







PHASE 1 : Identification des principaux émetteurs de biocides dans le système de collecte et évaluation de la contribution du CHU à l'échelle de l'Agglomération

Rapport intermédiaire

**Auteur (organisme)** Marie DEBORDE (IC2MP UMR CNRS 7285), Cyril PRINTEMPS-VACQUIER (Véolia Eau - Centre Régional Atlantique), Thomas NICOLAS-HERMAN (Véolia Eau- Centre Régional Atlantique), Florence LASEK (IC2MP UMR CNRS 7285).

Juillet 2016

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



En partenariat avec :















#### AUTEURS

Marie DEBORDE, Maître de Conférences (IC2MP UMR CNRS 7285), marie.deborde@univ-poitiers.fr

Nathalie KARPEL VEL LEITNER, Directeur de Recherche (IC2MP UMR CNRS 7285), nathalie.karpel@univ-poitiers.fr

Florence LASEK, Doctorante (IC2MP UMR CNRS 7285), florence.lasek@univ-poitiers.fr

Sylvie LIU, Assistant Ingénieur (IC2MP UMR CNRS 7285), sylvie.liu@univ-poitiers.fr

**Cyril PRINTEMPS-VACQUIER**, Responsable bureau d'études techniques (Véolia Eau - Centre Régional Atlantique), <u>cyril.printemps-vacquier@veolia.com</u>

Christelle PAGOTTO, Ingénieure Qualité Assainissement (Véolia Eau - DTF), christelle.pagotto@veolia.com

**Philippe PLAIRE**, Responsable développement Poitou-Charentes (Véolia Eau – Centre Régional Atlantique), philippe.plaire@veolia.com

**Hervé REISSER**, Ingénieur Qualité de l'eau et des Milieux Aquatiques (Véolia - DTP), herve.reisser@veolia.com

Hongqiang ZHOU, Elève ingénieur (Véolia - DTP), hongqiang.zhou@veolia.com

**Thierry TROTOUIN**, Responsable Marchés industriels (Véolia Eau – Centre Régional Toulouse Pyrénées), thierry.trotouin@veolia.com

**Thomas NICOLAS-HERMAN**, Elève ingénieur (Véolia Eau – Centre Régional Atlantique), thomas.nicolas-herman@veolia.com

**Sophie CORMERY,** Responsable de l'équipe Qualité des Rejets (Grand Poitiers), sophie.cormery@grandpoitiers.fr

**Nathalie DELLA-VALLE**, Responsable du centre d'activité Traitement des Eaux Usées Qualité des Rejets (Grand Poitiers), <u>nathalie.della-valle@grandpoitiers.fr</u>

**Sarah THEVENOT**, Maître de Conférences et Practicien Hospitalier (CHU Poitiers), <u>s.thevenot@chu-poitiers.fr</u>

**Ludovic BLANCHIER**, Coordonnateur Environnement (CHU Poitiers), <u>ludovic.blanchier@chupoitiers.fr</u>

Olivier CASTEL, Maître de Conférences et Practicien Hospitalier (CHU Poitiers), <u>olivier.castel@chu-poitiers.fr</u>

**Stéphane BOUCHONNET,** Ingénieur de Recherche (LCM), <a href="mailto:stephane.bouchonnet@polytechnique.edu">stephane.bouchonnet@polytechnique.edu</a>

Sophie BOURCIER, Ingénieur de Recherche (LCM), sophie.boucier@polytechnique.edu

Edith NICOL, Ingénieur d'Etude (LCM), edith.nicol@polytechnique.edu

Svetlana VUJOVIC, Post-Doctorante (LCM), svetlana.vujovic@polytechnique.edu

Christophe Genty, Ingénieur d'Etude (LCM), christophe.genty@polytechnique.edu

**Florence PONTLEVOY**, Directrice de Technavox filiale SEREP (SEREP), <a href="mailto:florence.pontlevoy@serep.fr">florence.pontlevoy@serep.fr</a>

**Gaëtan RAUWEL**, Directeur Recherche et Développement (Laboratoires ANIOS), G.Rauwel@anios.com

# CORRESPONDANTS

**Onema : Olivier PERCEVAL**, Chargé de missions écotoxicologie (ONEMA), <u>olivier.perceval@onema.fr</u>

**Agence de L'Eau Loire Bretagne : Magali BARNIER**, Service collectivités et Industrie (Agence de l'Eau Loire Bretagne), <u>Magali.BARNIER@eau-loire-bretagne.fr</u>

**Hakim TALEB**, Chargé d'interventions Spécialisé Industries (Agence de l'Eau Loire Bretagne), Hakim.TALEB@eau-loire-bretagne.fr

**Droits d'usage :** accès libre **Niveau géographique :** national

Couverture géographique : Agglomération de Poitiers

Niveau de lecture : professionnels et experts



# Projet BIOTECH – Phase 1 Rapport intermédiaire Deborde, Printemps-Vacquier, NicolasHermas et Lasek,





#### RESUME

L'objectif de la phase 1 du projet BIOTECH, qui s'est déroulée de mars 2015 à juin 2016, a été d'identifier les principaux émetteurs de biocides dans le système de collecte d'eaux usées urbaines mais également, d'évaluer, à l'échelle d'une agglomération, la contribution d'un établissement de soins (le CHU de Poitiers) à ces rejets.

Pour cela, 8 substances biocides (i.e. deux ammoniums quaternaires, une amine, un biguanide, deux isothiazolinones, un parabène et un alcool), choisis parmi les biocides les plus fréquemment utilisés par les établissements de soins en France ont été étudiés.

Pour l'ensemble de ces substances, une cartographie des émetteurs potentiels (via l'outil ACTIPOL – Veolia Eau) et la réalisation d'enquêtes de terrain ont permis d'établir un premier bilan des sources et de localiser les acteurs stratégiques. A partir de ces résultats, des points de prélèvement sur le réseau ont été choisis et deux campagnes d'analyses ont eu lieu. Elles ont permis de confirmer de manière générale les secteurs d'activité émetteurs et, à l'échelle d'une Communauté d'Agglomération comme celle du Grand Poitiers, les principaux établissements émetteurs au sein de ces secteurs et leurs contributions respectives. Cette approche a également permis une première évaluation de la part due aux reiets domestiques.

Parallèlement, sur le site du CHU, une étude plus poussée de la présence dans les rejets des trois molécules les plus spécifiques d'une activité de soins a été réalisée. En prenant en considération les débits, pour chacune de ces substances, les flux massiques journaliers ont alors été déterminés et comparés aux quantités journalières consommées au niveau de chaque bâtiment du site. A partir de ces résultats, une discussion sur les pratiques ou les usages responsables de ces rejets a été initiée.

• MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE): BIOCIDES, PRESENCE, REJETS, EAUX URBAINES, EFFLUENTS HOSPITALIERS, EMETTEURS, AGGLOMERATION DE POITIERS



# Projet BIOTECH – Phase 1 Rapport intermédiaire Deborde, Printemps-Vacquier, NicolasHerman et Lasek,





#### TITLE

#### ABSTRACT

The objective of Phase 1 of the BIOTECH project, which ran from March 2015 to June 2016, was to identify the main sectors of biocides release in the wastewater network of Poitiers but also to assess in this agglomeration, the contribution of the hospital (CHU of Poitiers) in these releases.

To this aim, 8 biocidal substances (including two quaternary ammonium, an amine, a biguanide, two isothiazolinones, a paraben and an alcohol), selected from the most commonly used biocides by healthcare institutes in France were studied.

For all of these substances, a mapping of potential issuers (via ACTIPOL tool) and field surveys have established a first balance sheet of sources and enable the localization of strategic actors. From these results, 10 sampling points on the network were selected and two analysis campaigns took place. They have confirmed main domain of activities resulting in biocides release, and at the scale of a city zone like the Grand Poitiers, the issuers within these activities sectors, and their respective contributions. This approach also allowed a first estimation of the proportion due to domestic waste.

Meanwhile at the Hospital site (CHU), further study of the presence in the discharge of the three most specific molecules of a care activity was carried out. Considering the flowrates, for each of these substances the daily mass flows were then determined and compared to the daily amounts consumed at the selected zones of the hospital. From these results, a discussion of the practices or use responsible for these releases has been made

• KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA): BIOCIDES, PRESENCE, RELEASES, WASTEWATERS, HOSPITAL EFFLUENTS, ISSUERS, POITIERS AGGLOMERATION



# Projet BIOTECH – Phase 1 Rapport intermédiaire Deborde, Printemps-Vacquier, NicolasHerman et Lasek,





#### • SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

A ce jour, peu d'études ont été consacrées à la contamination des eaux par les produits biocides. Au même titre que les rejets de produits pharmaceutiques, ceux de produits biocides suscitent cependant de nombreuses interrogations. En effet, en raison des substances actives qu'ils contiennent, ces produits possèdent un fort caractère écotoxique. De par leurs propriétés intrinsèques, le rejet de ces produits pourrait donc conduire à des déséquilibres dans l'environnement. D'autre part, déversés dans les réseaux collectifs, ces composés pourraient impacter le fonctionnement des stations d'épuration dont la plupart utilise des traitements biologiques. La limitation des rejets de biocides est donc un enjeu de santé publique et de protection de l'environnement.

Le projet BIOTECH, financé par l'ONEMA et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, a été retenu dans le cadre de l'appel à projets intitulé « Innovation et changements de pratiques – Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines ». Dans le cadre de ce projet de recherche, la Communauté d'Agglomération de Grand Poitiers, les Laboratoires Anios (un des principaux fabricants mondiaux de biocides), le CHU de Poitiers ainsi que des partenaires privés du secteur du traitement des eaux (Véolia Eau et Serep-Technavox) et des organismes de recherche (LCM et IC2MP) se sont associés pour évaluer les rejets de biocides et leur devenir dans les réseaux, mais également pour proposer des solutions, allant de la prévention à la source au traitement, pour limiter ces rejets.

Parmi les établissements consommateurs de biocides, les établissements de soins constituent un des principaux émetteurs identifiés de biocides dans le système de collecte. Chaque année, plusieurs dizaines de milliers de tonnes de tels produits sont en effet utilisées en milieux hospitaliers et la plupart d'entre eux sont rejetés après utilisation dans les effluents. Outre les établissements de soins, d'autres émetteurs potentiels sont également raccordés au système de collecte (e.g. industries agroalimentaires, grande distribution, cantines...). L'objectif de la phase 1 du projet BIOTECH, qui s'est déroulée de mars 2015 à juin 2016, a été d'identifier les principaux émetteurs de biocides dans le système de collecte mais également, d'évaluer, à l'échelle d'une agglomération, la contribution d'un établissement de soins (le CHU de Poitiers) à ces rejets.

Pour cela, le choix d'étude s'est porté, sur les produits biocides du groupe 1, et plus particulièrement les TP 1 à TP 4 qui correspondent aux produits les plus utilisés dans le domaine hospitalier. Sur cet axe d'étude, une liste des substances actives les plus fréquemment employées en France dans les biocides et les dispositifs médicaux utilisés par les établissements de santé a alors été établie par les laboratoires ANIOS. A partir de ce travail, 8 substances ont ainsi été retenues pour le projet (Tableau A). Parmi ces molécules, le chlorure de didécyldiméthylammonium, le bis(aminopropyl)laurylamine et le digluconate de chlorhexidine sont utilisées dans tous les services du CHU de Poitiers et sont les plus représentatifs d'une activité de soins. Pour ces molécules, une étude plus poussée de leur présence dans les rejets du CHU a donc été réalisée.

Tableau A Liste des molécules retenues dans le cadre du projet BIOTECH

Nom de la substance active	Indications	Consommations en France /an
DIDAC : Chlorure de didecyldiméthylammonium	Détergent désinfectant de l'instrumentation Détergent-désinfectant de surface	1000 tonnes
ABDAC : Chlorure de	Antiseptique et désinfectant pour la peau	
Benzalkonium	Détergent-désinfectant de surface	700 tonnes
Bis (aminopropyl) laurylamine	Détergent-désinfectant de surface	400 tonnes
Digluconate de Chlorhexidine	Antiseptique et désinfectant pour la peau Détergent-désinfectant de l'instrumentation	150 tonnes
MIT et CMIT :		< 20 tonnes chacun
Méthylisothiazolone et	Conservateur	30 à 50 tonnes (en mélange)
Chlorométhylisothiazolone		, ,
Méthylparabène	Conservateur	30 tonnes
Alcool benzylique	Conservateur	100 tonnes

Source des données pour les consommations : Laboratoires Anios

Pour l'ensemble des substances retenues lors de cette étude, une cartographie des émetteurs potentiels (via l'outil ACTIPOL – Veolia Eau) et la réalisation d'enquêtes de terrain ont permis d'établir un premier bilan des sources et de localiser les acteurs stratégiques. A partir de ces résultats, des points de prélèvement sur le réseau de collecte des eaux usées ont été choisis et deux campagnes d'analyses ont eu lieu. Ces campagnes ont permis de mettre en évidence les biocides les plus retrouvés dans le réseau, mais également, de confirmer de manière générale les secteurs d'activité émetteurs, et à l'échelle d'une Communauté d'Agglomération comme celle du Grand Poitiers, les principaux établissements émetteurs au sein de ces secteurs, et leur contribution respective. Ainsi, à partir de ces résultats :

- les biocides retrouvés en majorité au niveau du réseau d'assainissement jusqu'en entrée de station d'épuration seraient les ammoniums quaternaires (avec des concentrations pouvant atteindre plusieurs mg/L) et l'alcool benzylique (avec des concentrations moindres, de l'ordre de quelques dizaines de μg/L);
- le digluconate de chlorhexidine serait une substance spécifique des activités de soins alors que le bis(aminopropyl)laurylamine majoritairement utilisé dans les établissements de soins pourrait également être émis par d'autres secteurs d'activité tels que les centres de formation professionnelle;
- le CHU serait le plus gros contributeur en DIDAC et en alcool benzylique au sein de l'Agglomération de Poitiers : par temps sec, plus de la moitié du DIDAC arrivant à la station d'épuration proviendrait du CHU, et pour l'alcool benzylique, cette proportion s'élèverait à plus de 10%. En revanche, le CHU ne serait pas le principal émetteur en ABDAC, le campus universitaire de Poitiers (i.e. les activités d'hébergement et de restauration, et d'enseignement) et la CCI (centre de formation professionnelle) étant les 2 premiers contributeurs pour cette substance.

Enfin, cette approche a également permis de mettre en évidence que certains biocides tels que les ammoniums quaternaires et l'alcool benzylique pourraient être rejetés par les particuliers. Pour ces molécules, la part due aux rejets domestiques a été évaluée. En extrapolant les résultats du prélèvement considéré comme « urbain pur » à l'ensemble des rejets domestiques du Grand Poitiers, les particuliers pourraient être alors le premier contributeur en ABDAC (avec 45%) et en alcool benzylique (avec 88%), et le deuxième en DIDAC (avec 14%), restant très loin derrière le CHU.

En parallèle, au niveau du CHU, pour les trois biocides les plus consommés et les plus représentatifs d'une activité de soins (i.e. DIDAC, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl)laurylamine), 3 campagnes de prélèvements en différents points du site ont été menées. Des concentrations de l'ordre de quelques mg/L pour le DIDAC et de quelques dizaines de µg/L pour le digluconate de chlorexidine et le bis(aminopropyl)laurylamine ont été observées. En prenant en considération les débits, pour chacune de ces substances, les flux massiques journaliers ont alors été déterminés et comparés aux quantités consommées au niveau de chaque bâtiment du site rapportées sur une journée. Ainsi, il a pu être montré à partir de ce travail, que les principaux apports de ces molécules dans les rejets proviendraient du nettoyage et de la désinfection de l'instrumentation et des surfaces pour le DIDAC et le bis(aminopropyl)laurylamine mais également de l'usage antiseptique pour le digluconate de chlorhexidine. Dans le cas du DIDAC et du bis(aminopropyl)laurylamine, utilisés pour la désinfection des surfaces, un apport non négligeable via la blanchisserie du site, vraisemblablement suite au nettoyage du linge ou des textiles utilisés pour l'entretien des locaux, serait observé. Enfin, dans le cas du bis(aminopropyl)laurylamine, un rejet limité de cette substance dans les eaux usées serait observé. Seulement 10 à 30% de ce qui est consommé a en effet été retrouvé dans les rejets à la sortie du site. Outre l'application de cette substance sur les surfaces (sans rinçage), les pratiques préconisées au niveau du CHU, visant à préparer au plus juste les quantités de produit nécessaire à l'imprégnation des textiles utilisés pour l'entretien des surfaces, pourrait clairement expliquer le rejet limité de cette substance dans les eaux usées.

