un rejet potentiel de micropolluants ou si l’établissement répertorié est un site de production ou uniquement un site avec des bureaux.
Enfin, l’application au territoire de l’EMS a démontrée l’utilisation possible et adapté pour un diagnostic vers l’amont dans le cadre de l’action RSDE STEU.

7. Glossaire

Code APE : Le code APE (activité principale exercée) permet d'identifier la branche d'activité principale de l'entreprise ou du travailleur indépendant. Sa fonction principale est statistique. Il est composé de 4 chiffres + 1 lettre, en référence à la nomenclature statistique nationale d'activités française (NAF rév. 2). Ce code est attribué par l'Insee lors de l'immatriculation ou la déclaration d'activité de l'entreprise, en fonction de l'activité principale déclarée et réellement exercée. Ce n'est pas le libellé du code APE qui détermine les activités exercées dans l'entreprise, mais bien celles inscrites sur l'extrait du Registre du Commerce et des Sociétés. Si une entreprise exerce plusieurs activités, la ventilation du chiffre d'affaires ou des effectifs selon les branches est utilisée comme critère pour déterminer l'activité principale.

Base SIRENE : Ce système informatisé du répertoire national des entreprises et des établissements dont la gestion a été confiée à l'Insee enregistre l'état civil de toutes les entreprises et leurs établissements, quelle que soit leur forme juridique et quel que soit leur secteur d'activité, situés en métropole, dans les Dom (Guadeloupe, Guyane, Martinique, La Réunion et Mayotte) et à Saint-Pierre et Miquelon. Les entreprises étrangères qui ont une représentation ou une activité en France y sont également répertoriées.

Code SANDRE : Code correspondant à un nom ou groupe de substance. Il est défini par le Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels.

8. Sigles & Abréviations

APE : Activité Principale Exercée

BDE : BromoDiphénylEther

BDREP : Base de données du registre des émissions polluantes

BV : Bassin Versant

BTEX : Benzène Toluène Éthylbenzène Xylène : composés organiques volatils appartenant à la famille des hydrocarbures aromatiques

CNIDEP : Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites entreprises

COHV : Composé organique halogéné volatil

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCO : demande chimique en oxygène

DEHP : Di(2-ethylhexyl)phtalate

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EMS : EuroMétropole de Strasbourg

GRAIE : Groupe de recherche, animation technique et information sur l'eau

IF : Indice de Flux

IF(dom) : Indice de Flux pour les émissions domestiques

IF(établ) : Indice de Flux pour les émissions des établissements

IF(ruiss) : Indice de Flux pour les émissions dues au ruissellement urbain

$IF^{\mu pol}$: Indice de Flux pour tous les micropolluants du projet

IF^{S} : Indice de Flux pour une substance

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IPP : Indice de pression potentielle

IRH IC : Institut de Recherche Hydrologique – Ingénieur Conseil

IPP^{S} : Indice de Pression Potentielle pour une substance

LUMIEAU-Stra : Lutte contre les Micropolluants dans les Eaux Urbaines à Strasbourg

MES : matières en suspension

METOX : indice Métaux toxiques

PCB : PolychloroBiphényle

RSDE : Recherche et Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau

SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels

Sc^{S} : Score de priorité pour la substance S

SIRENE : Système informatique pour le répertoire des entreprises et des établissements

SIRET : Système Informatique pour le Répertoire des Entreprises sur le Territoire

STEU : Station de traitement des eaux usées

9. Bibliographie

[1] A. Gouzy, «Guide pour l'inventaire des émissions, pertes et rejets de micropolluants vers les eaux de surface,» INERIS - DRC-15-136877-10596A, 2015.

[2] H. Palmquist et J. Hanaeus, «Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households,» vol. 348, pp. 151-163, 2005.

[3] R. Gälli, J. Schmid-Kleikemper, C. Ort et M. Schärer, «Micropolluants dans les eaux - Evaluation et réduction de la charge polluante des eaux usées urbaines,» Office Fédéral de l'Environnement (OFEV), Berne, 2009.

[4] C. Braun, R. Gälli, C. Leu, N. Munz, Y. Schindler Wildhaber, I. Strahm et I. Wittmer, «Micropolluants dans les cours d'eau provenant d'apport diffus - Analyse de la situation,» Office Fédéral de l'Environnement, Berne, 2015.

[5] D. M. Revitt, E. Eriksson et E. Donner, «The implications of household greywater treatment and reuse for municipal wastewater flows and micropollutants loads,» *Water Research,* vol. 45, 2011.

[6] H. Almqvist et J. Hanaeus, «Organic Hazardous Substances in Graywater from Swedish Households,» *Journal of Environmental Engineering,* vol. 901, 2006.

[7] M. Coquery, M. Pomiès, S. Martin-Ruel, H. Budzinski, C. Miège, M. Esperanza, C. Soulier et J.-M. Choubert, «Mesurer les micropolluants dans les eaux usées brutes et traitées - Protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux - Projet AMPERES,» *Techniques Sciences Méthodes,* vol. 1/2, 2011.

[8] D. Ghaitidak et K. Yadav, «Characteristics and treatment of greywater - A review,» *Environmental Science and Pollution Research,* vol. 20 n°5, pp. 2795-2809, 2013.

[9] S. Deshayes, M. Bigourie, V. Eudes, C. Droguet et R. Moilleron, «Caractérisation des eaux grises (I) - Cas des paramètres généraux,» *Techniques Sciences Méthodes,* vol. 12, 2015.

[10] A. Morel et S. Diener, «Greywater management in Low and Middle-income Countries - Review of different tretament systems for households or neighbourhoods - Chapitres 2 et 3,» Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2006.

[11] J.-M. Pépin, «Impacts écotoxicologiques de certains médicaments dans l'environnement - Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement,» Sherbroke, Canada, 2006.

[12] CYCLAMED. Chiffres de collecte des MNU - Médicaments périmés ou non = retour en pharmacie. 2017

[13] J.-P. Besse, Impact environnemental des médicaments à usage humain sur le milieu récepteur : évaluation de l'exposition et des effets biologiques pour les écosystèmes d'eau douce, Université de Metz: Thèse de Doctorat pour l'obtention du diplôme de Doctorat spécialité Toxicologie de l'Environnement, 2010.

[14] Centre Léon Bérard. Pertubateurs endocriniens et risques de cancer : généralités. Page web. 2017.

[15] A. Bergé, J. Gasperi, V. Rocher, L. Gras, A. Coursimault et R. Moilleron, «Phtalates et alkylphénols dans les effluents industriels : contribution à la pollution véhiculée dans les réseaux d'assainissement parisiens,» *Techniques Sciences Méthodes,* vol. 11, 2013.

[16] INERIS, «Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Parabènes,» DRC-15-136881-10349A, 2015.

[17] E. Eriksson, H. Andersen, T. Madsen et A. Ledin, «Greywater pollution variability and loadings,» *Ecological Engineering,* vol. 35, pp. 661-669, 2009.

[18] E. Eriksson et E. Donner, «Metals in greywater : Sources, presence and removal efficiencies,» *Desalination,* vol. 248, pp. 271-278, 2009.