#### Pour en savoir plus :

Ce travail pluripartenarial fera prochainement l'objet d'une présentation dans le cadre du 22ème congrès des Journées Information Eaux qui aura lieu du 11 au 13 octobre 2016 à Poitiers (<a href="http://www.jie-poitiers.com/">http://www.jie-poitiers.com/</a>). De même, ce projet a été présenté sous forme d'un poster au salon Aquaterritorial sur la gestion de l'eau de la région Grand-Est les 21 et 22 septembre 2016 à Mulhouse.

#### Contacts:

IC2MP: Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers UMR CNRS 7285 (M. Deborde: marie.deborde@univ-poitiers.fr)

(porteur du projet)

Véolia Eau (C. Printemps-Vacquier : <a href="mailto:cyril.printemps-vacquier@veolia.com">cyril.printemps-vacquier@veolia.com</a>) (coordinateur de la phase 1 du projet)

Centre Hospitalier Universitaire de Poitiers (S. Thevenot : <a href="mailto:s.thevenot@chu-poitiers.fr">s.thevenot@chu-poitiers.fr</a>)

Grand Poitiers : Communauté d'Agglomération (N. Della-Valle : <a href="mailto:nathalie.della-valle@grandpoitiers.fr">nathalie.della-valle@grandpoitiers.fr</a>)

Laboratoires ANIOS: Fabricant de biocides (G. Rauwel: G.Rauwel@anios.com)

Serep - Technavox: Traitement industriel des eaux (F. Pontlevoy: florence.pontlevoy@serep.fr)

LCM: Laboratoire de Chimie Moléculaire UMR CNRS 9168 (S. Bouchonnet: stephane.bouchonnet@polytechnique.edu)

# • SOMMAIRE

1. 2.		el du contexte et des objectifs
		Définition et classification10 Contexte règlementaire10
		2.2.1. La règlementation des biocides
		Méthodologie de sélection de la liste des biocides suivis dans le cadre du et12
	2.4.	Principaux usages des substances biocides sélectionnées14
rej	etées	ation des quantités de biocides consommées et susceptibles d'être au niveau du CHU de Poitiers
	4.1.	Identification et cartographie des émetteurs potentiels des biocides ciblés sur glomération de Poitiers16
		4.1.1. Périmètre d'étude
	4.2.	Echantillonnage et enquêtes de terrain20
		4.2.1. Echantillonnage des établissements à enquêter
		4.2.3. Résultats des enquêtes
5.	Camp	pagnes d'analyses24
		Choix des points de prélèvement25 Développement analytique26
		5.2.1. Description de la méthode employée pour le dosage des trois biocides les plus spécifiques d'une activité de soins
	5.4.	Conditions de prélèvements et de transport des échantillons29 Organisation des campagnes30
	5.5.	Résultats des campagnes de prélèvements30
		5.5.1. Sur le site du CHU       30         5.5.2. Sur le réseau       35
6.		lusion41
7.		s & Abréviations43
8. 9.		ographie
		xes
	10.2	. Questionnaire d'enquête du projet BIOTECH50 . Courrier d'accompagnement pour les enquêtes BIOTECH50 . Communiqué de presse du projet BIOTECH51
	10.4 de V	Comparaison des résultats obtenus par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant l'éolia lors de l'analyse des biocides sur un échantillon ponctuel prélevé à la ie du CHU53
		Etude de la stabilité des biocides sur 6 jours et dans 2 types de flaconnage54
		. Résultats des paramètres globaux obtenus lors des 3 campagnes de èvements réalisées au niveau du site du CHU de Poitiers55
		. Concentrations obtenues pour les 3 biocides les plus spécifiques d'une
		vité de soins lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées au niveau du site CHU de Poitiers56
11.	.Reme	erciements 57

#### **PROJET BIOTECH - PHASE 1**

## 1. Rappel du contexte et des objectifs

Les biocides, rassemblant des désinfectants et des détergents-désinfectants, sont très largement employés, notamment dans les établissements de santé. Toutefois, en raison des principes actifs qu'ils contiennent, substances susceptibles de détruire les membranes biologiques, ces produits possèdent un fort potentiel écotoxique et sont suspectés d'être à l'origine de la toxicité de certains effluents vis-à-vis des organismes aquatiques. Déversés dans les réseaux collectifs, ces composés pourraient donc impacter le fonctionnement des stations d'épuration (STEP) dont la plupart utilise des traitements biologiques. Par ailleurs, mal éliminés au niveau des STEP, ces composés pourraient induire des déséquilibres dans l'environnement (Takasaki et al., 1994a; Takasaki et al., 1994b; Bailey et al., 1999; Leung, 2001; Tatarzako et al., 2002; Boillot, 2008; Zhang et al., 2015).

L'objectif du projet BIOTECH est d'étudier la présence et le devenir de composés biocides dans les réseaux de collecte d'eaux usées urbaines, mais également d'évaluer, à l'échelle d'une agglomération, la contribution d'un établissement de soins (CHU) et de proposer des solutions pour limiter ces rejets. Pour cela, outre les tâches de coordination et de bilan et valorisation, 3 tâches scientifiques, correspondant aux phases 1 à 3 du projet ont été définies.

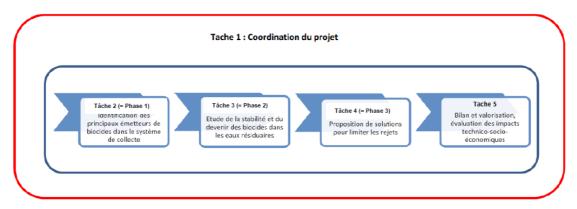


Figure 1 : Différentes tâches du projet BIOTECH

Dans ce rapport, seuls les résultats de la phase 1 (= tâche 2) sont présentés. Le planning suivi pour cette phase est décrit dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Planning prévisionnel (en orange) et planning suivi (en rouge) pour la phase 1 du projet BIOTECH (de mars 2015 à juin 2016) 2016 2015 Résultats Août Sept Oct Déc Fév Mars Avr Mai Juin Nov Janv Mars Avr Mai Juin Résultat 1-Etablissement d'une liste de biocides à rechercher Résultat 2-Etat des lieux des biocides susceptibles d'être présents dans les rejets du CHU de Poitiers et sélection des biocides les plus pertinents à étudier Résultat 3-Recherche d'autres émetteurs de biocides dans le réseau via l'outil ACTIPOL + enquête terrain pour évaluer les quantités utilisées et établir la cartographie des principaux émetteurs Résultat 4-Campagne d'analyse sur sites (réseau CHU, réseau Agglomération et entrée de STEP) pour « état des lieux » Résultat 5 : Etablissement d'un bilan massique (contributeurs/entrée de STEP)

# 2. Etablissement de la liste des biocides retenus pour l'étude

#### 2.1. Définition et classification

Les produits biocides sont des préparations de substances actives à usages domestiques ou industriels. Ces produits de la vie courante regroupent les désinfectants ménagers, les insecticides et les autres produits visant à éliminer, détruire, repousser ou prévenir l'action des organismes jugés nuisibles (champignons, bactéries, virus). La substance active (SA) présente dans le produit biocide peut être un composé chimique ou être issue d'un micro-organisme exerçant son action biocide sur ou contre les organismes nuisibles (Règlement sur les produits biocides [RPB, règlement (UE) n°528/2012]).

Ces substances biocides sont réparties dans quatre groupes scindés en 22 sous-groupes dits « Type de Produit » (ou TP) pouvant contenir une ou plusieurs substances actives (Tableau 2) (selon la classification issue du règlement sur les produits biocides (RPB – annexe 5)).

Tableau 2 : Classification des biocides (selon le RPB – annexe 5)

Groupe	Numéro	Type de Produit
	TP1	Hygiène humaine
	TP2	Désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux
Groupe 1 : Désinfectants	TP3	Hygiène vétérinaire
Desimectants	TP4	Surfaces en contact avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux
	TP5	Eau potable
	TP6	Protection des produits pendant le stockage
	TP7	Produits de protection pour les pellicules
	TP8	Produits de protection du bois
Groupe 2: Produits de	TP9	Produits de protection des fibres, du cuir, du caoutchouc et des matériaux polymérisés
protection	TP10	Produits de protection des matériaux de construction
processor.	TP11	Produits de protection des liquides utilisés dans les systèmes de refroidissement et de fabrication
	TP12	Produits anti-biofilm
	TP13	Produits de protection des fluides de travail ou de coupe
	TP14	Rodenticides
	TP15	Avicides
Groupe 3:	TP16	Molluscicides, vermicides et produits utilisés pour lutter contre les autres invertébrés
Produits de lutte	TP17	Piscicides
contre les nuisibles	TP18	Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes
	TP19	Répulsifs et appâts
	TP20	Lutte contre d'autres vertébrés
Groupe 4:	TP21	Produits antisalissure
Autres produits biocides	TP22	Fluides utilisés pour l'embaumement et la taxidermie

Source des données : ECHA (European Chemicals Agency)

#### 2.2. Contexte règlementaire

#### 2.2.1. La règlementation des biocides

Le contexte réglementaire actuel tend à renforcer les mesures prises pour limiter l'usage et l'impact de certaines substances chimiques sur l'Homme et l'environnement.

A ce titre, la directive n° 98/8/CE du 16/02/98, abrogée par le règlement sur les produits biocides [RPB, règlement (UE) n° 528/2012], vise à harmoniser la réglementation des États membres de l'Union européenne, quant à la mise à disposition et l'utilisation des produits biocides sur le marché.

L'objectif principal de cette réglementation est d'assurer un niveau de protection élevé de l'homme, des animaux et de l'environnement en limitant la mise sur le marché aux seuls produits biocides efficaces et ne présentant pas de risques inacceptables.

La mise en œuvre réglementaire du RPB passe par une double évaluation :

- de la **substance active** (SA) biocide qui donne lieu à l'établissement d'un règlement d'approbation ;
- du **type de produit** (TP) qui donne lieu à une autorisation de mise à disposition sur le marché.

Le RPB établit ainsi une liste des substances actives qui peuvent être utilisées dans des produits biocides<sup>1</sup>. L'approbation est spécifique à un type de produits. Les couples notés « SA/TP » sont notifiés au programme d'examen (annexe II du règlement 1451/2007), puis évalués et, *in fine*, font l'objet ou non d'un règlement d'approbation.

La mise à disposition sur le marché nécessite que toutes les substances actives soient approuvées. En période transitoire les produits biocides sont soumis aux régimes nationaux. Depuis le 1er septembre 2015, seuls les produits biocides contenant des SA dont les « fournisseurs » ont été enregistrés auprès de l'ECHA (European Chemicals Agency) peuvent être mis à disposition sur le marché.

De plus, l'arrêté du 9 octobre 2013, relatif aux conditions d'exercice de l'activité d'utilisateur professionnel et de distributeur de certains types de produits biocides, encadre l'utilisation par les professionnels et la distribution de certains produits biocides. L'ensemble des mesures décrites dans cet arrêté est obligatoire à compter du 1er juillet 2015. Cet arrêté nommé « Certibiocide » vise à l'obtention d'un certificat individuel « biocide » à l'instar du « Certiphyto », pour les personnes exerçant l'activité d'utilisateur, de distributeur et d'acquéreur de produits biocides destinés exclusivement aux professionnels appartenant aux types de produits 8, 14, 15, 18 et 20 et ceux définis à l'article 13 de la loi du 16 juillet 2013 susvisée (Notice explicative de l'arrêté « certibiocides », 2015).

### 2.2.2. La règlementation sur les micropolluants

Les biocides appartenant à la grande famille des micropolluants, il est intéressant de se pencher sur leur règlementation propre, découlant principalement de la DCE.

En effet les micropolluants sont classés comme « prioritaires » ou « émergents », et sont le plus souvent présents en très faible concentration dans des matrices complexes, notamment les eaux usées urbaines brutes et traitées ou encore les boues de stations d'épuration.

C'est dans ce contexte que les campagnes dites RSDE1 (2002 à 2007) et RSDE2 (2010-2012) ont été initiées, dans le but de détecter et de quantifier les sources ponctuelles d'émissions de substances dangereuses dans les eaux, comprenant au total 104 substances. Il est à noter qu'aucune des substances biocides suivies dans ce présent projet ne fait partie de cette liste. Malgré tout, la campagne RSDE2 étant déclinée dans le *Plan National Micropolluants 2010-2013*, il a été décidé par consensus de réaliser les campagnes de prélèvement et d'analyse des biocides ciblés dans cette étude, en suivant les recommandations des textes suivants :

- Circulaire du 5 janvier 2009 relative à la mise en œuvre de la deuxième phase de l'action nationale de recherche et de réduction des substances dangereuses pour le milieu aquatique présentes dans les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation;
- Circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées.

<sup>11 / 58</sup> 

# 2.3. Méthodologie de sélection de la liste des biocides suivis dans le cadre du projet

La démarche proposée a consisté, à partir de la liste des substances établie par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) comme base de départ, à sélectionner les substances pertinentes (intérêt/hôpital, substances les plus couramment utilisées...). La méthodologie de sélection des biocides suivis dans le cadre du projet est résumée sur la Figure 2.

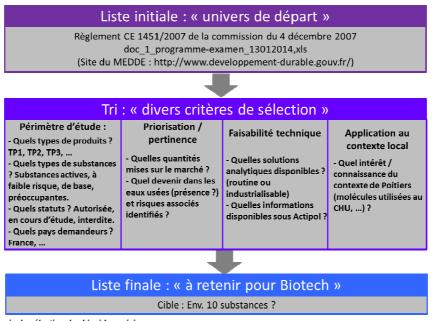


Figure 2 : Méthodologie de sélection des biocides suivis Source des données : Véolia Eau

De même, à titre d'illustration, la figure ci-dessous présente un extrait de la base du MEDDE.



Directive d'inscription ou règlement d'approbation pris pour la combinaison SA/TP: pour vérifier l'entrée en vigueur, voir onglets
Décision de non-inscription ou de non approbation prise pour la combinaison SA/TP: pour vérifier l'entrée en vigueur, voir onglets

[1] Couvert par les composés d'ammonium quaternaire (benzylakyldiméthyl (alkyles de C8-C22, saturés et insaturés, et alkyl de suif, alkyl de coco et alkyl de soja) chlorures, bromures ou hydroxydes/JEKC.
[2] Couvert par les composés d'ammonium quaternaire (dialkyldiméthyl (alkyles de C6-C18 saturés et insaturés, et alkyl de soufre, alkyl de coco et alkyl de soja) chlorures, bromures ou sulfates de méthyle/JDAC.
[3] Couvert par les composés d'ammonium quaternaire (alkyltriméthyl (alkyles de C8-C18, saturés et insaturés, et alkyle de soufre, alkyle de coco et alkyle de soja) chlorures, bromures ou sulfates de méthyle/JTMAC.

Dans cette figure, seules les substances en vert, ont reçu une autorisation de mise sur le marché. Celles en rouge sont interdites. Enfin, celles en blanc sont en cours de dépôt de dossier ou d'enregistrement ou d'analyse du dossier. Au total, 379 substances actives sont inscrites à l'évaluation dans le cadre du programme d'examen. Ces substances sont classées par couple « SA/TP ».