[19] P. Göbel, C. Dierkes et W. Coldewey, «Storm water runoff concentration matrix for urban areas,» *Journal of Contaminant Hydrology,* vol. 91, p. 26–42, 2007.

[20] V. Dulio et S. Andres, «Référentiel pour la priorisation des micropolluants des milieux aquatiques,» Rapport AQUAREF, 2012.

[21] J.-P. Besse et J. Garric, «Médicaments à usage humain : risque d'exposition et effets sur les milieux récepteurs - Proposition d'une liste de médicaments à usage humain à surveiller dans les eaux de surface continentales,» Cemagref, Lyon, 2007.

[22] C. Coetsier, Approche intégrée de la gestion environnementale des produits pharmaceutiques dans des rejets de stations d'épuration urbaines et leur milieu récepteur : occurence, impact et traitements tertiaires d'élimination, Montpellier: Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Montpellier II, 2009.

[23] P. Verlicchi, A. Galletti, M. Petrovic et D. Barcelo, «Hospital effluents as a source of emerging pollutants : An overview of micropollutants and sustainable treatment options,» *Journal of Hydrology,* vol. 389, pp. 416-428, 2010.

[24] C. Loichot et M. Grima, DCEM1 - Pharmacologie - chapitre 5 - Métabolisme des médicaments, septembre 2004 [en ligne, accès en mars 2016].

[25] N. Chèvre, S. Coutu, J. Margot, H. K. Wynn, H.-P. Bader, R. Scheidegger et L. Rossi, «Substance flow analysis as a tool fot mitigating the impact of pharmaceuticals on the aquatic system,» *Water Research,* vol. 47, pp. 2995-3005, 2013.

[26] H. Palmquist, «Substance flow analysis of hazardous substances in a Swedish municipal wastewater system,» *Vatten,* vol. 60 n°4, pp. 251-260, 2004.

[27] S. Deshayes, M. Bigourie, V. Eudes, C. Droguet et R. Moilleron, «Caractérisation des eaux grises (II) - Cas des alkylphénols et des phtalates,» *Techniques Sciences Méthodes,* vol. 12, 2015.

[28} J. Gasperi, D. Gera, C. Lorgeoux, A. Bressy, S. Zedek, V. Rocher, A. El Samrani, G. Chebbo et R. Moilleron, «First assessment of triclosan, triclocarban and paraben mass loads at a very large regional scale : Case of Paris conurbation (France),» *Science of the Total Environment,* vol. 493, pp. 854-861, 2014.

[29] K. Rule, S. Comber, D. Ross, A. Thornton, C. Makropoulos et R. Rautiu, «Sources of priority substances entering an urban wastewater catchment – trace organic chemicals,» *Chemosphere,* vol. 63, pp. 581-591, 2006.

[30] Eriksson, E.; Auffarth, K.; Henze, M.; Ledin, A., Characteristics of greywater. *Urban water,* vol. 4, pp 85-104, 2002.

[31] L. Pasquini, J.-F. Munoz, M.-N. Pons, J. Yvon, X. Dauchy, X. France, N.-D. Le, C. France-Larnord et T. Görner, «Occurence of eight household micropollutants in urban wastewater and their fate in a wastewater treatment plant. Statistical evaluation,» *Science of Total Environment,* vol. 481, pp. 459-168, 2014.

[32] L. Pasquini, T. Gorner, J. Munoz, M. Pons, V. Boiteux, X. France et P. De Donato, «Polluants émergents issus de l'activité domestique dans les eaux urbaines - Le cas des composés perfluorés,» *TSM,* vol. 10, 2011.

[33] L. Pasquini, Micropolluants issus de l'activité domestique dans les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration, Thèse de Doctorat de l'Université de Lorraine, 2013.

[34] B. Vinneras, H. Palmquist, P. Balmér et H. Jönsson, «The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste - A proposal for new Swedish design values,» *Urban Water Journal,* vol. 3 n°1, pp. 3-11, 2006.

10. Table des illustrations

Figure 1 : Schéma de la démarche du projet LUMIEAU-Stra 12
Figure 2 : Schéma global des modules du logiciel d'aide à l'élaboration d'un plan hiérarchisé d'intervention 13
Figure 3 : Bassins versants pris en compte pour le calcul de l'émission des micropolluants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. 15
Figure 4 : Schéma de principe de l'évaluation des rejets artisanaux et industriels d'une substance "SANDRE" sur un bassin versant 17
Figure 5 : Données utilisées pour calculer les émissions pluviales 32
Figure 6 : Schéma de la méthode de classification des surfaces 34
Figure 7 : Répartition des $IPP^{\mu pol}$ pour les trois types d'émetteurs étudiés dans le projet LUMIEAU-Stra sur l'EMS 42
Figure 8 : Cartographie des $IPP^{\mu pol}$ pour tous types d'émetteurs confondus 43
Figure 9 : Bilan des émissions d'Alkylphénols sur le territoire de l'Eurométropole 44
Figure 10 : Bilan des émissions de Métaux sur le territoire de l'Eurométropole 44
Figure 11 : Bilan des émissions de BTEX et HAP sur le territoire de l'Eurométropole 45
Figure 12 : Bilan des émissions de Parabènes, PBDE et Phtalates sur le territoire de l'Eurométropole 45
Figure 13 : Bilan des émissions de Chlorobenzène, Chlorophénols et COHV sur le territoire de l'Eurométropole 46
Figure 14 : Bilan des émissions de Pesticides et d'Organoétains sur le territoire de l'Eurométropole 46
Figure 15 : Bilan des émissions de PCB et de Composés pharmaceutiques sur le territoire de l'Eurométropole 47
Figure 16 : Bilan des émissions de Nitroaromatiques, d'Anilines et d'Autres composés sur le territoire de l'Eurométropole 47
Figure 17 : Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission par substance 52
Figure 18 : Répartition des émissions de chloroforme par code APE 54
Figure 19 : Comparaison de la répartition des émissions de chloroforme par code APE avec le nombre de sites émetteurs 55
Figure 20 : Répartition des émissions de cuivre et ses composés par code APE 56
Figure 21 : Comparaison de la répartition des émissions de cuivre et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs 56
Figure 22 : Répartition des émissions de plomb et ses composés par code APE 57
Figure 23 : Comparaison de la répartition des émissions de plomb et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs 58
Figure 24 : Répartition des émissions de zinc et ses composés par code APE 59
Figure 25 : Comparaison de la répartition des émissions de zinc et ses composés par code APE avec le nombre de sites émetteurs 59
Figure 26 : Répartition des émissions de DEHP par code APE 60
Figure 27 : Comparaison de la répartition des émissions de DEHP par code APE avec le nombre de sites émetteurs 61
Figure 28 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Chloroforme 68
Figure 29 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Chloroforme est le plus important 68
Figure 30 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 29 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Chloroforme 68
Figure 31 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Cuivre et ses composés 69
Figure 32 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Cuivre et ses composés est le plus important 69
Figure 33 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 32 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Cuivre et ses composés 69
Figure 34 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Plomb et ses composés 70
Figure 35 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Plomb et ses composés est le plus important 70
Figure 36 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 35 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Plomb et ses composés 70
Figure 37 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de Zinc et ses composés 71