Le choix d'étude s'est porté, après consensus des différents partenaires du projet Biotech, sur les produits biocides du groupe 1, et plus particulièrement les TP 1 à TP 4 (Tableau 1) qui correspondent aux produits les plus utilisés dans le domaine hospitalier.

Parmi ces substances, peu de données sur leur présence ou leur devenir dans les eaux usées sont disponibles dans la littérature. De même, peu d'informations sur les solutions analytiques sont connues. Sur cet axe d'étude, une liste des substances actives les plus fréquemment employées en France dans les biocides et les dispositifs médicaux¹ utilisés par les établissements de santé a alors été établie par les laboratoires ANIOS. A partir de ce travail, <u>8 substances</u> ont ainsi été retenues pour le projet (Tableau 3).

Pour ces composés, les principaux émetteurs potentiels sont :

- Hôpitaux, cliniques, maisons de retraite, etc.;
- Cabinets de médecins, dentistes, kinésithérapeutes, etc.;
- Cliniques vétérinaires ;
- Industries agro-alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques, etc. ;
- Grande distribution (centres commerciaux), ateliers de distribution et de préparation de denrées alimentaires ;
- Cantines, cuisines centrales, collectivités, centres administratifs;
- Et piscines, centres aquatiques, etc.

L'estimation des quantités annuelles consommées en France selon les Laboratoires Anios est présentée dans le Tableau 3.

Tableau 3: Liste des biocides retenus pour l'étude

Famille	Nom de la substance active	Numéro CAS	Consommations en France /an
Ammonium quaternaire	DIDAC : chlorure de didecyldiméthylammonium	7173-51-5	1000 tonnes
Ammonium quaternaire	Akyl (C12-C18) diméthylbenzyl ammonium chloride <b>ADBAC</b> (C12-C18) : ou chlorure de Benzalkonium	68391-01-5	700 tonnes
Amines	Bis (aminopropyl) laurylamine ou N-(3-aminopropyl)-N-dodecylpropane-1,3-diamine ou BAPLA	2372-82-9	400 tonnes
Biguanides	Chlorhexidine digluconate	18472-51-0	150 tonnes
Isothiazolinone	MIT: 2-Méthyl-2H-isothiazol-3-one	2682-20-4	< 20 tonnes
Isothiazolinone	<b>CMIT :</b> 5-Chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one	26172-55-4	< 20 tonnes
Isothiazolinone	Mélange MIT / CMIT	55965-84-9	30 à 50 tonnes
Parabène	<b>Méthylparabène</b> : 4-hydroxybenzoate de méthyle (E218)	99-76-3	30 tonnes
Alcool	Alcool benzylique : phényl-méthanol	100-51-6	100 tonnes

Source des données pour les consommations : Laboratoires Anios

Parmi les molécules retenues, le chlorure de didécyldiméthylammonium, le bis(aminopropyl)laurylamine et le digluconate de chlorhexidine sont utilisés dans tous les services du CHU de Poitiers et sont les plus représentatifs d'une activité de soins.

Pour ces molécules, une étude plus poussée sur leur présence et leur devenir dans les rejets (phases 1 et 2) ainsi que lors d'un traitement par ozonation catalytique (phase 3) est prévue dans le cadre du projet BIOTECH.

# 2.4. Principaux usages des substances biocides sélectionnées

Le Tableau 4 présente les principales indications pour chacun des biocides retenus dans le cadre de ce projet. Dans cette partie, par souci de compréhension, on rappellera que les **antiseptiques** sont utilisés sur les tissus vivants (peau saine, muqueuses et plaies), alors que les **désinfectants** sont utilisés sur les matières inertes (sol, surface de travail, mobilier, instruments et matériel médical, etc.).

Tableau 4 : Principales indications des biocides retenus pour l'étude

Produit	Indications
DIDAC : Chlorure de didécyldiméthylammonium	Détergent désinfectant de l'instrumentation
	Détergent-désinfectant de surface
ABDAC : Chlorure de benzalkonium	Antiseptique et désinfectant pour la peau
	Détergent-désinfectant de surface
Bis (aminopropyl)lauryl amine	Détergent-désinfectant de surface
Digluconate de Chlorhexidine	Antiseptique et désinfectant pour la peau
	Détergent-désinfectant de l'instrumentation
MIT et CMIT : Méthylisothiazolinone et	Conservateur
chlorométhylisothiazolinone	
Méthylparabène	Conservateur
Alcool benzylique	Conservateur

Source des données : Laboratoires Anios

# 3. Estimation des quantités de biocides consommées et susceptibles d'être rejetées au niveau du CHU de Poitiers

Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Poitiers est l'établissement de soins de référence à vocation régionale. Il est constitué de plusieurs bâtiments à activités hospitalières (1600 lits) et d'une blanchisserie. La consommation d'eau au niveau de l'établissement est de 482,5 L/lit/jour. Deux principaux réseaux d'évacuation des eaux usées sont présents au niveau du site du CHU. Ils se rejoignent à la sortie du site à proximité du bassin d'orage pour ensuite se déverser dans le réseau de collecte des eaux usées urbaines (Figure 4).

Dans cette partie, une estimation des quantités consommées et susceptibles d'être rejetées pour les 3 substances les plus représentatives d'une activité de soins (i.e. DIDAC, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl)laurylamine) au niveau du CHU a été réalisée. Pour cela, 3 points d'intérêt, localisés sur ces 2 réseaux et à la sortie du CHU, ont été considérés (Figure 4) :

- Le poste de relevage de la Tour Jean Bernard (sur réseau nord) récoltant les eaux du bâtiment principal du CHU et du satellite technique (réanimations, blocs opératoires) ;
- Le point à proximité de la blanchisserie (sur le réseau sud), récupérant les eaux du pavillon Beauchant (i.e. cardiologie, pneumologie), de la cité gériatrique, du pôle de cancérologie, de la pharmacie centrale et de la blanchisserie ;
- L'exutoire final du CHU et du Centre Hospitalier Henri Laborit (établissement psychiatrique) (à proximité du bassin d'orage).

Afin d'estimer ces quantités, la méthodologie suivante a été suivie :

- Récupération des données de consommation des différents produits ciblés par les unités de soins auprès de la Direction des Ressources Matérielles, des Achats et de l'Ingénierie du CHU;
- Estimation des quantités consommées par bâtiment au regard de la localisation géographique des différentes unités :
- Estimation des quantités de substances consommées et susceptibles d'être rejetées au regard de la formulation des produits ciblés par bâtiment puis par point de collecte/prélèvement sur le réseau des eaux usées du CHU.

Lors de la réalisation de ce travail, pour l'ensemble des molécules, seules les quantités utilisées pour la désinfection des surfaces, de l'instrumentation et du linge, les plus susceptibles d'être rejetées, ont été prises en considération. Les quantités consommées pour un usage antiseptique ont été exclues en raison de leur utilisation plus aléatoire (i.e. dépendante des soins réalisés) et de leur élimination partielle dans les rejets.

Dans ces conditions, pour les 3 points d'intérêt considérés, les résultats des estimations obtenues sur la période du 1<sup>er</sup> janvier au 30 juin 2015 sont résumés dans la Figure 4.

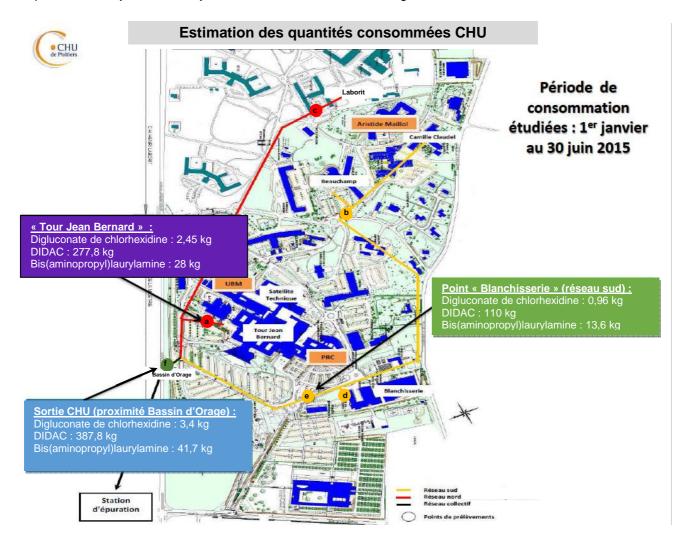


Figure 4 : Estimation des quantités de biocides consommées au niveau du site du CHU Source des données : CHU de Poitiers

Au niveau du CHU, les consommations de biocides sont relativement constantes sur l'année. Toutefois, dans le cadre de ce projet, les campagnes de prélèvements ayant principalement eu lieu au début de l'année 2016, un travail similaire a également été réalisé sur la période de novembre 2015 à mars 2016. Pour les 2 périodes considérées, le calcul de la consommation mensuelle moyenne montre des valeurs très proches (Tableau 5).

Tableau 5 : Consommations mensuelles moyennes au niveau du CHU

		Consommation mensuelle moyenne en kg/mois	
		du 1 <sup>er</sup> janvier au 30 juin 2015	du 1er novembre au 31 mars 2016
Sortie du CHU	DIDAC	64,6	73,6
	Digluconate de chlorhexidine	0,6	0,7
	Bis(aminopropyl)laurylamine	7,0	8,1
Blanchisserie	DIDAC	18,3	23,5
	Digluconate de chlorhexidine	0,2	0,2
	Bis(aminopropyl)laurylamine	2,3	3,6
Tour Jean Bernard	DIDAC	46,3	50,1
	Digluconate de chlorhexidine	0,4	0,5
	Bis(aminopropyl)laurylamine	4,7	4,5

Source des données : CHU de Poitiers

Concernant les rejets, il est important de noter qu'au niveau du CHU, ces substances sont totalement ou partiellement rejetées dans les effluents. Lors de l'utilisation de ces substances pour l'entretien des surfaces par exemple, une certaine quantité de produit peut rester sur les supports (i.e. surfaces et textiles utilisés pour l'entretien des surfaces). Dans ces conditions, notamment lorsque aucun rinçage n'est réalisé, un rejet que partiel dans les effluents est donc probablement réalisé.

De même, il faut souligner qu'à la sortie du site, des quantités de biocides peuvent également provenir du CH Laborit. Dans le cadre de ce travail, les établissements fonctionnant totalement indépendamment et ce, bien évidemment également au niveau du choix des produits, ces quantités n'ont pas pu être prises en considération.

### 4. Recherche d'autres émetteurs de biocides dans le réseau

Cette étape avait pour objectif d'évaluer les sources de pollution autres que le CHU, sur l'Agglomération de Poitiers, toutes activités confondues. Pour cela, une cartographie des établissements potentiellement émetteurs de l'une au moins des 8 substances d'intérêt a tout d'abord été réalisée. Par la suite, des enquêtes terrain avec visites des établissements ciblés, ont été effectuées, pour contrôler les intrants (consommables) et les sortants (rejets dans le réseau) et vérifier les conditions de raccordement (eaux pluviales, eaux usées). A partir de ces résultats, les secteurs de l'Agglomération les plus appropriés aux objectifs de l'étude et les points de prélèvement les plus pertinents pour réaliser les campagnes d'analyses ont été définis.

# 4.1. Identification et cartographie des émetteurs potentiels des biocides ciblés sur l'Agglomération de Poitiers

#### 4.1.1. Périmètre d'étude

L'Agglomération de Poitiers (142 540 habitants) est un site peu industrialisé et à forte activité universitaire (23 000 étudiants) qui compte 13 communes (Figure 5).

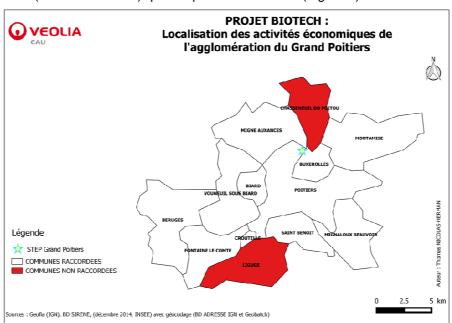


Figure 5 : Présentation du périmètre d'étude : Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers Source des données : Véolia Eau

Le réseau de collecte de l'Agglomération est majoritairement de type séparatif (à l'exception du centre-ville qui présente 35 km de linéaire) avec 568 km de réseaux d'eaux résiduaires urbaines et 375 km de réseaux d'eaux pluviales.

Deux stations d'épuration sont présentes sur le Grand Poitiers :

- la station d'épuration de La Folie de 152 500 EH (Equivalent Habitant¹, charge nominale). Cette STEP est exploitée en régie, et est située dans l'Agglomération de Poitiers. Ses effluents sont rejetés dans le Clain (débit médian de 2 à 20 m³/s) en aval de l'Agglomération de Poitiers. En 2013, le volume d'effluent en entrée de cette STEP a été de 7 762 490 m³.
- une station biologique de 10 000 EH située à Chasseneuil-du-Poitou.

Parmi les 13 communes situées sur l'Agglomération, seules 11 d'entre elles sont raccordées à la station d'épuration de la Folie exploitée par le Grand Poitiers (Figure 6) ; Chasseneuil-du-Poitou et Ligugé possédant leur propre système d'assainissement. Ces 11 communes ont constitué le périmètre de l'étude de ce projet.

Sur l'Agglomération de Poitiers, le CHU de Poitiers, localisé sur le site de la Milétrie, est situé à 9 km de la station d'épuration de Poitiers (Figure 6). En 2014, les effluents rejetés par le CHU représentaient un volume de 300 000 m³, soit environ 4% des effluents totaux reçus à l'entrée de la STEP.

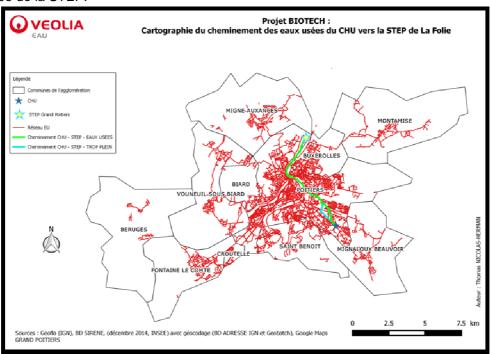


Figure 6 : Cartographie représentant le cheminement des eaux usées du CHU vers la STEP de La Folie Sources des données : Véolia Eau

#### 4.1.2. Méthodologie et outils utilisés

L'identification et la cartographie des émetteurs potentiels de biocides ont été obtenues à l'aide d'un logiciel interne à Veolia (Actipol) et du logiciel QGIS :

#### Présentation de l'outil ACTIPOL

ACTIPOL est une base de données interactive qui s'appuie sur :

- La base BD SIRENE® de l'INSEE mise à jour deux fois par an (version exploitée : décembre 2014), et répertoriant les activités économiques françaises (nom de l'établissement, numéro SIRET, secteur d'activité, adresse géocodée, etc.);
- Une matrice associant à chacune des activités économiques recensées dans la Nomenclature des Activités Françaises (dernière version en vigueur NAF 2008), une ou plusieurs substances potentiellement émises par l'activité (80 familles regroupant 852 substances élémentaires);
- Des informations complémentaires complétées par les utilisateurs afin d'y intégrer des données de terrain propre à chaque établissement (présence d'un prétraitement, existence d'un arrêté d'autorisation de déversement, etc.).

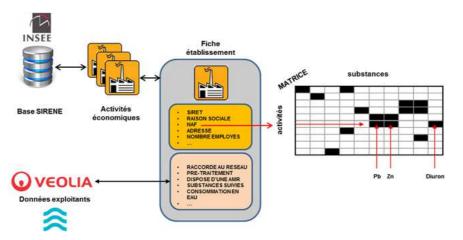


Figure 7: Schéma de fonctionnement d'ACTIPOL Source des données : Véolia Eau

ACTIPOL permet de lister les activités économiques recensées sur un territoire donné qui sont potentiellement émettrices d'une substance active ou d'une famille de substances. Il est ainsi possible, en appliquant des filtres successifs, d'obtenir une liste plus ou moins restreinte d'établissements non domestiques pour divers critères mentionnés par l'utilisateur. ACTIPOL est utilisé par Veolia lors de programmes visant à maîtriser la qualité des effluents rejetés dans les réseaux d'assainissement (en cas par exemple de contamination des boues de station d'épuration limitant leur épandage agricole) ou à protéger la ressource en eau (en permettant d'identifier les risques potentiels de pollution présents sur un bassin versant).