Figure 38 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du Zinc et ses composés est le plus important 71
Figure 39 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 38 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du Zinc et ses composés 71
Figure 40 : Cartographie des établissements sur l'Eurométropole de Strasbourg pour les codes APE potentiellement émetteurs d'au moins 70% de l'IPP de DEHP 72
Figure 41 : Répartition par BV du code APE pour lequel le %IPP du DEHP est le plus important 72
Figure 42 : Répartition des codes APE potentiellement émetteurs sur le BV identifié sur la Figure 41 comme étant celui qui participe le plus à l'IPP du DEHP 72
Figure 43 : Schéma simplifié des principales voies de métabolisation des xénobiotiques chez l'homme [21] 84

Tableau 1 : Correspondance APE/métiers et part variable des rejets 23
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des coefficients d'émissions domestiques retenus pour le projet LUMIEAU-STRA) 30
Tableau 3 : Types de surfaces pris en compte 33
Tableau 4 : Concentrations moyennes représentatives de 22 polluants dans les eaux de ruissellement de 12 types de surfaces [19] 36
Tableau 5 : Modalité d'évaluation du score de "propriétés intrinsèques" associé à chaque substance 38
Tableau 6 : Score (Sc) associé à chaque substance traduisant les impacts sanitaires et environnementaux 39
Tableau 7 : Liste des 10 substances dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 07/2019) 48
Tableau 8 : Liste des 10 BV dont l'IPPµpol est le plus important sur l'EMS et participation (%) de chacun des types d'émetteurs (résultats de 12/2019) 48
Tableau 9 : Liste des 14 établissements dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 12/2019) 49
Tableau 10 : Liste des 10 APE dont l'IPP$^{\mu pol}$ est le plus important sur l'EMS (résultats de 12/2019) ... 50
Tableau 11 : Emissions (IF) des 5 substances d'intérêt sur l'EMS pour les trois types d'émetteurs (06/2018) 51
Tableau 12 : Données statistiques sur les émissions par les établissements des 5 substances d'intérêt (06/2018) 53
Tableau 13 : Résultat pour le chloroforme des 10 APE les plus émetteurs 54
Tableau 14 : Résultat pour le cuivre et ses composés des 10 APE les plus émetteurs 55
Tableau 15 : Résultat pour le plomb et ses composés des 10 APE les plus émetteurs 57
Tableau 16 : Résultat pour le zinc et ses composés des 10 APE les plus émetteurs 58
Tableau 17 : Résultat pour le DEHP des 10 APE les plus émetteurs 60
Tableau 18 : Récapitulatif des premiers résultats de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt – triés par somme décroissante des substances potentiellement émises (« d ») 62
Tableau 19 : Répartition des émissions en fonction du type de source d'émission (%) – avant ajustement (cf. Tableau 11) et après ajustement 65
Tableau 20 : Récapitulatif de l'enquête sur les 5 substances d'intérêt – après ajustement 66
Tableau 21 : Codes APE identifiés pour lesquels un plan d'action de réduction est envisageable 67
Tableau 22 : Données de consommation et Calcul des flux consommés 83
Tableau 23 : Fexcréta des substances pharmaceutiques appartenant à la liste LUMIEAU 85
Tableau 24 : Flux annuels excrétés par habitant (mg.an^{-1}.hab^{-1}) en substances pharmaceutiques 85
Tableau 25 : concentrations relevées dans la bibliographie pour les coefficients d'émission domestiques 86
Tableau 26 : Flux retenus pour le calcul des coefficients d'émission domestiques 97

11. Annexe 1 : Synthèse des coefficients d'émission relatifs aux rejets aqueux des activités économiques

La base de coefficients d'émissions représente un trop grand nombre de données pour être présentée sous forme de tableau dans ce livrable. La base est proposée sous la forme d'une annexe téléchargeable sur : www.strasbourg.eu/lumieau-stra

12. Annexe 2 : Détermination d'un coefficient d'émission pour les substances pharmaceutiques : spécificité de calcul

Le coefficient d'émission permet de calculer les IF et les IPP dans la démarche adoptée dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra. Pour les substances pharmaceutiques, la méthode de détermination des coefficients d'émission diffère des autres substances car il peut être déterminé à parti de la consommation et de l'excrétion dans les eaux usées.

Consommation des substances pharmaceutiques

Le Tableau 22 présente pour chaque substance les quantités consommées calculées à partir des données de vente ou de remboursement par les auteurs des références citées (réf). Nous avons, à partir de ces valeurs de la bibliographie, calculé une moyenne en ($t.an^{-1}$) puis un flux de consommation moyen par habitant.

Tableau 22 : Données de consommation et Calcul des flux consommés

	Consommation France				
	Masse calculée de substance consommée en France ($t.an^{-1}$)*	Réf	Année de la réf	Moyenne ($t.an^{-1}$)	Flux consommé calculé** France ($g.hab^{-1}.an^{-1}$)
CARBA	**33,5**	[21]	**2004**	**27,8**	**0,44**
	22,1	[22]	**2006**		
DICLO	**9,9**	[21]	**2004**	**12,7**	**0,20**
	15,4	[22]	**2006**		
KETO	**21,7**	[21]	**2004**	**21,7**	**0,35**
OXA**	**6,2**	[21]	**2004**	**5,3**	**0,08**
	4,5	[22]	**2007**		
SFMT	**22,4**	[23]	**1998**	**19,6**	**0,31**
	16,7	[21]	**2004**		

**Attention, ces données de consommation regroupent certainement les ventes en officine ET les consommations en hôpitaux*
***hypothèse : 62,7 millions d'habitant en France (INSEE - 1er janvier 2005)*
****A noter : Le cas de l'Oxazepam est particulier car c'est à la fois une molécule active et un métabolite commun à plusieurs autres benzodiazépines (cf. rapport complémentaire pour plus de précision)*

Ainsi, nous considérerons par exemple que 350 mg de kétoprofène et 80 mg d'oxazépam sont consommés annuellement par chaque français.
Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les données de la bibliographie.

Métabolisation des substances pharmaceutiques chez l'homme

[21], [24]

Une fois le médicament consommé, le principe actif du médicament va subir plusieurs étapes de modifications chimiques, dans l'organisme, plus ou moins nombreuses selon sa nature, qui vont conduire à son élimination. On peut distinguer deux types de biotransformation du principe actif (phases I et II). La Figure 43 présente le schéma simplifié du métabolisme d'un principe actif chez l'homme jusqu'à un produit hydrosoluble.