#### Présentation de QGIS

Quantum GIS (nommé QGIS) est un logiciel de SIG « open source », choisi par le MEDDE en remplacement ou complément de MapInfo, pour les utilisateurs ayant des besoins de consultation de données, d'analyses et de requêtes, ainsi que de production de cartes. Ce logiciel a été choisi pour ce projet afin de réaliser la cartographique des établissements potentiellement émetteurs au niveau de la Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers (Figure 8).

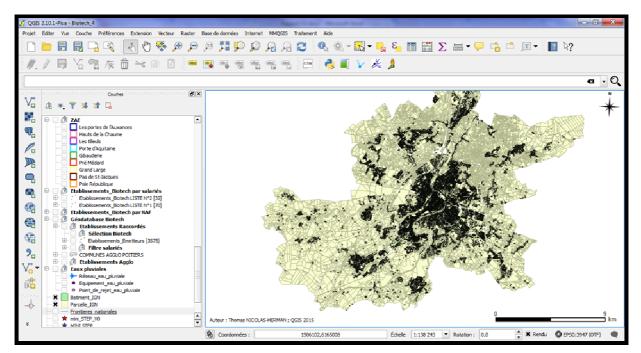


Figure 8 : Capture d'écran de la Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers illustrant l'utilisation de QGIS Sources des données : QGIS

Au cours de ce travail, une extraction de l'ensemble des établissements de l'Agglomération de Poitiers (18477 établissements recensés en décembre 2014) a été effectuée à partir d'ACTIPOL. Cette base de données étant géocodée, elle a ensuite été exportée vers *Microsoft Access* pour constituer une base de données géographiques. En effet, chaque établissement possède des coordonnées longitude/latitude X, Y permettant ainsi leur géolocalisation à l'aide d'un logiciel SIG. Cette base de données géographiques a ensuite été

exploitée avec QGIS permettant la visualisation des établissements en superposition au réseau d'assainissement de l'Agglomération de Poitiers.

#### 4.1.3. Cartographie des établissements potentiellement émetteurs

Sur le périmètre d'étude (11 communes raccordées), un total de 16 825 établissements a été recensé au 1er janvier 2015.

Les différentes associations issues d'ACTIPOL ont permis de générer un nombre d'établissements de 3 575, comme étant potentiellement émetteurs de l'une au moins des huit substances ciblées pour le projet.

La localisation de ces établissements par nombre de salariés est donnée dans la figure 9 cidessous (les chiffres entre crochets correspondent au nombre d'établissements par catégorie de nombre de salariés).

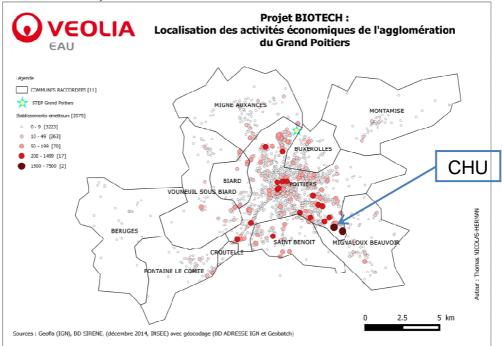


Figure 9 : Localisation des établissements potentiellement émetteurs de biocides par tranche de salariés

Ces établissements représentent 183 sous-classes d'activités de la NAF, réparties dans 13 sections de NAF. Le Tableau 6 présente ces 13 sections et le nombre d'établissements potentiellement émetteurs inclus dans chacune d'elles.

73%

Tableau 6 : Différentes sections	NAF dos ótablissements	notantiallament émattaurs d	a hincidas
rableau o . Differentes sections	INAL GES CLADIISSCILICITES	potentienement emetteurs a	e biocides

SECTION NAF	Nombre d'établissement	Répartition	
SANTE HUMAINE ET ACTION SOCIALE	1 405	39%	_
HEBERGEMENT ET RESTAURATION	468	13%	
ENSEIGNEMENT	398	11%	
INDUSTRIE MANUFACTURIERE	368	10%	J
ARTS, SPECTACLES ET ACTIVITES RECREATIVES	249	7%	
AUTRES ACTIVITES DE SERVICES	191	5%	
COMMERCE : REPARATION D'AUTOMOBILES ET DE MOTOCYCLES	168	5%	
ACTIVITES DE SERVICES ADMINISTRATIFS ET DE SOUTIEN	83	2%	
PROD. ET DISTRIB D'ELEC, DE GAZ, DE VAPEUR ET D'AIR CONDITIONNE	77	2%	
TRANSPORTS ET ENTREPOSAGE	53	2%	
AGRICULTURE, SYLVICULTURE ET PECHE	49	1%	
ACTIVITES SPECIALISEES, SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	37	1%	
PROD. ET DISTRIB. EAU + ASSAINISS., GESTION DECHETS ET DEPOLLUTION	29	1%	
TOTAL	3 575	100%	_

Source des données : Véolia Eau

Les résultats obtenus montrent que 73% des établissements potentiellement émetteurs font partie des 4 activités suivantes : santé humaine et action sociale, hébergement et restauration, enseignement, et industrie manufacturière.

# 4.2. Echantillonnage et enquêtes de terrain

Afin de répondre à la problématique de détermination des contributeurs potentiels en substances biocides, une étape d'enquêtes terrain est primordiale, notamment pour positionner les points de prélèvement sur le réseau pour les campagnes d'analyses. Dans le cadre de ce travail, la totalité des 3 575 établissements ne pouvant être enquêtée, dans la période impartie pour le projet et avec le budget alloué, un échantillonnage de ces établissements a donc été réalisé, en vue ensuite de les interroger par l'intermédiaire d'un questionnaire d'enquête.

#### 4.2.1. Echantillonnage des établissements à enquêter

L'échantillonnage des établissements à enquêter a été réalisé à partir de la liste des établissements potentiellement émetteurs (Figure 9). Cet échantillonnage a été réalisé suivant deux critères :

- Sélection des établissements dont le **nombre de salariés est supérieur ou égal à 50** (= LISTE N°1) ;
- Sélection des établissements parmi les **activités non représentées** dans la sélection précédente (= LISTE N°2).

Dans un premier temps, une sélection des contributeurs en fonction de la masse salariale a été réalisée. Pour cela, il a été fait l'hypothèse que plus l'entreprise est grande, plus la quantité de produits biocides potentiellement utilisée, et donc rejetée sera importante. En appliquant un filtre sur le nombre de salariés et en ne gardant que les établissements dont le nombre de salariés est supérieur ou égal à 50, le **nombre d'établissements déterminé est de 70**, soit environ 2% des établissements potentiellement émetteurs. Dans la suite du déroulement, ces établissements feront partie de la LISTE N°1.

Dans un second temps, afin de n'exclure aucune activité potentiellement émettrice, une sélection des établissements parmi les 3505 restants a été effectuée. Ces établissements sont distribués de la facon suivante :

- 1/3 des établissements correspondent aux 35 NAF retenues dans la LISTE N°1;
- 2/3 des établissements correspondent aux 148 NAF restantes.

La LISTE N°2, a été donc déterminée à partir des 2/3 des établissements correspondant aux 148 NAF restant. Pour ces établissements, la sélection s'est faite au cas par cas par ordre de priorité :

- 1 : Nombre de salariés ;
- 2 : Précision du géocodage ;
- 3 : Position géographique (privilégier les zones non représentées).

La Figure 10 récapitule la méthodologie employée.

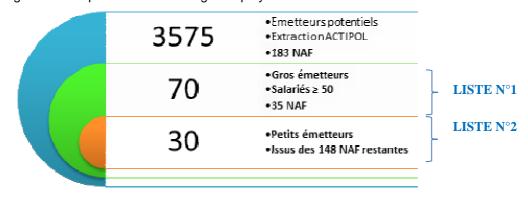


Figure 10 : Schéma récapitulatif de la sélection des établissements à enquêter Source des données : Véolia Eau

Ainsi, 100 établissements à enquêter (englobant les 13 sections NAF décrites dans le Tableau 7) ont été sélectionnés.

La Figure 11 présente la localisation de ces établissements sur la Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers, par nombre de salariés :

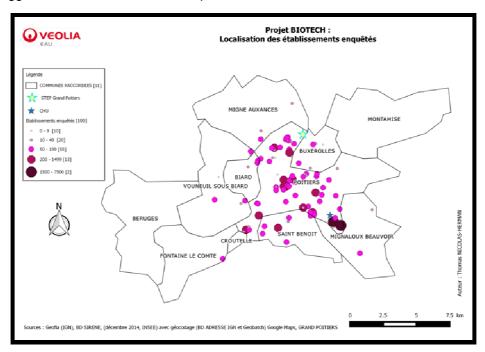


Figure 11 : Cartographie des établissements enquêtés par nombre de salariés Source des données : Véolia Eau

De même, le nombre d'établissements enquêtés par section de la NAF est présenté dans le tableau 7.

Tableau 7 : Etablissements enquêtés par section de NAF

Libellé Section	Nombre Etablissement	Exemples
SANTÉ HUMAINE ET ACTION SOCIALE	27	Centres hospitaliers (5), EHPAD (8), labo d'analyses médicales (1), etc.
INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE	22	DASSAULT, SAGEM, SAFT, etc.
ENSEIGNEMENT	14	UNIVERSITE DE POITIERS, Lycées (3), CCI, CFA, etc.
COMMERCE ; RÉPARATION D'AUTOMOBILES ET DE MOTOCYCLES	10	Hypermarchés (5), Supermarchés (3), Commerce de gros (1), etc.
HÉBERGEMENT ET RESTAURATION	6	IBIS, MCDONALDS, FLUNCH, RESTAURANT UNIVERSITAIRE RABELAIS, etc.
ACTIVITÉS DE SERVICES ADMINISTRATIFS ET DE SOUTIEN	5	Prestataires de nettoyage (4), etc.
ACTIVITÉS SPÉCIALISÉES, SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	4	APAVE, CLINIQUE VETERINAIRE COLCHEN
ARTS, SPECTACLES ET ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES	3	EUROBOWL, MEDIATHEQUE
PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ, DE VAPEUR ET D'AIR CONDITIONNÉ	2	DALKIA, EDF
TRANSPORTS ET ENTREPOSAGE	2	FRIGO TRANSPORT 86
AGRICULTURE, SYLVICULTURE ET PÊCHE	2	COPAVENIR
PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU ; ASSAINISSEMENT, GESTION DES DÉCHETS ET DÉPOLLUTION	2	EAUX DE VIENNE, SETRAD
AUTRES ACTIVITÉS DE SERVICES	1	VIENNE DOMI-SERVICES

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : le chiffre entre parenthèse correspond au nombre d'établissements par type d'activité

#### 4.2.2. Méthodologie et organisation des enquêtes terrain

#### Méthodologie

Plusieurs étapes ont été suivies de façon, à mener à bien les enquêtes terrain :

- Etape 1 : Réalisation des actions préalables à l'élaboration du questionnaire
  - a Définition de l'objet de l'enquête,
  - b Inventaire des moyens disponibles,
  - c Définition de l'échantillon (les enquêtés).
- Etape 2 : Elaboration du questionnaire
  - a Rédaction du projet de questionnaire,
  - b Test du projet de questionnaire,
  - c Réalisation du questionnaire définitif,
  - d Réalisation de l'enquête.
- Etape 3: Traitement du questionnaire
  - a Dépouillement des questionnaires,
  - b Exploitation des résultats d'enquête.

Le questionnaire utilisé au cours de ce travail, est présenté en Annexe 10.1. Il avait pour principaux objectifs de :

- Avoir accès aux produits biocides utilisés et rejetés dans le réseau d'eaux usées par les établissements professionnels (via les fiches de Sécurité (**FDS**));
- Effectuer un travail d'analyse de ces FDS afin de connaître leurs compositions chimiques et donc de vérifier si l'une des 8 substances ciblées était présente ou non dans celles-ci ;
- Noter la quantité de matière active présente dans la préparation du produit (la plupart du temps donnée sous forme de tranche de pourcentage massique (Ex : < 5%);
- Lorsqu'une substance d'intérêt était trouvée, l'établissement était de nouveau interrogé afin de connaitre la quantité consommée annuellement de ce produit ;
- Enfin, la consommation d'eau de l'établissement était demandée systématiquement afin d'évaluer le degré de dilution de la substance active dans l'effluent en sortie d'établissement.

Lors de l'enquête terrain, ce questionnaire était accompagné de documents d'appui facilitant la compréhension de l'étude :

- Courrier à en tête du Grand Poitiers (cf. Annexe 10.2);
- Communiqué de presse du projet BIOTECH (cf. Annexe 10.3).

#### Organisation des enquêtes terrain

Au cours du projet BIOTECH, la phase d'enquêtes terrain a débuté en **septembre 2015** pour une durée de 6 semaines. L'enquête a été faite par emailing principalement, via l'application *Google Form*<sup>1</sup>.

Les différentes étapes qui ont été effectuées durant cette phase sont les suivantes :

- Etablissements pour lesquels Grand Poitiers possédait une adresse email de contact et/ou un numéro de téléphone (50% des établissements retenus) : Appel pour confirmation d'envoi du questionnaire accompagné du courrier officiel du Grand Poitiers et du communiqué de presse;
- Etablissements pour lesquels nous n'avons pas d'information : Repérage visuel par véhicule. Cela a permis de confirmer l'adresse effective de l'établissement, de rencontrer et/ou obtenir un contact pour l'envoi du questionnaire, de confirmer un doute potentiel concernant le nom ou l'activité effective d'un établissement ;
- Proposition systématique d'un accompagnement pour compléter le questionnaire ;
- Rencontre des principaux responsables ;
- Relances téléphoniques et mailings ;
- Analyse et exploitation des résultats.

#### 4.2.3. Résultats des enquêtes

La Figure 12 présente les résultats obtenus en ce qui concerne le démarchage des établissements enquêtés :

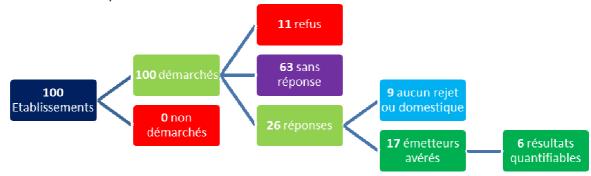


Figure 12 : Résultats des enquêtes terrain Source des données : Véolia Eau

Malgré plusieurs relances, les résultats obtenus n'ont pas été ceux escomptés. En effet, en fonction des entreprises enquêtées, plusieurs interlocuteurs ont parfois été sollicités afin d'obtenir les informations demandées. De plus, les fiches de données sécurité n'étaient pas toujours en possession de l'établissement. Enfin, dans certains cas, tels que l'Université de Poitiers qui compte plusieurs dizaines de bâtiments ayant leur propre organisation, l'évaluation des quantités utilisées des produits était complexe à déterminer. Peu de résultats quantitatifs ont donc pu être obtenus à partir des enquêtes terrains.

Ainsi, à la suite des six semaines d'enquêtes, environ un quart des établissements enquêtés a répondu au questionnaire au moins partiellement, dont six d'entre eux ont donné lieu à des résultats quantifiables.

Parmi les réponses obtenues, une synthèse des résultats quantifiables des établissements émetteurs de biocides est présentée dans le Tableau 8. Dans ce dernier, les valeurs indiquées sont exprimées en kg de matière active utilisée par an.

Pour chacune des molécules, la présence possible dans les rejets (« Oui ») ou l'absence (« Non ») a été matérialisée pour chaque établissement.