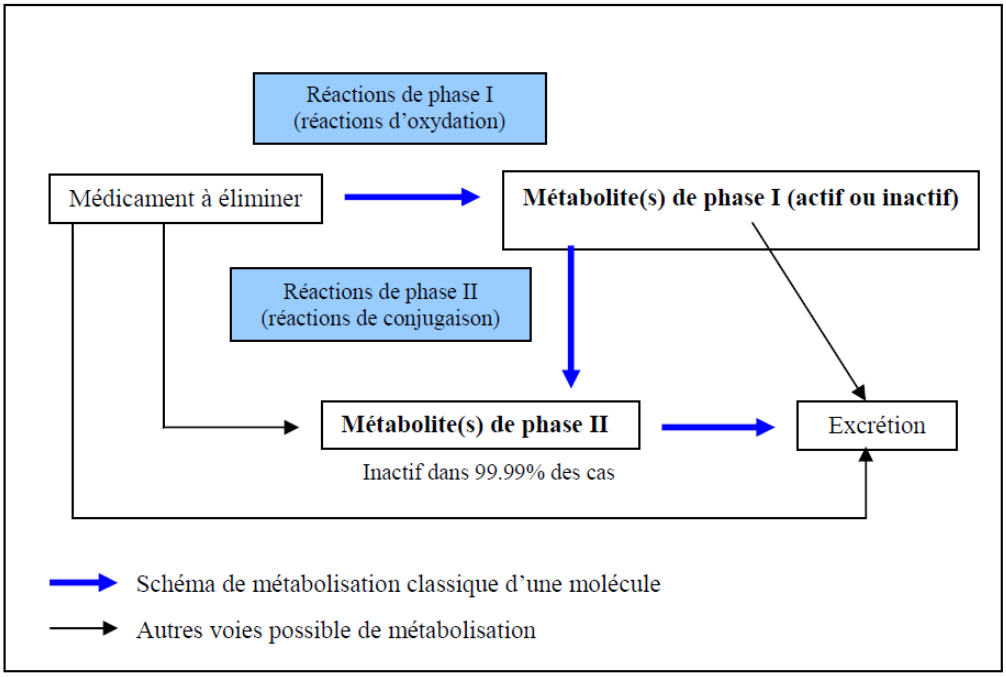


Figure 43 : Schéma simplifié des principales voies de métabolisation des xénobiotiques chez l'homme [21]

La phase I est une étape d'oxydation qui conduit à la formation de métabolites (de phase I) qui peuvent être soit éliminés directement s'ils ont atteint un degré d'hydrosolubilité suffisant, soit être métabolisés par la phase II.
Il faut savoir que certains médicaments peuvent subir immédiatement la phase II.
La phase II est une étape de conjugaison, i.e. transfert sur un groupe fonctionnel d'un composé de type sulfate, glucuronide, méthyl…, qui aboutit à la formation de substances conjuguées (métabolites de phase II) facilement éliminées du fait de leur hydrosolubilité importante.

Il est important de noter que le métabolisme d'un médicament conduit à des produits inactifs dans la plupart des cas, mais il peut également aboutir à des métabolites actifs. Il arrive également que le principe actif soit directement éliminé (excrété sans subir aucune modification).

Différentes molécules peuvent donc être éliminées de l'organisme (par voie urinaire, biliaire, fécale) :

- la molécule parent non métabolisée (i.e. inchangée)
- les métabolites de phase I actifs ou inactifs
- les métabolites conjugués (de phase II) actifs ou inactifs et la molécule parent conjuguée (ayant subi la phase II uniquement) active ou inactive

Il faut également noter que les métabolites conjugués de certains médicaments (tels que les estrogènes) peuvent rapidement être déconjugués dans les eaux usées du fait du fort taux d'enzyme produite par les bactéries Escherichia Coli.

L'excrétion de la substance est donc caractérisée par un paramètre Fexcreta qui représente la fraction excrétée de la molécule active.

Le Tableau 23 présente les valeurs de Fexcréta retenues pour les substances de la liste LUMIEAU. Notons que dans la bibliographie, les valeurs du paramètre Fexcréta varient fortement. Dans cette étude, nous choisissons de prendre la valeur maximum

des différentes valeurs trouvées dans la bibliographie afin de rendre compte du cas le plus pénalisant.

Tableau 23 : Fexcréta des substances pharmaceutiques appartenant à la liste LUMIEAU

	$Fexcréta_{sub}$ (%)	**Référence de la valeur retenue**
CARBA	15	[22]
DICLO	26	[25]
SFMT	40	[21]
OXA	100	[21]
KETO	85	[21]

Les coefficients d'émission (i.e. flux annuels excrétés) calculés à partir de ces flux de consommation et ces Fexcréta pour les substances de la liste LUMIEAU sont présentés dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Flux annuels excrétés par habitant ($mg.an^{-1}.hab^{-1}$) en substances pharmaceutiques

Code SANDRE	Nom de la substance	Famille	Coefficient d'émission ($mg.hab^{-1}.an^{-1}$)
5296	CARBA	Pharmaceutique	67
5349	DICLO	Pharmaceutique	53
5353	KETO	Pharmaceutique	294
5375	OXA*	Pharmaceutique	87
5356	SFMT	Pharmaceutique	125

**le calcul pour le coefficient d'émission d'oxazépam prend en compte les métabolites du nordazépam, du clorazépate dipotassique et du diazépam*

13. Annexe 3 : Concentration relevées dans la bibliographie lors de la recherche pour le calcul des coefficients d'émission domestiques pour la liste des substances LUMIEAU-STRA

Tableau 25 : concentrations relevées dans la bibliographie pour les coefficients d'émission domestiques

Code SANDRE	Nom (ou groupe) de substances	Famille	Concentrations de la bibliographie (µg.L^{-1})				Réf
			Eaux grises	Eaux noires	Eaux domestiques	Entrée STEP	
5474	4-n-nonylphénol	Alkylphénol	2,9 (min); 3,8 (moy); 6,0 (max)	3,9 (moy)			[2]
			0,56 (min); 0,76 (moy); 1,10 (max)				[6]
			0,35 (min); 0,90 (moy); 0,90 (méd); 1,63 (max)				[5]
			0,56 (min); 0,76 (moy); 1,10 (max)				[26]
			douche : 0,62 (d10); 1,1 (méd); 3,1 (d90) nettoyage des sols : 0,78 (d10); 3,8 (méd); 8,3 (d90) lave-linge : 0,87 (d10); 3,6 (méd); 9,5 (d90) vaisselle manuelle : 0,34 (d10); 0,5 (méd); 0,9 (d90) lave-vaisselle : 0,55 (d10); 1,6 (méd); 2,5 (d90) lavabo : 0,31 (d10); 0,9 (méd); 5,9 (d90)				[27]
6366	NP1OE (4-nonylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol	4,3 (moy)	2,6 (moy)			[2]
			3,7 (max)				[6]
6369	NP2OE (4-nonylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol	8,8 (moy)	4,6 (moy)			[2]
			5,0 (max)				[6]
6370	OP1OE (4-octylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol	0,12 (moy)	0,10 (moy)			[2]
			0,13 (min) ; 0,26 (moy) ; 0,38 (max)				[6]
6371	OP2OE (4-octylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol	0,42 (moy)				[2]
			0,11 (max)				[6]
6600	p-octylphénols (mélange de 4-t-OP et 4-n-OP)	Alkylphénol	4,9 (moy)	0,08 (moy)			[2]
			0,07 (max)				[6]