Source des données : Véolia Eau

Nota bene : les valeurs indiquées sont exprimées en kg de matière active utilisée par an

Les résultats des enquêtes terrain dépendent bien évidemment du bon vouloir des personnes en charge de compléter le questionnaire et de fournir les éléments demandés. Toutefois, au vue de ces résultats (Tableau 8 et Figure 13),

- le DIDAC se retrouverait, dans la plupart des cas, parmi les produits biocides utilisés dans les établissements qui ont répondu.
- L'activité « santé humaine et action sociale » englobant les activités hospitalières, l'hébergement social pour personnes âgées et l'action sociale sans hébergement, serait a priori la plus émettrice de ces substances.
- La quantité de DIDAC émise par le CHU serait a priori très supérieure à toutes les autres molécules, toutes activités confondues.
- Enfin, concernant la présence ou non des substances ciblées, le Méthylparabène ne serait recensé pour aucun des établissements ayant répondu.

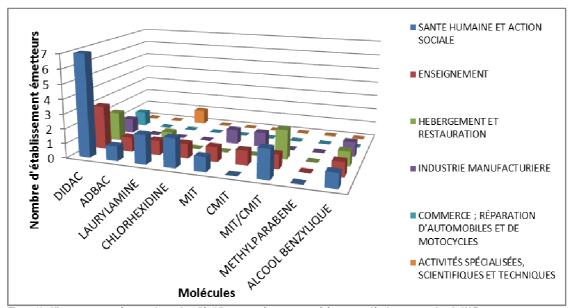


Figure 13 : Histogramme représentant le nombre d'établissements émetteurs « avérés » par molécule et par section de NAF

### 5. Campagnes d'analyses

Sur le site du CHU, deux campagnes d'analyses en six points de prélèvements étaient initialement prévues au cours de la phase 1 du projet. Après discussion avec l'ensemble des partenaires, il a été jugé cependant que le choix des six points de prélèvements au niveau du site était peu justifié d'un point de vue scientifique. Pour confirmer les résultats obtenus, trois campagnes d'analyses en quatre points situés à la sortie des principaux bâtiments du site et englobant les 2 réseaux ont donc finalement été privilégiées. Au cours de ces campagnes, pour chaque point, le dosage des trois molécules biocides les plus spécifiques des activités de soins (i.e. chlorure de didécyldiméthyl ammonium, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl) laurylamine) et la mesure des paramètres globaux des eaux (i.e. DCO, MES, DBO<sub>5</sub>, pH...) ont été réalisés à partir d'un échantillon moyen résultant de 24 h de collection. Les mesures des concentrations en biocides obtenues au cours de ces campagnes ont été comparées aux estimations établies à partir des consommations. Les mesures des paramètres globaux serviront quant à elles de support pour les phases 2 et 3 du projet. Elles permettront pour la phase 2 de fixer les conditions expérimentales pour l'étude de la stabilité des biocides dans les eaux résiduaires et pour la phase 3 de mieux déterminer les paramètres d'ozonation catalytique lors de l'évaluation de l'impact d'un traitement sur la dégradation des biocides.

De même, deux campagnes de prélèvements en 10 points du réseau d'assainissement du Grand Poitiers ont été réalisées (la première du 01 au 02/12/2015, et la seconde du 31/05 au 01/06/2016). Lors de la première campagne, pour chacun des échantillons moyens prélevés sur 24 h, les 8 substances biocides sélectionnées pour l'étude (Tableau 3) ainsi que les paramètres globaux (DCO, DBO<sub>5</sub>, et MES) ont été analysés. Lors de la seconde campagne, non initialement prévue au cours de ce projet, seules les 3 substances biocides recherchées sur le site du CHU, ainsi que les paramètres globaux ont été analysés. L'analyse des biocides a été réalisée par le laboratoire sous-traitant de Veolia lors de la première campagne et par l'IC2MP lors de la seconde. A partir de ces deux campagnes d'analyses, une évaluation de la contribution du CHU à la charge totale reçue par la

station d'épuration (i.e. DCO, MES, DBO<sub>5</sub>, biocides) a été réalisée, et un bilan massique (contributeurs/entrée de STEP) a été établi.

# 5.1. Choix des points de prélèvement

Pour les trois campagnes d'analyses réalisées sur le site du CHU, 4 points de prélèvement situés à la sortie des principaux bâtiments du site et englobant les 2 réseaux ont été choisis pour l'étude. Parmi ces 4 points, 3 correspondent aux points d'estimation des quantités de biocides rejetés au niveau du CHU (points a, e et f, Figure 4) et 1 à la sortie du CH Laborit (point c, Figure 4).

Pour les campagnes de prélèvements réalisées sur le réseau, 10 points de mesures incluant l'exutoire des rejets du CHU, 2 points au niveau de la station d'épuration (entrée et sortie) et 7 points sur l'ensemble du réseau ont été retenus. Pour ces 7 derniers points, 1 point noté « urbain pur » représentant un effluent 100% domestique a été choisi pour jouer le rôle de « référence » pour la campagne d'analyse. Concernant les 6 points restant, l'objectif était de :

- confirmer les résultats d'enquêtes pour lesquels les rejets en biocides sont avérés ;
- apporter des informations complémentaires qui n'ont pas pu être déterminées grâce aux enquêtes terrain.

Les résultats de l'enquête terrain ont montré 17 établissements émetteurs incluant différents codes NAF. En partant de l'hypothèse que les établissements de mêmes codes NAF, que ceux dits « avérés » pourraient rejeter au moins l'une des substances retenues pour le projet, une extraction des établissements de l'Agglomération de Poitiers a donc été réalisée (Figure 14).

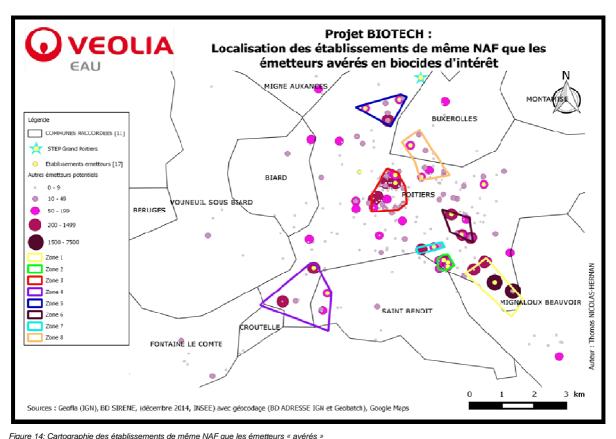


Figure 14: Cartographie des établissements de meme INAF que les émetteurs « averes » Source des données : Véolia Eau

Les 6 points réseaux restants ont été proposés à partir de ce zonage par consensus des partenaires du projet, en retenant les points où se trouvent, *a priori*, les apports les plus importants. Pour chacun de ces points de mesure, une validation a ensuite été réalisée suite à une visite technique sur site pour vérifier la faisabilité technique (conditions d'accès, conditions hydrauliques comme la présence d'un écoulement, matériel pouvant être déployé (préleveurs, débitmètres...)).

Le tableau 9 et la figure 15 présentent la situation géographique et la liste de ces points.

Tableau 9 : Listes des points de prélèvements retenus pour la campagne de prélèvements sur le réseau

Référence	Nom usuel	Type d'effluent
PR-BIOTECH-0	«Urbain pur »	Domestique
PR-BIOTECH-1	« Bassin d'orage CHU »*	Hospitalier
PR-BIOTECH-2	« Polyclinique »	Hospitalier
PR-BIOTECH-3	« Gibauderie »	Mixte
PR-BIOTECH-4	« Poitiers Sud »	Mixte
PR-BIOTECH-5	« SAFT »	Mixte
PR-BIOTECH-6	« CCI »	Industriel
PR-BIOTECH-7	«Campus Universitaire »	Mixte
PR-BIOTECH-8	« Entrée STEP »	Effluent Brut Total
PR-BIOTECH-9	« Sortie STEP »	Effluent Traité

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : \*Exutoire des rejets du site du CHU situé à proximité du bassin d'orage

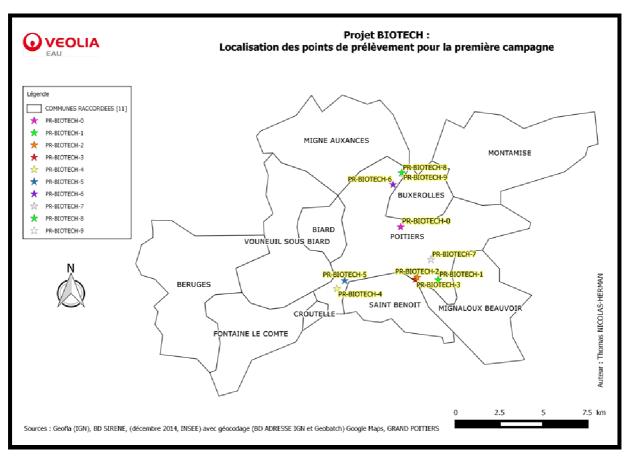


Figure 15 : Cartographie des points de prélèvement sur les sites d'étude Source des données : Véolia Eau

Parmi ces points, il est à noter que :

- le point « Gibauderie » rassemble les effluents rejetés par la Clinique Saint Charles, la résidence La Rose d'Aliénor (EHPAD), et autres, mais également ceux de la Polyclinique.
- Le point « SAFT » est un effluent dit mixte, car il collecte à la fois les effluents rejetés par l'industriel du même nom (industriel fabriquant des piles et des accumulateurs électriques) et ceux d'une zone résidentielle avoisinante.
- Le point « Poitiers Sud » regroupe un peu tout type d'activités (résidentielle et industrielle), mais aucune activité de soins.
- Le PR-7 « campus universitaire » est un effluent mixte réceptionnant les rejets de l'université de Poitiers mais également l'ensemble de la commune de Mignaloux-Beauvoir (Figure 15).
- Le PR-6 « CCI » ne réceptionne que les rejets de la CCI (ou Maison de la formation).

### 5.2. Développement analytique

Lors des campagnes de prélèvements, l'analyse des 8 substances biocides sur le réseau a été réalisée par l'intermédiaire d'un laboratoire d'analyse sous-traitant de Véolia Eau. Au niveau du CHU en revanche, les trois biocides les plus spécifiques d'une activité de soins (i.e. chlorure de

didécyldiméthyl ammonium, chlorhexidine et bis(aminopropyl) laurylamine) ont été analysés par le partenaire IC2MP. Pour ces trois molécules, une mise au point analytique a été réalisée. Afin de confronter les méthodes d'analyse employées par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant de Véolia Eau pour ces substances, des tests comparatifs ont été effectués sur un échantillon ponctuel prélevé à la sortie du site du CHU.

# 5.2.1. <u>Description de la méthode employée pour le dosage des trois biocides les</u> plus spécifiques d'une activité de soins

Au sein de l'IC2MP, la mise au point analytique a été réalisée par UHPLC/MS sur un appareillage constitué d'un passeur d'échantillons (Accela open autosampler, Thermofisher), d'une pompe quaternaire haute pression (Accela 1250, Thermofisher) et d'un spectromètre de masse à haute résolution (Q-Exactive, Thermofisher).

Différents gradients d'élution ont été testés avec une colonne Hypersil GOLD (100 x 2.1 mm ; 1.9  $\mu$ m) de façon à optimiser la séparation chromatographique. Afin d'analyser l'ensemble des composés en une seule injection, le gradient suivant avec un débit de 550  $\mu$ L/min a alors été retenu (Tableau 10).

Tableau 10 : Gradient d'élution employé pour l'analyse UHPLC/MS des trois molécules biocides les plus spécifiques des activités de soins

Tomps d'analyse	Composition de la	a phase mobile (en %)	
Temps d'analyse (en min)	Acétonitrile (0,1 % HCOOH)	Eau (0,1 % HCOOH)	Elution employée
0	15	85	
0,5	15	85	
2	100	0	
3	100	0	Gradient linéaire
3,3	15	85	
5,6	15	85	

Source des données : IC2MP

Lors de l'analyse par spectrométrie de masse, une ionisation par electrospray (ESI) en mode positif a été utilisée. Les conditions de la source d'ionisation sont décrites dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Conditions d'ionisation de la source employées pour l'analyse des biocides par spectrométrie de masse

Débit du gaz de nébulisation	60 ua*
Débit du gaz auxiliaire	20 ua*
Tension de capillaire	3 kV
Température du capillaire de transfert des ions	325°C
S-lens RF level	50
Température de la chambre de vaporisation	500 °C

Source des données : IC2MP

Pour la quantification, le mode Target-SIM a été employé. Pour confirmer la présence des molécules dans les échantillons, des analyses MS<sup>2</sup> ont été programmées sur chaque ion moléculaire. Pour cela, les conditions analytiques employées pour chaque biocide sont résumées dans le Tableau 12.

Tableau 12 : Conditions analytiques employés pour la quantification des biocides

		Chlorure de didécyl diméthyl amonium	Digluconate de chlorhexidine	Bis(aminopropyl) laurylamine
es de ation	lon ciblé (m/z)	326,37813	505,21047	300,33732
	Résolution		35000	
	AGC Target		10 <sup>5</sup>	
Paramètres de quantification	Temps maximum d'injection		50 ms	
Paramètres de confirmation	Energie de collision	46	20	18
	Résolution		17500	
	AGC Target		10 <sup>5</sup>	
	Temps maximum d'injection		50 ms	
	lons fragments (m/z)	186,22157	353,19586 336,16924	283,31068

Source des données : IC2MP

Lors des campagnes d'analyses, un traitement préalable par centrifugation des échantillons a été réalisé. Dans ces conditions, un temps de centrifugation de 10 minutes à 10 000 G avec une centrifugeuse AWEL a été employé. Pour chaque composé, de façon à pallier aux effets de matrice, la méthode des ajouts dosés a été appliquée pour la quantification.

#### 5.2.2. Comparaison des méthodes d'analyse et étude de la stabilité des échantillons

La Figure 16 et l'Annexe 10.4 présentent les résultats obtenus par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant de Véolia lors du test comparatif effectué sur un échantillon ponctuel prélevé à la sortie du site du CHU.

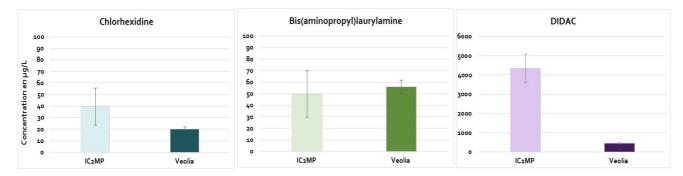


Figure 16 : Comparaison des résultats obtenus par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant de Véolia lors du test comparatif sur un échantillon ponctuel préleyé à la sortie du CHU

ponctuel prélevé à la sortie du CHU Source des données : IC2MP et Véolia Eau

Nota bene : la valeur de concentration en DIDAC présentée par l'IC2MP n'est ici qu'une valeur indicative (la valeur obtenue lors de ce test étant inférieure à la limite de quantification)

Dans le cas de la chlorhexidine et du bis(aminopropyl)laurylamine, des concentrations d'un même ordre de grandeur ont été obtenues par les 2 laboratoires d'analyse. Dans le cas du DIDAC en revanche, une différence significative d'un facteur 10 a pu être observée entre les deux laboratoires. Ces différences pourraient en grande partie s'expliquer par l'utilisation de filtres d'acétate de cellulose lors de la préparation des échantillons par le laboratoire soustraitant de Véolia. En effet, lors d'une première étude réalisée par l'IC2MP en 2012, une rétention significative du DIDAC avait été observée lors du prétraitement des échantillons par filtration sur filtres d'acétate de cellulose (Le Guet, 2012). Toutefois, pour cette molécule, d'autres paramètres pourraient également expliquer ces différences :

- La stabilité des échantillons sur plusieurs jours: Un délai de 5 à 10 jours a en effet été observé avant l'analyse par le laboratoire sous-traitant de Véolia contre 1 jour simplement lors de l'analyse par l'IC2MP
- Le type de flaconnage utilisé pour la conservation des échantillons: Dans le cadre de ce travail, un flaconnage en verre a en effet été utilisé pour conserver les échantillons. Or, d'après les données de la littérature, des phénomènes d'adsorption sur le verre pourraient être observés pour le digluconate de chlorhexidine et le DIDAC (Brougham et al., 1986; Daniels, 1992; Fernandez et al., 1996; Usii et al., 2006; Bergé et al., 2016)
- Le facteur de dilution avant analyse du DIDAC : Dans le cas de l'IC2MP, une dilution au 1/50 des échantillons ne permettant pas de dépasser la limite de quantification a été réalisée avant analyse. Lors de ces tests, seule une estimation de la concentration a donc été proposée.