1959	4-tert-Octylphenol	Alkylphénol	0,11 (moy)	0,19 (moy)			[2]
			0,07 (min); 0,10 (moy); 0,15 (max)				[6]
6598	Nonylphénols linéaire ou ramifiés (mélange sans 4-n-nonylphénol)	Alkylphénol	135,5 (moy)				[2]
			29,6 (moy) = somme (4-NP triethoxylate (3,3); 4-NP tetraethoxylate (2,3); 4-NP pentaethoxylate (6,5); 4-NP hexaethoxylate (9); 4-NP heptaethoxylate (5,2); 4-NP octaethoxylate (3,3))				[6]
1591	4 chloroaniline	Anilines					
1592	3 chloroaniline	Anilines					
1593	2 chloroaniline	Anilines					
1465	Acide chloroacétique	Autres					
1584	Biphényle	Autres					
6509	Perfluoro-N-decanoic acid	Autres					
1847	Tributylphosphate	Autres					
1922	Hexabromobiphényl	Autres					
2052	Méthanol	Autres					
6519	Caféïne	Autres					
6560	Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS)	Autres					
1114	Benzène	BTEX	< 1,40 (min); 3,61 (moy); <1,9 (moy) ; 2,51 (méd); 9,85 (max)				[5]
1633	Isopropylbenzène	BTEX					
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	BTEX					
1497	Ethylbenzène	BTEX					
1278	Toluène	BTEX	1,47 ± 0,4 (moy)				[2]
1283	1,2,4 trichlorobenzène (=trichlorobenzène)	chlorobenzène					
1467	Chlorobenzène	chlorobenzène					
1631	1,2,4,5 tétrachlorobenzène	chlorobenzène					

1235	Pentachlorophénol	Chlorophénol					
1471	2 chlorophénol	Chlorophénol					
1486	2,4 dichlorophénol (=dichlorophénol)	Chlorophénol					
1548	2,4,5 trichlorophénol	Chlorophénol					
1549	2,4,6 trichlorophénol	Chlorophénol					
1636	4-chloro-3-méthylphénol	Chlorophénol					
1650	4 chlorophénol	Chlorophénol					
1651	3 chlorophénol	Chlorophénol					
1272	Tétrachloroéthylène	COHV					
1286	Trichloroéthylène	COHV					
1135	Chloroforme (=trichlorométhane)	COHV					
1161	1,2 dichloroéthane	COHV					
1168	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	COHV					
1276	Tétrachlorure de carbone	COHV					
1702	Formaldehyde	COHV					
6695	Methylparaben	Personal care products				France : 10,3 (d10); 15 (méd); 20 (d90) UK : 0,66 (min); 16 (max) US : 1,00 (min); 1,19 (max)	[28]
6644	Ethylparaben	Personal care products				France : 2,67 (d10); 3,6 (méd); 4,7 (d90) UK : 0,192 (min); 1,9 (max)	[28]
6693	Propylparaben	Personal care products				France : 2,44 (d10); 3,3 (méd); 4,0 (d90) UK : <0,002 (min); 1,7 (max)	[28]
1453	Acénaphtène	HAP	0,26 (max)				[2]
			0,018 (min); 0,045 (moy); 0,072 (max)				[6]
1458	Anthracène	HAP	0,023 (min); 0,032 (moy); 0,041 (max)				[6]
1115	Benzo (a) Pyrène	HAP	0,030 (moy)				[2]
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP					
1117	Benzo (k) Fluoranthène	HAP					

1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	HAP	0,040 (max)				[2]
1191	Fluoranthène	HAP	0,030 (moy)	0,020 (max)			[2]
			0,033 (min); 0,034 (moy); 0,035 (max)				[6]
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	HAP					
1517	Naphtalène	HAP	0,029 (min); 0,036 (moy); 0,042 (max)				[6]
1524	Phénanthrène	HAP	0,040 (max)				[2]
			0,10 (min); 0,11 (moy); 0,12 (max)				[6]
1370	Aluminium	metaux	1480 (min); 2440 (moy); 3390 (max)	120 (min); 540 (moy); 900 (max)			[2]
1376	Antimoine	metaux	0,28 (min); 0,44 (moy); 0,68 (max)	0,22 (min); 0,26 (moy); 0,33 (max)			[2]
1368	Argent	metaux	0,12 (max)	0,30 (min); 5,73 (moy); 14 (max)			[2]
1369	Arsenic	metaux		1,83 (min); 2,0 (moy); 2,14 (max)			[2]
1377	Béryllium	metaux					
1388	Cadmium et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : 0,4 (moy) lotissement (1960s) : <0,16 (moy)		[29]
			0,06 (min); 0,10 (moy); 0,16 (max)	0,17 (min); 0,40 (moy); 0,51 (max)			[2]
			0,01 (min); 0,08 (moy); 0,07 (méd); 0,22 (max) 0,06 (min); 0,22 (moy); 0,66 (max) 2,5 (moy)				[5]
1389	Chrome et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : <3,0 (moy) lotissement		[29]

					(1960s) : <3,6 (moy)		
			2,06 (min); 3,70 (moy); 5,46 (max)	3,09 (moy); 3,7 (max)			[2]
1379	Cobalt	metaux	1,19 (min); 1,36 (moy); 1,51 (max)	0,48 (min); 0,86 (moy); 1,20 (max)			[2]
1392	Cuivre et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : 242 (moy) lotissement (1960s) : 130 (moy)		[29]
			47 (min); 62 (moy); 70 (max)	61,9 (min); 126 (moy); 162 (max)			[2]
1380	Etain	metaux	1,01 (min); 2,40 (moy); 4,39 (max)	8,35 (min); 21,3 (moy); 30,1 (max)			[2]
1393	Fer	metaux	180 (min); 360 (moy); 570 (max)	240 (min); 1280 (moy); 2400 (max)			[2]
1394	Manganèse	metaux	9,55 (min); 12,1 (moy); 14,3 (max)	47,5 (min); 130 (moy); 175 (max)			[2]
1387	Mercure et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : <0,29 (moy) lotissement (1960s) : <0,28 (moy)		[29]
			0,022 (min)	0,13 (min); 0,70 (moy); 1,00 (max)			[2]
1395	Molybdène	metaux					
1386	Nickel et ses composés	metaux	4,45 (min); 11 (moy); 28,1 (max)		lotissement (<5 ans) : 6,7 (moy) lotissement (1960s) : 4,7 (moy)		[29]

			5,15 (min); 9,32 (moy); 6,76 (méd); 26,5 (max) Ledin et al. (2006) : 3,86 (min); 6,2 (moy); 10,2 (max) Nielsen et Pettersen (2005) : 1,3 (moy)				[5]
1382	Plomb et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : 3,9 (moy) lotissement (1960s) : 4,8 (moy)		[29]
			2,14 (min); 2,52 (moy); 3,14 (max)	0,71 (min); 2,26 (moy); 3,67 (max)			[2]
			1,1 (min); 4,89 (min); 3,4 (moy); 6,95 (moy); 1,8 (moy) ; 6,82 (méd); 10,2 (max) ; 6,9 (max)				[5]
1385	Sélénium	metaux					
2555	Thallium	metaux					
1373	Titane	metaux					
1361	Uranium	metaux					
1384	Vanadium	metaux					
1383	Zinc et ses composés	metaux			lotissement (<5 ans) : 101 (moy) lotissement (1960s) : 82 (moy)		[29]
			55,3 (min); 64,4 (moy); 77,8 (max)	213 (min); 525 (moy); 767 (max)			[2]
2613	2-nitrotoluène	Nitroaromatique					
2614	Nitrobenzène	Nitroaromatique					
2542	Monobutylétain cation	organoétain	0,711 (moy)	0,026 (moy)			[2]
			0,059 (min); 0,074 (moy); 0,090 (max)				[6]
2879	Tributylétain cation	organoétain	0,248 (moy)				[2]

			0,002 (min); 0,004 (moy); 0,006 (max)				[6]
6372	Triphénylétain cation	organoétain					
7074	Dibutylétain cation	organoétain	1,626 (moy)	0,059 (moy)			[2]
			0,008 (min); 0,018 (moy); 0,028 (max)				[6]
1106	AOX	Paramètre indiciaire					
1305	Matières en Suspension	Paramètre indiciaire	570000 (min); 630000 (moy); 700000 (max)	920000 (min); 3180000 (moy); 4320000 (max)			[2]
			37000 (min) ; 125000 (moy) ; 845000 (moy); 360500 (max)		59000 (min); 360000 (moy); 2293000 (max)		[9]
			Espagne : 32000 (moy); Grande-Bretagne : 37000 (min) 153000(max); USA 17000 (moy)				[8]
1314	Demande Chimique en Oxygène	Paramètre indiciaire	495000 (min); 588000 (moy); 682000 (max)	806000 (min); 2260000 (moy); 3138000 (max)			[2]
			2568000 (moy)		96 000 (min); 793 000 (moy); 1 082 000 (max)		[9]
			Allemagne : 109 000 (moy); Japon : 675 000 (moy); Espagne : 151 000 (min) et 177 000(max) ; Suède : 890 000(moy) ; Grande-Bretagne : 96 000(min) 587 000 (max)				[8]
			283 000 (min); 549 000 (max)	361 000 (moy)			[30]
1337	Chlorures	Paramètre indiciaire	3100 (min); 20 000 (min); 12 000 (max); 30 000 (max)				[30]

1338	Sulfates	Paramètre indiciaire	12 000 (min); 83 000 (min) ; 40 000 (max); 160 000 (max)				[30]
1390	Cyanures totaux	Paramètre indiciaire	20 (moy)				[30]
7073	Fluorures	Paramètre indiciaire	700 (min); 950 (max)				[30]
1440	Indice Phénol	Paramètre indiciaire					
1841	Carbone Organique Total	Paramètre indiciaire	60 000 (min); 92 000 (max)				[30]
7009	Somme de l'indice hydrocarbure et de l'indice hydrocarbure volatil	Paramètre indiciaire					
1815	Décabromodiphényléther (BDE 209)	PBDE					
2910	Heptabromodiphényléther BDE 183	PBDE					
2911	Hexabromodiphényléther BDE 154	PBDE					
2912	Hexabromodiphényléther BDE 153	PBDE					
2915	Pentabromodiphényléther (BDE 100)	PBDE	0,05 (moy)	0,0175 (moy)			[2]
2916	Pentabromodiphényléther (BDE 99)	PBDE	0,27 (moy)	0,08 (moy)			[2]
2919	Tétrabromodiphényléther BDE 47	PBDE	0,112 (moy)	0,036 (moy)			[2]
2920	Tribromodiphényléther BDE 28	PBDE					
1239	PCB 28	PCB					
1241	PCB 52	PCB					
1242	PCB 101	PCB					
1243	PCB 118	PCB	0,000073 (min); 0,000097 (moy); 0,00012 (max)				[6]
1244	PCB 138	PCB					
1245	PCB 153	PCB					
1246	PCB 180	PCB					

1129	Carbendazime	Pesticides					
1136	Chlortoluron	Pesticides					
1141	2,4-D	Pesticides					
1166	1,4 dichlorobenzène	Pesticides					
1177	Diuron	Pesticides					
1203	Hexachlorocyclohexane	Pesticides					
1208	Isoproturon	Pesticides					
1209	Linuron	Pesticides					
1212	2,4-MCPA	Pesticides					
1667	Oxadiazon	Pesticides					
5438	Mirex	Pesticides					
5537	Somme des Hexachlorocyclohexanes	Pesticides					
1924	Butyl benzyl phtalate (BBP)	Plastifiants	7 (moy)				[2]
			1,4 (min); 2,5 (moy); 33 (max)				[6]
			douche : 0,18 (d10); 0,36 (méd); 0,85 (d90) nettoyage des sols : 0,93 (d10); 4,53 (méd); 14 (d90) lave-linge : 1,36 (d10); 4,45 (méd); 16,1 (d90) vaisselle manuelle : 0,17 (d10); 0,21 (méd); 0,62 (d90) lave-vaisselle : 0,18 (d10); 0,53 (méd); 1,28 (d90) lavabo : 0,17 (d10); 0,24 (méd); 2,46 (d90)				[27]
6616	Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP)	Plastifiants	57,6 (moy)	4,4 (max)			[2]
			7,5 (min); 15,2 (moy); 20,0 (max)				[6]

			douche : 4,34 (d10); 16,6 (méd); 46,4 (d90) nettoyage des sols : 15,7 (d10); 46,9 (méd); 392 (d90) lave-linge : 38 (d10); 102 (méd); 470 (d90) vaisselle manuelle : 3,73 (d10); 8,33 (méd); 28,5 (d90) lave-vaisselle : 2,54 (d10); 6,21 (méd); 25,9 (d90) lavabo : 3,85 (d10); 6,73 (méd); 15,9 (d90)				[27]
					lotissements récents : 57 (moy) lotissements ancien : 9,2 (moy)		[29]
5325	Diisobutyl phthalate (DiBP)	Plastifiants	7,4 (moy)	1,4 (max)			[2]
			3,4 (min); 4,5 (moy); 6,0 (max)				[6]
1462	n-Butyl Phtalate (BnP)	Plastifiants	6,85 (moy)	1,3 (max)			[2]
			4,4 (min); 5,2 (moy); 6,2 (max)				[6]
			douche : 1,62 (d10); 2,57 (méd); 5,67 (d90) nettoyage des sols : 2,79 (d10); 12,3 (méd); 85,4 (d90) lave-linge : 6,7 (d10); 16,2 (méd); 47,9 (d90) vaisselle manuelle : 1,6 (d10); 3,5 (méd); 9,5 (d90) lave-vaisselle : 4,0 (d10); 9,6 (méd); 52,1 (d90) lavabo : 1,7 (d10); 3,9 (méd); 8,3 (d90)				[27]
1527	Diéthyl phtalate (DEP)	Plastifiants	21,3 (moy)	2,15 (moy)			[2]
			7,2 (min); 8,2 (moy); 9,4 (max)				[6]

			douche : 1,5 (d10); 2,63 (méd); 13,7 (d90) nettoyage des sols : 1,1 (d10); 2,55 (méd); 11 (d90) lave-linge : 3,58 (d10); 15,3 (méd); 51,1 (d90) vaisselle manuelle : 0,56 (d10); 1,28 (méd); 5,33 (d90) lave-vaisselle : 0,48 (d10); 1,7 (méd); 5,96 (d90) lavabo : 0,44 (d10); 0,96 (méd); 2,76 (d90)				[27]
2766	Bisphenol A	Plastifiants					