L'impact de ces 3 facteurs sur les différences observées a été examiné. Une étude de la stabilité des molécules sur 6 jours à 4°C dans 2 types de flaconnage (verre et plastique) a été réalisée au sein de l'IC2MP. De même, des analyses du DIDAC après dilution au 1/10 des échantillons ont été menées sur un échantillon prélevé à la sortie du CHU. Les résultats obtenus sont résumés dans la Figure 17 et l'Annexe 10.5.

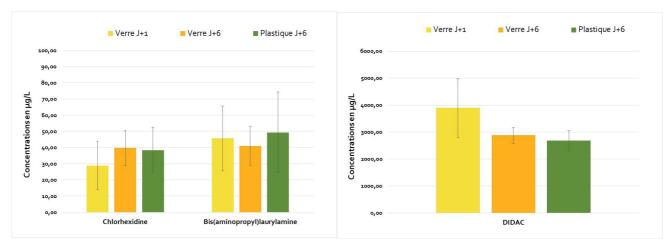


Figure 17 : Etude de la stabilité des biocides sur 6 jours et dans 2 types de flaconnage Source des données : ICPMP

Ces résultats montrent, quel que soit le type de conditionnement employé, une bonne stabilité des échantillons sur une période de 6 jours. Concernant le DIDAC, les analyses réalisées après dilution au 1/10 des échantillons confirment l'ordre de grandeur de la concentration obtenue par l'IC2MP lors du test comparatif.

Parallèlement, sur le même prélèvement, une analyse du DIDAC après dilution au 1/20 de l'échantillon, sans filtration préalable a été réalisé par le laboratoire sous-traitant de Véolia. Dans ces conditions, une concentration de 7800  $\mu$ g/L contre seulement 450  $\mu$ g/L obtenue lors du test comparatif (Figure 16 et Annexe 10.4) après filtration de l'échantillon a pu être observée.

Enfin, un dernier test comparatif d'analyse sans filtration préalable des échantillons a été réalisé sur 2 prélèvements différents prélevés en entrée de station d'épuration. Pour ces 2 échantillons, dans ces conditions, des concentrations en DIDAC d'un même ordre de grandeur (266  $\mu$ g/L pour IC2MP et 930  $\mu$ g/L le laboratoire sous-traitant de Véolia) ont été obtenues par les 2 laboratoires d'analyse.

Ainsi, il a été décidé suite à ces résultats qu'une dilution des échantillons serait préférée dans la mesure du possible à une filtration des échantillons sur filtre en acétate de cellulose lors de l'analyse des ammoniums quaternaires (DIDAC et ABDAC) par le laboratoire sous-traitant de Véolia. Pour les échantillons pour lesquels ce ne serait pas possible, un facteur de rétention a été déterminé.

# 5.3. Conditions de prélèvements et de transport des échantillons

Tous les prélèvements réalisés dans le cadre des campagnes d'analyses de la phase 1 de ce projet ont été effectués selon la norme FD T 90-523-2 et selon la circulaire RSDE du 5 janvier 2009 (pour les ICPE) et du 29 septembre 2010 (pour les eaux usées urbaines).

Pour chaque point de prélèvement, les activités urbaines ou industrielles présentant une variabilité de leur charge polluante au cours du temps, un prélèvement fractionné moyen 24 h a été choisi. Pour cela, les échantillons ont été prélevés à l'aide d'échantillonneurs automatiques de type mono-flacon ou multi-flacons avec, si possible, mesure de débit de type bulle à bulle ou hauteur/vitesse en parallèle.

Dans ces conditions, afin de permettre un prélèvement avec asservissement au débit, différents choix ont été retenus :

- Prélèvement asservi au temps à l'aide de préleveurs multi-flacons verre (24 flacons de 350 mL) avec mesure de débit en parallèle à l'aide d'un manchon et confection d'un échantillon moyen avec répartition des 24 flacons suivant les débits horaires (pour les 7 points du réseau, le point sortie CH Laborit et la sortie de la tour Jean-Bernard pour la troisième campagne au niveau du CHU).

- Prélèvement asservi au temps à l'aide de préleveurs mono-flacon verre de 17 L, puis relevé des volumes à l'aide de compteurs (pour les 2 points STEP et la sortie de la tour Jean-Bernard pour les 2 premières campagnes au niveau du CHU).
- Prélèvement asservi au débit à l'aide d'un préleveur mono-flacon verre de 17 L. Asservissement réalisé à l'aide d'un débitmètre fixe présent au point de prélèvement (pour le point sortie du CHU).

Lorsqu'aucune mesure de débit n'était possible d'un point de vue pratique sur le terrain (cas du point à la sortie de la blanchisserie au niveau du site du CHU uniquement), un prélèvement asservi au temps a été réalisé. Dans ces conditions, un préleveur mono-flacon ou multi-flacons a été employé. Lorsqu'un préleveur multi-flacons a été utilisé (cas de la troisième campagne d'analyse réalisée au niveau du CHU), la confection d'un échantillon moyen équivalent asservi au débit a alors été effectuée. Pour cela, une estimation des débits horaires par différence (telle que débit Blanchisserie = débit sortie CHU – débit Jean-Bernard – débit Laborit) a été effectuée.

Une fois les prélèvements réalisés, les échantillons ont été envoyés le plus rapidement possible par transporteur dans des glacières isothermes avec pains de glace aux laboratoires d'analyse. Les analyses ont ensuite été réalisées le plus tôt possible. Si une analyse le jour de la réception des échantillons ne pouvait être réalisée, une conservation des échantillons au réfrigérateur à 4°C a été effectuée.

# 5.4. Organisation des campagnes

Lors des campagnes de prélèvements, la mise en place du matériel nécessaire aux prélèvements et la gestion de la campagne de mesures ont été confiées à un prestataire local, IANESCO. Pour la campagne réalisée sur le réseau, de façon à effectuer les prélèvements moyens sur les 10 points de mesure en même temps, l'organisation suivante a été suivie :

- JOUR J: Installation de l'ensemble du matériel sur les 10 points de mesure, comprenant la mise en place des manchons avec canne de bullage pour la débitmétrie, l'étalonnage et la programmation du préleveur, la mise en sécurité du site (balisage, protection des matériels);
- JOUR J+1 : Démarrage automatique de l'ensemble des préleveurs (à 8h00), et vérification du bon fonctionnement des préleveurs et débitmètres ;
- JOUR J+2 : Récupération de l'ensemble des préleveurs et débitmètres pour confection des échantillons moyens 24 h.

Pour les campagnes réalisées sur le site du CHU, un protocole similaire a été employé. Toutefois, le site étant plus restreint et le nombre de points de mesure moins important, l'installation du matériel et le démarrage des préleveurs automatiques a été réalisé le même jour.

#### 5.5. Résultats des campagnes de prélèvements

#### 5.5.1. Sur le site du CHU

#### Paramètres globaux

Les résultats des paramètres globaux obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements menées au niveau du site du CHU les 13/01/2016, 26/01/2016 et 14/06/2016 sont présentés dans la figure 18 et l'Annexe 10.6.

Ces résultats montrent pour les 3 campagnes et les 4 points de prélèvements des valeurs de pH de  $8.2 \pm 0.2$  et de MES de  $200 \pm 64$  mg/L.

Dans le cas de la DCO et de la DBO5, des valeurs de 260 à 730 mgO<sub>2</sub>/L pour la DCO et de 99 à 260 mgO<sub>2</sub>/L pour la DBO5 ont été relevées suivant la campagne et les points de prélèvements. A la sortie du site (proximité du bassin d'orage), des valeurs moyennes de 533 ± 75 mgO<sub>2</sub>/L et de 220 ± 30 mgO<sub>2</sub>/L sont observées respectivement pour la DCO et la DBO5. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les valeurs généralement retrouvées lors du suivi régulier de la qualité des effluents du CHU. Pour ces 2 paramètres, des valeurs légèrement supérieures au niveau du point « Blanchisserie » et inférieures au niveau du point de la « Tour Jean Bernard » et de « Laborit » sont notées. Pour l'ensemble des points, des rapports de DCO/DBO5 de 2 à 3 reflétant une biodégradabilité moyenne des rejets sont obtenus.

Enfin, concernant les débits journaliers, un débit moyen de 1322 ± 260 m³/jour a été observé lors des 3 campagnes au niveau de la sortie du site (proximité du bassin d'orage »). Pour les 4 points de prélèvements, des débits légèrement supérieurs ont été relevés lors de la première campagne. Ces plus fortes valeurs de débits se traduisent généralement par de plus faibles valeurs de DCO et de DBO5 lors de cette première campagne (effluents dilués).

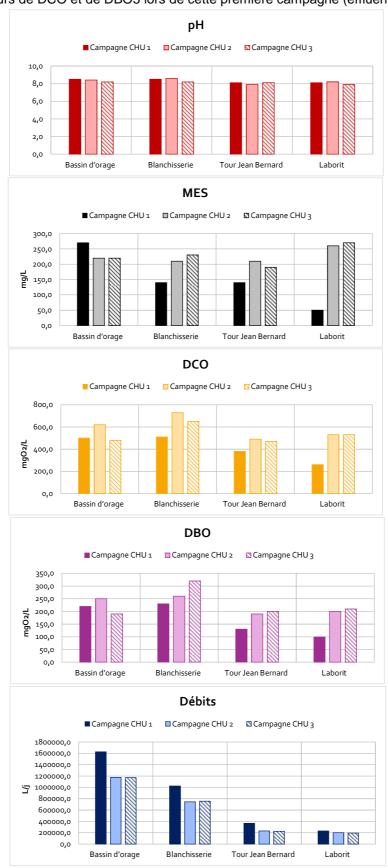


Figure 18 : Paramètres globaux obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements au niveau du site du CHU de Poitiers Source des données : CHU de Poitiers

#### Résultats obtenus pour les 3 biocides les plus spécifiques d'une activité de soins

Outre les paramètres globaux, une analyse des 3 biocides les plus spécifiques d'une activité de soins a également été effectuée lors des campagnes de prélèvements réalisées sur le site du CHU. Les concentrations obtenues pour ces 3 molécules sont présentées dans la figure 19 et en Annexe 10.7.

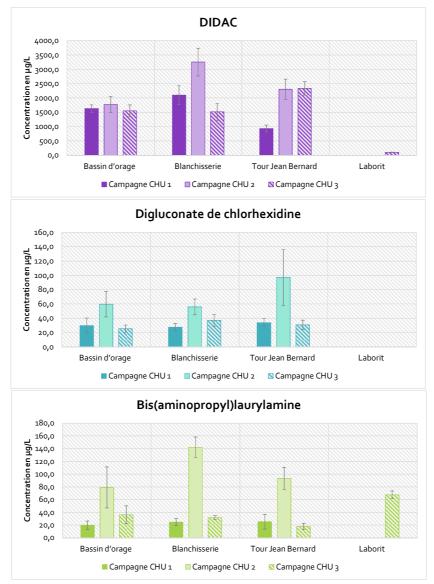


Figure 19 : Concentrations en biocides obtenues lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées sur le site du CHU Source des données : IC2MP

Ces résultats montrent de très faibles teneurs voire une absence de DIDAC et de digluconate de chlorhexidine à la sortie du CH Laborit. De même lors des 2 premières campagnes de prélèvements, aucun rejet de bis(aminopropyl)laurylamine n'a été relevé au niveau de ce point. Ces observations sont en accord avec les réponses au questionnaire du CH Laborit obtenues lors de l'enquête terrain réalisée de septembre à octobre 2015. Au cours de cette phase du projet en effet, le CH Laborit n'est pas ressorti comme étant un émetteur potentiel de telles substances. Lors de la dernière campagne cependant, une concentration significative de bis(aminopropyl)laurylamine a été mise en évidence au niveau de ce même point. Ce résultat a été confirmé par plusieurs analyses. La dernière campagne de prélèvements ayant été réalisée plusieurs mois après les enquêtes terrain et les 2 premières campagnes de prélèvements (en juin contre janvier 2016 pour les 2 premières campagnes), un changement de protocole de désinfection des surfaces au niveau de ce site pourrait expliquer les différences observées pour ce composé. De même, entre la 3ème et la 3ème campagne de prélèvements, le raccordement d'un nouveau bâtiment administratif du CHU au niveau du point « sortie CH Laborit » a été réalisé. Ce bâtiment a été mis en service lors de la dernière campagne de prélèvements. Les rejets de ce bâtiments, non encore habité mais en cours de nettoyage durant cette période, pourraient donc également justifier ces différences.

Concernant les points de la blanchisserie et de la Tour Jean-Bernard, des prélèvements asservis au temps ont été effectués lors des deux premières campagnes alors qu'un prélèvement asservi au débit a été réalisé lors de la troisième campagne. Dans ces conditions, aucune tendance n'est notée sur les concentrations relevées au niveau de ces points suivant le mode de prélèvement.

Quel que soit le mode de prélèvement, des concentrations significatives, supérieures aux limites de quantifications, ont été relevées pour les 3 molécules et les 3 campagnes de prélèvements au niveau de la sortie du site (i.e. proximité du bassin d'orage), de la Tour Jean-Bernard et du point de la blanchisserie. Ces concentrations vont de 933 à 3250  $\mu$ g/L pour le DIDAC, 25 à 97  $\mu$ g/L pour le digluconate de chlorhexidine et de 18 à 142  $\mu$ g/L pour le bis(aminopropyl)laurylamine. Dans le cas du digluconate de chlorhexidine et de façon plus prononcée également dans le cas du (bis(aminopropyl)laurylamine), des concentrations plus importantes ont été relevées pour les 3 points lors de la  $2^{\rm ème}$  campagne de prélèvements.

A partir de ces résultats, en prenant en considération les débits journaliers, pour chaque molécule, la quantité journalière rejetée au niveau de la sortie du site (proximité du bassin d'orage) a été calculée et comparée aux quantités journalières observées au niveau des trois autres points (figure 20). Lors des campagnes, seule la troisième campagne réalisée avec un prélèvement asservi au débit au niveau des différents points de prélèvements peut réellement permettre une telle comparaison. Cependant, aucun impact n'étant observée sur les concentrations relevées suivant le mode de prélèvement (Figure 19), un calcul équivalent a également été effectué pour les deux premières campagnes.

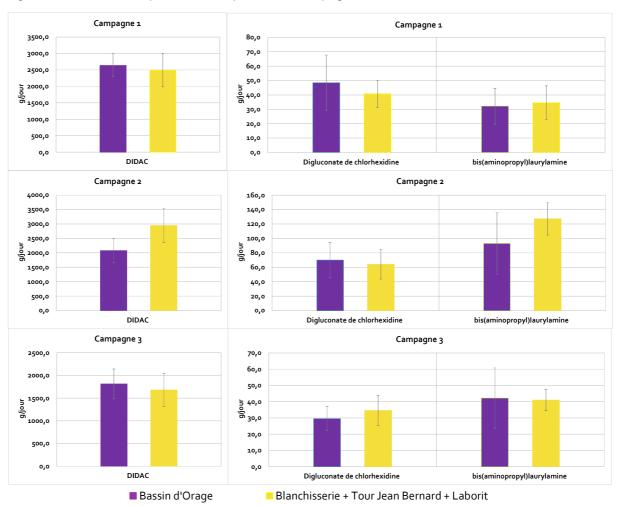


Figure 20: Bilans massiques (sortie du CHU /Point Blanchisserie + Tour Jean-Bernard + CH Laborit) obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées sur le site du CHU Source : IC2MP

Dans ces conditions, pour les trois campagnes de prélèvements, le bilan massique :

Quantité journalière rejetée au niveau de la sortie du site
=
∑ des quantités journalières observées au niveau du point « Blanchisserie » + « Tour Jean-Bernard » + «CH Laborit »

Enfin, pour chacun de ces points, une comparaison des quantités journalières retrouvées dans les rejets aux quantités journalières consommées, estimées à partir des données du CHU (paragraphe 3), a été réalisée (Figure 21). Lors de cette estimation, une consommation en biocides constante sur 5 à 7 jours par semaine a été considérée, en raison de la baisse d'activité du CHU le week-end.