14. Annexe 4 : Flux retenus pour le calcul des coefficients d'émission domestiques pour la liste des substances LUMIEAU-STRA

Le Tableau 26 récapitule l'ensemble des flux retenus pour le calcul des coefficients d'émission.
Ces flux peuvent être tirés de la bibliographie tels quels (en normal et noir dans le tableau) ou bien calculés à partir des concentrations données par la bibliographie (en italique et bleu dans le tableau), suivant la démarche présentée précédemment (cf.**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Plusieurs valeurs de flux peuvent être renseignées pour une même référence, même substance, même type d'eau, car certaines références proposent plusieurs valeurs dues la plupart du temps à plusieurs campagnes de mesures.

Tableau 26 : Flux retenus pour le calcul des coefficients d'émission domestiques

Code sandre	Nom (ou groupe) de substances	Famille	Flux moyen (mg.an^{-1}.hab^{-1})				Réf
			Eaux grises	Eaux noires	Eaux domestiques	Entrée STEU	
5474	4-n-nonylphénol	Alkylphénol	*92,0*	*41,0*			[2]
			31,0				[6]
			34,5 ; 29,1				[5]
			45,2 (méd)				[27]
			37,0				[31]
				41,0			[26]
6366	NP1OE (4-nonylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol	*103*	*27,0*			[2]
6369	NP2OE (4-nonylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol	*212*	*18,0*			[2]
6370	OP1OE (4-octylphénol monoéthoxylate)	Alkylphénol	*2,9*	*1,0*			[2]
			10,4				[6]
6371	OP2OE (4-octylphénol diéthoxylate)	Alkylphénol	*10,1*				[2]
6600	p-octylphénols (mélange de 4-t-OP et 4-n-OP)	Alkylphénol	*119*	*0,8*			[2]
1959	4-tert-Octylphenol	Alkylphénol	*2,6*	*2,0*			[2]
			4,0				[6]
6598	Nonylphénols linéaire ou ramifiés (mélange sans 4-n-nonylphénol)	Alkylphénol	*3264*	n.d.			[2]

1591	4 chloroaniline	Anilines					
1592	3 chloroaniline	Anilines					
1593	2 chloroaniline	Anilines					
1465	Acide chloroacétique	Autres					
1584	Biphényle	Autres					
6509	Perfluoro-N-decanoic acid	Autres					
1847	Tributylphosphate	Autres				21,6 ± 31,1	[7]
1922	Hexabromobiphényl	Autres					
2052	Méthanol	Autres					
6519	Caféïne	Autres					
6560	Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS)	Autres			0,438		[32]
					0,9125		[33]
1114	Benzène	BTEX	*138,4; <73*				[5]
1633	Isopropylbenzène	BTEX					
1780	Xylènes (Somme o,m,p)	BTEX					
1497	Ethylbenzène	BTEX					
1278	Toluène	BTEX	*35,40 ± 9,64*	n.d.			[2]
1283	1,2,4 trichlorobenzène (=trichlorobenzène)	chlorobenzène				6,5 ± 4,1	[7]
1467	Chlorobenzène	chlorobenzène					
1631	1,2,4,5 tétrachlorobenzène	chlorobenzène					
1235	Pentachlorophénol	Chlorophénol					
1471	2 chlorophénol	Chlorophénol					
1486	2,4 dichlorophénol	Chlorophénol				12,6 ± 1,4	[7]
1548	2,4,5 trichlorophénol	Chlorophénol					
1549	2,4,6 trichlorophénol	Chlorophénol					
1636	4-chloro-3-méthylphénol	Chlorophénol					
1650	4 chlorophénol	Chlorophénol					
1651	3 chlorophénol	Chlorophénol					

1272	Tétrachloroéthylène	COHV				54 ± 37,8	[7]
1286	Trichloroéthylène	COHV					
1135	Chloroforme (=trichlorométhane)	COHV					
1161	1,2 dichloroéthane	COHV					
1168	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	COHV					
1276	Tétrachlorure de carbone	COHV					
1702	Formaldehyde	COHV					
6695	Methylparaben	Personal care products				1110 (méd)	[28]
6644	Ethylparaben	Personal care products				274 (méd)	[28]
6693	Propylparaben	Personal care products				259 (méd)	[28]
1453	Acénaphtène	HAP	*1,8*	*n.d.*			[6]
1458	Anthracène	HAP	*1,3*				[6]
			1,2				[26]
1115	Benzo (a) Pyrène	HAP	*0,72*	*n.d.*			[2]
			0,70				[26]
1116	Benzo (b) Fluoranthène	HAP				5,5 ± 5,0	[7]
1117	Benzo (k) Fluoranthène	HAP				6,7 ± 7,1	[7]
1118	Benzo (g,h,i) Pérylène	HAP	*0,96 (max)*	*n.d.*			[2]
1191	Fluoranthène	HAP	*0,72*	*0,21 (max)*			[2]
			1,4				[6]
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	HAP					
1517	Naphtalène	HAP	*1,2*				[6]
1524	Phénanthrène	HAP	*4,4*	*n.d.*			[6]
1370	Aluminium	metaux	*58780*	*5617*			[2]
1376	Antimoine	metaux	*10,6*	*2,7*			[2]

1368	Argent	metaux	*10,6 (max)*	*59,6*			[26]
1369	Arsenic	metaux		*20,8*			[2]
1377	Béryllium	metaux					
1388	Cadmium et ses composés	metaux	*2,4*	*4,2*			[2]
			3,1 ; 8,4; 95,8				[5]
			14; 5,1; 2,2	*6,9*			[34]
				4,0			[26]
1389	Chrome et ses composés	metaux	*89*	*32,1*			[2]
			430; 149; 91	78			[34]
				11			[26]
1379	Cobalt	metaux	*33*	*8,9*			[2]
1392	Cuivre et ses composés	metaux	*1489*	*1311*			[2]
			3650 ; 2365; 1497	*2550*			[34]
				437			[26]
1380	Etain	metaux	*57,8*	*221,6*			[2]
1393	Fer	metaux	*8672*	*13315*			[2]
1394	Manganèse	metaux	*291*	*1352*			[2]
1387	Mercure et ses composés	metaux		*7,3*			[2]
			3,8 ; 1,1 ; 0,4	*3,1*			[34]
				3,6			[26]
1395	Molybdène	metaux				161 ± 259	[7]
1386	Nickel et ses composés	metaux	*265*	*95*			[2]
			357,2 ; 237,6; 49,8				[5]
			430; 87; 266	*143*			[34]
				30			[26]
1382	Plomb et ses composés	metaux	*61*	*23,5*			[2]
			266,3 ; 130,3; 69,0				[5]
			990; 87; 62	*475*			[34]
				8			[26]

1385	Sélénium	metaux				48 ± 13	[7]
2555	Thallium	metaux					
1373	Titane	metaux				3748 ± 1574	[7]
1361	Uranium	metaux				30 ± 24	[7]
1384	Vanadium	metaux				89 ± 50	[7]
1383	Zinc et ses composés	metaux	*1551*	*5461*			[2]
			6500 ; 2252 ; 1570	*5010*			[34]
				3916			[26]
2613	2-nitrotoluène	Nitroaromatique					
2614	Nitrobenzène	Nitroaromatique					
2542	Monobutylétain cation	organoétain	*17*	*0,27*			[2]
			3,0				[6]
2879	Tributylétain cation	organoétain	*6,0*	*n.d.*			[2]
			0,2				[6]
6372	Triphénylétain cation	organoétain					
7074	Dibutylétain cation	organoétain	*39,2*	*0,6*			[2]
			0,7				[6]
1106	AOX	Paramètre indiciaire					
1305	Matières en Suspension	Paramètre indiciaire	*15176700*	*33079950*			[2]
			4790625; 32384625				[9]
			1226400; 651525				[8]
1314	Demande Chimique en Oxygène	Paramètre indiciaire	*14164920*	*23509650*			[2]
			98418600				[9]
			4177425; 25869375; 34109250				[8]

1337	Chlorures	Paramètre indiciaire	*1149750 (max)*				[30]
1338	Sulfates	Paramètre indiciaire	*6132000 (max)*				[30]
1390	Cyanures totaux	Paramètre indiciaire	*766,5*				[30]
7073	Fluorures	Paramètre indiciaire	*36409 (max)*				[30]
1440	Indice Phénol	Paramètre indiciaire					
1841	Carbone Organique Total	Paramètre indiciaire	*3525900 (max)*				[30]
7009	Somme de l'indice hydrocarbure et de l'indice hydrocarbure volatil	Paramètre indiciaire					
1815	Décabromodiphényléther (BDE 209)	PBDE					
2910	Heptabromodiphényléther BDE 183	PBDE					
2911	Hexabromodiphényléther BDE 154	PBDE					
2912	Hexabromodiphényléther BDE 153	PBDE					
2915	Pentabromodiphényléther (BDE 100)	PBDE	*1,20*	*0,18*			[2]
2916	Pentabromodiphényléther (BDE 99)	PBDE	*6,38*	*0,8*			[2]
2919	Tétrabromodiphényléther BDE 47	PBDE	*2,70*	*0,37*			[2]
2920	Tribromodiphényléther BDE 28	PBDE					
1239	PCB 28	PCB					
1241	PCB 52	PCB					

1242	PCB 101	PCB					
1243	PCB 118	PCB	*0,0039*				[6]
1244	PCB 138	PCB					
1245	PCB 153	PCB					
1246	PCB 180	PCB					
1129	Carbendazime	Pesticides					
1136	Chlortoluron	Pesticides					
1141	2,4-D	Pesticides					
1166	1,4 dichlorobenzène	Pesticides					
1177	Diuron	Pesticides				15,1 ± 28,6	[7]
1203	Hexachlorocyclohexane	Pesticides					
1208	Isoproturon	Pesticides				0,70 ± 0,75	[7]
1209	Linuron	Pesticides					
1212	2,4-MCPA	Pesticides					
1667	Oxadiazon	Pesticides					
5438	Mirex	Pesticides					
5537	Somme des Hexachlorocyclohexanes	Pesticides					
1924	Butyl benzyl phtalate (BBP)	Plastifiants	*168,0*	*n.d.*			[2]
			32,6 (méd)				[27]
			100				[6]
6616	Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP)	Plastifiants	*1388,0*				[2]
			864,6 (méd)				[27]
			610,0				[6]
				46			[26]
5325	Diisobutyl phthalate (DiBP)	Plastifiants	*178*	*14,6 (max)*			[2]
			181				[6]
1462	n-Butyl Phtalate (BnP)	Plastifiants	*165*	*13,5 (max)*			[2]
			169,8 (méd)				[27]

			209				[6]
1527	Diéthyl phtalate (DEP)	Plastifiants	*513*	*22,4*			[2]
			133,4 (méd)				[27]
			329				[6]
2766	Bisphenol A	Intermédiaire de synthèse					

15. Annexe 5 : Liste des codes APE concernés par l'approfondissement du diagnostic

APE pour lesquels des modifications ont été réalisées	
0111Z	Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses
4221Z	Construction de réseaux pour fluides
4690Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé
7729Z	Location et location-bail d'autres biens personnels et domestiques

APE pour lesquels aucune modification n'est requise et aucun plan d'action de réduction n'est envisagé	
1039B	Transformation et conservation de fruits
2399Z	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.
3212Z	Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie
3511Z	Production d'électricité
4399A	Travaux d'étanchéification
4669B	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements industriels divers
4671Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes
4672Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de minerais et métaux

APE pour lesquels un plan d'action de réduction est envisageable	
0161Z	Activités de soutien aux cultures
1013A	Préparation industrielle de produits à base de viande
1062Z	Fabrication de produits amylacés
1089Z	Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.
1105Z	Fabrication de bière
2016Z	Fabrication de matières plastiques de base
2017Z	Fabrication de caoutchouc synthétique
2550B	Découpage, emboutissage
2572Z	Fabrication de serrures et de ferrures
2815Z	Fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission
3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire
3521Z	Production de combustibles gazeux
3530Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné
3700Z	Collecte et traitement des eaux usées
3821Z	Traitement et élimination des déchets non dangereux
4520A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers
4540Z	Commerce et réparation de motocycles
4910Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs
5221Z	Services auxiliaires des transports terrestres
5629A	Restauration collective sous contrat
7211Z	Recherche-développement en biotechnologie
7219Z	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles
8121Z	Nettoyage courant des bâtiments
8129B	Autres activités de nettoyage n.c.a.
8610Z	Activités hospitalières
9601A	Blanchisserie-teinturerie de gros
9601B	Blanchisserie-teinturerie de détail

IRH Ingénieur Conseil – Antea Group
14 / 30 rue Alexandre Bât. C
92635 Gennevilliers Cedex
01 46 88 99 00
https://www.anteagroup.fr/fr

INERIS
Parc technologique ALATA - BP2
60550 Verneuil-en-Halatte
03 44 55 66 77
www.ineris.fr

OFB
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
http://www.ofb.gouv.fr

Ville et Eurométropole de Strasbourg
1 parc de l'Étoile
67076 Strasbourg Cedex
03-68-98-50-00
https://www.strasbourg.eu/