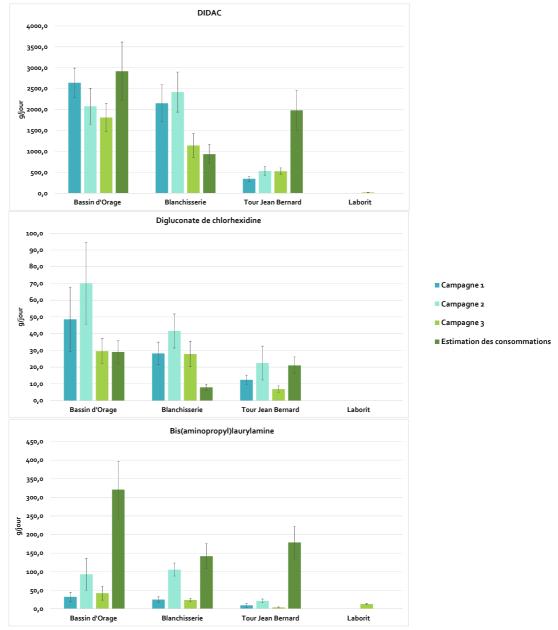


Figure 21 : Comparaison des quantités journalières retrouvées dans les rejets aux quantités journalières moyennes consommées Sources : IC2MP et CHU de Poitiers

Ces résultats montrent, dans le cas du DIDAC, qu'une quantité comprise entre 60 et 90% de ce qui est consommé serait retrouvée à la sortie du site du CHU (i.e. proximité du bassin d'orage). Ces pourcentages seraient diminués au niveau de la Tour Jean-Bernard et augmentés au niveau du point de la blanchisserie. Au niveau de ce dernier point en effet, des quantités équivalentes, voire supérieures, aux estimations des quantités consommées ont été observées lors des 3 campagnes. Le DIDAC est principalement utilisé au niveau du CHU comme détergent-désinfectant de l'instrumentation, détergent-désinfectant de surface et désinfectant du linge. Lors de son utilisation, une certaine quantité peut rester fixée sur les surfaces, l'instrumentation ou les supports textiles utilisés pour l'entretien des sols et des surfaces (e.g. chiffons, franges...). De même, lors de son rejet dans les eaux usées, une partie pourrait s'adsorber sur les matières en suspension et expliquer la différence observée au niveau de la sortie de la Tour Jean-Bernard (Ismail et al., 2010 ; Kreuzinger et al., 2007 ;

Martinez-Carballo *et al.*, 2007). Au niveau du point de la « Blanchisserie », outre, les rejets issus du pôle de cancérologie, du pavillon Beauchant (incluant les services de pneumologie, et de cardiologie), de la cité gériatrique et de la pharmacie centrale, les eaux issues de la blanchisserie sont collectées. Au niveau de ce bâtiment, le linge et les textiles utilisés pour l'entretien et la désinfection des surfaces sont lavés et peuvent relarguer une certaine quantité de biocides. De même, du linge et des textiles utilisés pour l'entretien des locaux provenant d'autres établissements (e.g. Montmorillon et Laborit) pouvant relarguer de telles substances sont lavés. Une plus grande proportion de DIDAC serait alors rejetée.

Dans le cas du digluconate de chlorhexidine, des quantités comparables ou légèrement supérieures (de 100 à 165%) à ce qui est consommé seraient observées à la sortie du site (i.e. proximité du bassin d'orage). Au niveau du CHU, ce composé est principalement employé pour la désinfection de l'instrumentation et pour un usage antiseptique. Lors de cette étude, l'usage antiseptique étant plus aléatoire (i.e. dépendant des soins réalisés) et que partiellement éliminé dans les rejets, seules les quantités utilisées pour la désinfection de l'instrumentation ont été prises en considération pour l'estimation des consommations dans la figure 21. Pour l'ensemble des bâtiments du site cependant, de fortes consommations de digluconate de chlorhexidine de l'ordre de 67 kg/an (sous forme de savon antiseptique et de bain de bouche notamment) sont utilisées pour un usage antiseptique. Cet usage pourrait expliquer les différences observées entre les quantités rejetées et les estimations des quantités consommées telles que présentées dans la figure 21.

Enfin, en ce qui concerne le bis(aminopropyl)laurylamine, pour tous les points de prélèvement, les quantités observées dans les rejets seraient nettement inférieures aux quantités journalières moyennes consommées. Au niveau de la sortie du site seulement 10 à 30% de ce qui est consommé serait en effet observé dans les rejets. Ce composé est essentiellement utilisé (sans rinçage) pour la désinfection des surfaces au niveau du CHU. Lors de cet usage, une certaine quantité de produit peut rester fixée sur les supports (i.e. surfaces et textiles utilisés pour l'entretien des surfaces). De plus, pour ce composé, il est demandé au niveau du site que la quantité nécessaire à l'imprégnation des textiles utilisés pour l'entretien des surfaces soit préparée au plus juste. Les résultats obtenus sont donc en accord avec les pratiques préconisées et telles, qu'un minimum de rejet dans les eaux usées est généralement effectué. Comme pour le DIDAC, probablement en raison du nettoyage des textiles utilisés pour l'entretien des surfaces mais également en raison de la récupération du linge provenant d'autres établissements de santé, une proportion un peu plus importante serait rejetée au niveau du point de la « Blanchisserie ».

#### 5.5.2. Sur le réseau

Une seule campagne de prélèvements était initialement prévue sur le réseau. Pour confirmer les résultats cependant, notamment pour les trois biocides les plus représentatifs d'une activité de soins, une seconde campagne a été finalement réalisée. Toutefois, cette seconde campagne s'est inscrite sur une période particulièrement pluvieuse rendant la comparaison et l'interprétation des résultats obtenus difficiles. Les résultats des 2 campagnes ont donc été traités séparément pour souligner les premières tendances à retenir en restant prudents sur les observations faites (car issues de campagnes ponctuelles).

## Première campagne réseau en temps sec

Lors de la première campagne, les prélèvements ont tous été réalisés du 01/12/2015 à 8h00 au 02/12/2015 à 8h00, à l'exception du point PR-BIOTECH-1 – « Bassin orage CHU », qui a eu lieu du 03 au 04/12/2015, du fait d'un défaut de prélèvement la journée du 1<sup>er</sup> décembre. Ces deux journées de prélèvements ont été des journées de temps sec (Figure 22).



Figure 22: Pluviométrie enregistrée sur la commune de Poitiers en novembre (à gauche) et décembre 2015 (à droite). Source des données : http://www.meteociel.fr/climatologie/climato.php

Les résultats d'analyse des paramètres globaux (DCO, DBO5 et MES), ainsi que les volumes journaliers comptabilisés sont présentés dans le tableau 13. Tous les prélèvements, réalisés tels que décrits dans le paragraphe 5.3, ont été des moyens 24 h, hormis le PR-BIOTECH-0 – « Urbain pur » qui a été un moyen 13 h (prélevé entre 8 h 00 et 21 h 00), et le PR-BIOTECH-1 – « Bassin orage CHU », qui a été prélevé sur une période de 27 h (de 8 h 00 le 03/12/2015 à 11 h 00 le 04/12/2015).

Tableau 13 : Résultats des paramètres globaux et des débits journaliers lors de la première campagne sur le réseau.

	Volumes		Concentrations		Ratios	Flux			% (m/m)*			
Références	Débits	%	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	DCO /	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>			
	m³/j	(v/v)	mg/L	mg O₂/L		DBO	kg/j kg O₂/j		MES	DCO	DBO₅	
PR0 "Urbain pur"	73	0,4	920	1153	820	1,4	67	84	60	1,1	0,6	1,5
PR1 "Sortie CHU"	1169	6,6	250	750	260	2,9	292	877	304	4,9	6,5	7,5
PR2 "Polyclinique"	114	0,6	190	692	200	3,5	22	79	23	0,4%	0,6	0,6
PR3 "Gibauderie"	406	2,3	415	831	420	2,0	168	337	170	2,8	2,5	4,2
PR4 "Poitiers Sud"	245	1,4	460	1122	540	2,1	113	275	132	1,9	2,0	3,3
PR5 "SAFT"	176	1,0	185	423	150	2,8	33	74	26	0,5	0,6	0,6
PR6 "CCI"	148	0,8	320	859	460	1,9	47	127	68	0,8	0,9	1,7
PR7 "Campus univ."	1153	6,5	395	949	340	2,8	455	1 094	392	7,6	8,1	9,6
PR8 "Entrée STEP"	17680	100	340	761	230	3,3	6011	13454	4066	100	100	100
PR9 "Sortie STEP"	16820	-	2	24	< 2	-	34	402	< 34	-	-	-

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : \* % exprimé par rapport à l'entrée de STEP

De manière générale, on constate que les effluents dits domestiques ou mixtes (Tableau 9) ont un taux de biodégradabilité satisfaisant (ratio DCO/DBO5 < 2), en particulier l'échantillon PR-BIOTECH-0 – « Urbain pur » avec un ratio de 1,4. Les deux échantillons hospitaliers (PR-BIOTECH-1 – « Bassin orage CHU », et PR-BIOTECH-2 – « Polyclinique ») sont quant à eux bien moins biodégradables, avec des ratios respectivement égaux à 2,9 et 3,5. Au final, l'effluent en entrée de STEP (PR-BIOTECH-8), avec un ratio de 3,3, pourrait être caractérisé d'effluent non facilement biodégradable.

En termes de débit, on note que le CHU sur une journée de temps sec concourt à hauteur de 6,6% du volume reçu par la STEP. Les rejets de la Polyclinique ne représentent quant à eux que 0,6%. Enfin, au point PR-BIOTECH-7 – « Campus Universitaire », il transite sur une journée un volume d'eau équivalent à celui rejeté en sortie de CHU (de l'ordre de 1 200 m³/j).

En termes de flux massique en DCO, DBO5 et MES, les rejets du CHU représenteraient entre 5 et 7,5% du flux reçu en entrée de STEP. Il faut garder à l'esprit que ces rejets contiennent également ceux du Centre Hospitalier Henri Laborit (point c Figure 4).

Concernant les biocides, le tableau 14 présente les concentrations obtenues par le laboratoire sous-traitant de Véolia lors de cette campagne pour les 8 molécules étudiées. De même, pour rappel dans ce tableau, le volume journalier comptabilisé en chaque point est indiqué.

Lors de ces analyses, comme précisé dans le paragraphe 5.2.2., pour certains échantillons très chargés en MES, le laboratoire sous-traitant de Véolia a dû procéder à une filtration avant de pouvoir effectuer les analyses des ammoniums quaternaires (ABDAC et DIDAC). Dans ces quelques cas, les concentrations présentées dans le tableau 14 sont des valeurs recalculées à l'aide d'un facteur de rétention déterminé par le laboratoire (i.e. 52% pour l'ABDAC dans sa forme C12 et 83% dans sa forme C14, et 75% pour le DIDAC). Ces facteurs étant relativement élevées, les valeurs de concentration recalculées de cette manière devront être interprétées avec précaution.

Tableau 14: Résultats des analyses de biocides lors de la première campagne sur le réseau.

Références	Volumes				Concentrations				
<del>-</del>		ABDAC	DIDAC	Bis(aminopropyl) laurylamine	Digluconate de chlorhexidine	MIT	CMIT	Méthyl parabène	Alcool benzylique
	m³/j	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
PR0 "Urbain pur"	73	238*	164*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	22
PR1 "Sortie CHU"	1169	201*	7800	< LQ	5,7	< LQ	< LQ	< LQ	35
PR2 "Polyclinique"	114	322*	6800	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	130
PR3 "Gibauderie"	406	177*	3300	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	43
PR4 "Poitiers Sud"	245	1090*	880*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	17
PR5 "SAFT"	176	< LQ	324*	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
PR6 "CCI"	148	2900	3100	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< 3**	< LQ
PR7 "Campus univ."	1153	630	1100	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< 20**	12
PR8 "Entrée STEP"	17680	420*	930	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20
PR9 "Sortie STEP"	16820	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
LQ en µg/L	-	10	10	10	1,8	1	1	2	10

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : \*Analyse sur échantillon filtré ; valeur recalculée à l'aide du facteur de rétention déterminé ; \*\*LQ augmentée en raison d'une interférence de matrice.

A partir de ces résultats, on constate que les concentrations en laurylamine (bis(aminopropyl)laurylmanine), MIT, CMIT et méthylparabène sont toutes inférieures aux limites de quantification, et ce, pour l'ensemble des points de prélèvement. Il en est pratiquement de même pour le digluconate de chlorhexidine, qu'on ne retrouve que dans les deux rejets hospitaliers (CHU et Polyclinique), et à de faibles concentrations (5 à 6  $\mu$ /L). Les concentrations en biocides les plus élevées sont obtenues pour les deux ammoniums quaternaires (ABDAC et DIDAC) et pour l'alcool benzylique. Ces substances se retrouvent d'ailleurs en concentrations non négligeables en entrée de STEP, mais semblent complètement éliminées au travers des traitements mis en œuvre dans cette dernière. Ainsi, aucun des biocides recherchés ne se retrouve dans l'effluent de sortie de la STEP.

Dans les rejets du CHU, cette campagne témoigne de la présence des substances suivantes : DIDAC, digluconate de chlorhexidine, ABDAC et alcool benzylique. Si les deux premières font partie des trois molécules biocides les plus spécifiques des activités de soins (DIDAC, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl) laurylamine), les deux dernières n'avaient pas été identifiées comme telles. Lors de cette campagne, contrairement aux campagnes d'analyses réalisées sur le site du CHU, aucune présence de bis(aminopropyl)laurylamine n'a été relevée.

Concernant les biocides retrouvés en entrée de STEP, il peut être noté, lors de cette campagne, que :

- pour l'ABDAC, les concentrations les plus élevées ont été retrouvées aux points PR-BIOTECH-4 « Poitiers Sud » (1 090 μg/L) et PR-BIOTECH-6 « CCI » (2 900 μg/L), alors que les résultats de l'enquête terrain n'avaient pas permis d'identifier que la CCI utilisait des produits contenant de l'ABDAC. En termes de flux massique (Tableau 15), les plus gros contributeurs en ABDAC seraient par ordre d'importance : le bassin versant du campus universitaire (pratiquement 10%), la CCI (5,8%), le bassin versant Poitiers Sud (3,6%) et le CHU (3,2%).
- pour le **DIDAC**, les concentrations les plus élevées (Tableau 14) ont été identifiées dans les rejets hospitaliers (CHU: 7 800 μg/L) et Polyclinique: 6 800 μg/L), et également au niveau du secteur de la Gibauderie (3 300 μg/L) et dans les rejets de la CCI (3 100 μg/L). Ces valeurs, bien que légèrement supérieures à celles estimées, sont conformes avec les résultats de l'enquête terrain laissant supposer, à partir des quantités consommées, des concentrations en DIDAC d'environ 3 000 μg/L à la sortie du site du CHU, 2 600 μg/L à la sortie de la polyclinique et 1 300 μg/L au niveau de la CCI. La concentration en DIDAC mesurée en entrée de STEP est non négligeable (930 μg/L). Enfin, en termes de flux massique pour ce composé (Tableau 15), c'est le CHU qui serait de loin le plus gros contributeur, puisque les rejets du CHU représenteraient plus de la moitié (56%) du flux en DIDAC calculé à l'entrée de

la STEP. Viendraient ensuite, par ordre d'importance, les rejets des bassins versants de la Gibauderie (8,1%), et du campus universitaire (7,7%), ceux de la Polyclinique (4,7%), et enfin ceux de la CCI (2,8%).

S'agissant de l'alcool benzylique, hormis aux points « SAFT » et « CCI » où la substance n'a pas été retrouvée (Tableau 14), pour tous les autres points, une concentration relativement homogène a été mesurée (allant de 12 μg/L au campus universitaire à 130 μg/L à la Polyclinique). Au niveau du point « urbain pur », la concentration en alcool benzylique est de 22 μg/L, ce qui témoignerait que les rejets domestiques (des particuliers) contiennent euxaussi certains biocides. En termes de flux massique pour cette substance, les rejets du CHU représenteraient environ 12% du flux en entrée de STEP (Tableau 15).

Tableau 15: Flux massiques des trois principaux biocides retrouvés lors de la première campagne sur le réseau.

Références	Volumes		Flux			% (m/m)*	
_		ABDAC	DIDAC	Alcool benzylique	ABDAC	DIDAC	Alcool
	m³/j	g/j	g/j	g/j	ADDAO	DIDAG	benzylique
PR0 "Urbain pur"	73	17	12	2	0,2	0,1	0,5
PR1 "Sortie CHU"	1169	235	9118	41	3,2	55,5	11,6
PR2 "Polyclinique"	114	37	773	15	0,5	4,7	4,2
PR3 "Gibauderie"	406	72	1340	17	1,0	8,1	4,9
PR4 "Poitiers Sud"	245	267	216	4	3,6	1,3	1,2
PR5 "SAFT"	176	< 1,8	57	< 1,8	-	0,3	-
PR6 "CCI"	148	429	459	< 1,5	5,8	2,8	-
PR7 "Campus univ."	1153	726	1268	14	9,8	7,7	3,9
PR8 "Entrée STEP"	17680	7426	16442	354	100	100	100
PR9 "Sortie STEP"	16820	< 168	< 168	< 168	-	-	-

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : % exprimé par rapport à l'entrée de STEP.

A partir de ces résultats, en faisant l'hypothèse qu'en temps sec les rejets domestiques représentent 80% du débit en entrée de STEP (si on tient compte de l'activité industrielle sur la Communauté de Grand Poitiers et du débit du CHU), et en extrapolant les résultats du PR-0 « Urbain pur » à l'ensemble de ces rejets, cela conduirait à un flux émis par les particuliers de 3 366 g/j d'ABDAC, 2 320 g/j de DIDAC et 311 g/j d'alcool benzylique. Cela ferait des particuliers le premier contributeur en ABDAC (avec 45 %) et en alcool benzylique (avec 88%), et le deuxième en DIDAC (avec 14%) très loin derrière le CHU, et proche des secteurs de la Gibauderie et du campus universitaire, à 8% chacun.

#### > Seconde campagne réseau en temps de pluie

Lors de la seconde campagne, les prélèvements ont tous été réalisés du 31/05/2016 à 8h00 au 01/06/2016 à 8h00. Sur cette journée, la pluviométrie enregistrée sur la commune de Poitiers a été de 18 mm (Figure 23). De plus, cette journée s'inscrit dans une période particulièrement pluvieuse. Les volumes journaliers comptabilisés lors cette seconde campagne sont très nettement supérieurs à ceux de la première (Tableau 16). Ainsi, en entrée de STEP, le volume journalier est passé de 17 680 m³/j (première campagne) à 56 060 m³/j (seconde campagne), soit une multiplication par 3,2.

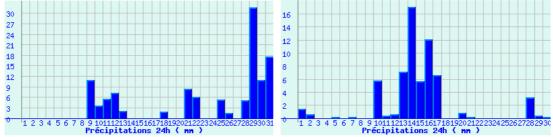


Figure 23: Pluviométrie enregistrée sur la commune de Poitiers en mai (à gauche) et juin 2016 (à droite). Source des données : http://www.meteociel.fr/climatologie/climato.php

Lors de cette seconde campagne, tous les prélèvements ont été des moyens 24 h, hormis le PR-BIOTECH-1 – « Bassin orage CHU » et le PR-BIOTECH-2 – « Polyclinique », qui ont été respectivement des moyens 6 h et 18 h, du fait de problèmes de prélèvement rencontrés sur chacun d'eux. Les résultats d'analyse des paramètres globaux (DCO, DBO5 et MES) sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Résultats des paramètres globaux et des débits journaliers lors de la seconde campagne sur le réseau.

Références	Volun	nes	Co	ncentrati	ons	Ratios		Flux			% (m/m)	k
	Débits	- %	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	DCO /	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>			
_	m³/j	(v/v)	mg/L	mg	O₂/L	DBO	kg/j	kg O₂/j		MES	DCO	DBO₅
PR0 "Urbain pur"	101	0,2	550	1180	760	1,6	56	119	77	0,8	1,2	2,1
PR1 "Sortie CHU"	2264	4,0	120	200	60	3,3	272	453	136	3,7	4,5	3,7
PR2 "Polyclinique"	157	0,3	370	730	310	2,4	58	115	49	0,8	1,1	1,3
PR3 "Gibauderie"	1155	2,1	140	200	72	2,8	162	231	83	2,2	2,3	2,3
PR4 "Poitiers Sud"	356	0,6	130	150	81	1,9	46	53	29	0,6	0,5	0,8
PR5 "SAFT"	124	0,2	230	500	190	2,6	29	62	24	0,4	0,6	0,6
PR6 "CCI"	83	0,1	1400	2300	960	2,4	116	191	80	1,6	1,9	2,2
PR7 "Campus univ."	3621**	6,5	53	75	16	4,7	192	272	58	2,6	2,7	1,6
PR8 "Entrée STEP"	56060	100	130	180	65	2,8	7288	10091	3644	100	100	100
PR9 "Sortie STEP"	60080	-	4	< 30	3	-	240	< 1802	180	-	-	-

Source des données : Véolia Eau

Nota bene : \* % exprimé par rapport à l'entrée de STEP ; \*\* débit fortement sous-estimé en raison de la forte pluviométrie ayant entrainé une inondation du regard

A partir de ces résultats, il peut être noté que :

- le ratio DCO/DBO5 de l'échantillon urbain pur est pratiquement inchangé par rapport à la première campagne (1,6 au lieu de 1,4). De même, les valeurs de concentrations en DCO et DBO5 sont pratiquement identiques. Cela témoigne qu'en ce point de prélèvement, seules transitent des eaux usées domestiques, et qu'il n'y pas, voire très peu, d'eaux de pluie.
- La pluie a eu un impact très net sur les débits générés tout particulièrement en trois points : PR-BIOTECH-1 « Bassin orage CHU » (fois 1,9), PR-BIOTECH-3 « Gibauderie » (fois 2,8) et PR-BIOTECH-7 « Campus Universitaire » (fois 3,1). Au niveau de ces points, les échantillons ont été très dilués par la pluie, comme en témoignent les faibles valeurs de DCO et DBO5 (Tableau 16).
- Enfin, en termes de flux massique en DCO, DBO5 et MES, les rejets du CHU ne représenteraient plus que 3,5% à 4,5% du flux reçu en entrée de STEP (contre 5% à 7,5% lors de la première campagne).

Concernant les biocides, le tableau 17 présente les concentrations en biocides analysés lors de cette seconde campagne (i.e. DIDAC, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl) laurylamine). Lors de cette campagne, contrairement à la première, les analyses ont été

effectuées par l'IC2MP. Des limites de quantification différentes de celles annoncées par le laboratoire sous-traitant de Véolia lors de la première campagne sont donc observées.

Tableau 17: Résultats des analyses de biocides lors de la seconde campagne sur le réseau.

Références	Volumes		Concentrations		
_		DIDAC	Bis(aminopropyl) laurylamine	Digluconate de chlorhexidine	
	m³/j	μg/L	μg/L	μg/L	
PR0 "Urbain pur"	101	< LQ	< LQ	< LQ	
PR1 "sortie CHU"	2264	132	6,5	3,3	
PR2 "Polyclinique"	157	1619	5,6	18,2	
PR3 "Gibauderie"	1155	98	< LQ	< LQ	
PR4 "Poitiers Sud"	356	< LQ	< LQ	< LQ	
PR5 "SAFT"	124	54	< LQ	< LQ	
PR6 "CCI"	83	36	13,9	< LQ	
PR7 "Campus univ."	3621*	< LQ	< LQ	< LQ	
PR8 "Entrée STEP"	56060	46	< LQ	< LQ	
PR9 "Sortie STEP"	<b>EP"</b> 60080 < LQ		< LQ	< LQ	
LQ en µg/L	-	30	4	2	

Source des données : IC2MP et Véolia Eau

Nota bene : \* débit fortement sous-estimé en raison de la forte pluviométrie ayant entrainée d'une inondation du regard.

#### Ces résultats montrent que :

- contrairement à la première campagne, et malgré l'effet de dilution à l'eau de pluie des échantillons analysés (ex. en sortie du CHU), la présence, certes faibles, mais quantifiables de laurylamine (bis(aminopropyl)laurylmamine) au niveau des points « CHU », « Polyclinique » et « CCI » est observée. Concernart ce composé, pour le point « CCI », on note de nouveau un écart entre les résultats de l'enquête terrain (Tableau 8) et les résultats d'analyses, comme cela avait été observé lors de la première campagne, dans le cas de l'ABDAC.
- S'agissant du digluconate de chlorhexidine, comme lors de la première campagne, cette substance est retrouvée uniquement dans les deux rejets hospitaliers (CHU et Polyclinique).
- Enfin, les niveaux de concentration en DIDAC sont nettement différents de ce qu'ils étaient lors de la première campagne (Tableaux 14 et 15). Seul l'échantillon du PR-BIOTECH-2 « Polyclinique » conserve une concentration en DIDAC supérieure à 1 mg/L (1 619 μg/L), qui, comme en témoigne son volume journalier, est moins sujet à l'effet de la pluie, comparativement au point en sortie du CHU. La concentration en DIDAC en sortie de CHU, de l'ordre de quelques mg/L lors de la première campagne réseau et des campagnes de prélèvements réalisées sur le site du CHU, est descendue à 132 μg/L lors de la seconde campagne réseau. Il en va de même en entrée de STEP, avec une concentration passant de 930 μg/L à 46 μg/L lors de la seconde campagne réseau. En termes de flux massique, Le campus universitaire n'apparaît plus parmi les principaux contributeurs, vraisemblablement en raison de la très forte pluviométrie, qui a provoqué l'inondation du regard au niveau de ce point de prélèvements mais également d'importants effets de dilution. Néanmoins, lors de cette campagne, le CHU, la polyclinique et le secteur de la Gibauderie ressortiraient toujours comme principaux émetteurs de DIDAC comme lors de la première campagne réalisée par temps sec.

#### 6. Conclusion

En conclusion, huit substances biocides (englobant deux ammoniums quaternaires, une amine, un biguanide, deux isothiazolinones, un parabène et un alcool), choisies parmi les plus fréquemment utilisées par les établissements de soins en France ont été étudiés dans le cadre de ce travail.

Pour ces huit substances, à partir des enquêtes terrains et des deux campagnes en réseau menées dans le cadre de ce projet au niveau de l'Agglomération de Poitiers, les résultats obtenus semblent montrer que :

- En accord avec les enquêtes terrains, les biocides présents en majorité au niveau du réseau d'assainissement et en entrée de STEP seraient les ammoniums quaternaires (ABDAC et DIDAC), sachant que leurs concentrations pourraient atteindre plusieurs mg/L;
- le MIT, le CMIT et le méthylparabène ne seraient pas présents dans le réseau (ou à des concentrations inférieures aux limites de quantification), ce que d'ailleurs les résultats de l'enquête terrain permettaient d'envisager pour le méthylparabène;
- le digluconate de chlorhexidine est une substance biocide spécifique des activités de soins, que l'on retrouverait en faibles concentrations (quelques μg/L voire dizaines de μg/L) dans le réseau à la sortie du site du CHU et de la Polyclinique;
- le bis(aminopropyl) laurylamine, serait également présent en faibles concentrations (quelques μg/L voire dizaines de μg/L) ponctuellement dans le réseau. Cette substance, spécifique des activités de soins semblerait, contrairement au digluconate de chlorhexidine, pouvoir être émise par d'autres secteurs d'activité (ex. centres de formation professionnelle);
- l'alcool benzylique est une substance que l'on retrouverait très largement (y compris dans les rejets des particuliers), mais en concentration relativement faible (quelques dizaines de μg/L tout au plus);
- certains biocides arriveraient jusqu'à la STEP (ABDAC, DIDAC et alcool benzylique), en quantité non négligeable (pratiquement 1 mg/L en temps sec pour le DIDAC). Ces composés ne se retrouveraient cependant pas en sortie de STEP (à ce niveau ils seraient donc soit éliminés par le traitement, soit concentrés dans les boues de la station);
- concernant le CHU, cet établissement serait le plus gros contributeur en DIDAC et en alcool benzylique au sein de l'Agglomération de Poitiers : par temps sec, plus de la moitié du DIDAC arrivant à la STEP proviendrait du CHU (8% du secteur de la Gibauderie, 8% du campus universitaire et 5% de la Polyclinique), et pour l'alcool benzylique, cette proportion s'élèverait à plus de 10%. En revanche, le CHU ne serait pas le principal émetteur en ABDAC (avec 3%), le campus universitaire de Poitiers (i.e. les activités d'hébergement et de restauration, et d'enseignement) (avec 10%) et la CCI (Maison de la formation) (avec pratiquement 6%) étant les 2 premiers contributeurs ;
- enfin, certains biocides pourraient être rejetés par les particuliers au travers de leurs usages au quotidien (ABDAC, DIDAC et alcool benzylique). En extrapolant les résultats du prélèvement considéré comme urbain pur à l'ensemble des rejets domestiques du Grand Poitiers, les particuliers seraient le premier contributeur en ABDAC (avec 45%) et en alcool benzylique (avec 88%), et le deuxième en DIDAC (avec 14%), très loin derrière le CHU, et proche des secteurs de la Gibauderie et du campus universitaire, à 8% chacun.

Au niveau du CHU, pour les trois biocides les plus consommés et les plus représentatifs d'une activité de soins (i.e. DIDAC, digluconate de chlorhexidine et bis(aminopropyl)laurylamine), des concentrations de l'ordre de quelques mg/L pour le DIDAC et de quelques dizaines de µg/L pour le digluconate de chlorexidine et le bis(aminopropyl)laurylamine ont été observées en différents points du site lors des campagnes de prélèvements. Les résultats obtenus au niveau de cet établissement laissent envisager que :

- les principaux apports de ces molécules dans les rejets proviendraient du nettoyage et de la désinfection de l'instrumentation et des surfaces pour le DIDAC et le bis(aminopropyl)laurylamine mais également de l'usage antiseptique pour le digluconate de chlorhexidine.
- dans le cas du DIDAC et du bis(aminopropyl)laurylamine utilisés pour les surfaces, un apport non négligeable via la blanchisserie, vraisemblablement suite au nettoyage du linge et plus particulièrement des textiles utilisés pour l'entretien des locaux et donc imprégnés de produit détergent-désinfectant, serait observé.

- Enfin, dans le cas du bis(aminopropyl)laurylamine, un rejet limité de cette substance dans les eaux usées serait observé. Seulement 10 à 30% de ce qui est consommé a en effet été retrouvé dans les rejets à la sortie du site. Outre son application sur les surfaces (sans rinçage), les pratiques préconisées au niveau du CHU visant à préparer au plus juste les quantités de produit nécessaire à l'imprégnation des textiles utilisés pour l'entretien des surfaces pourraient être à l'origine du faible rejet de cette substance dans les eaux usées.

# 7. Sigles & Abréviations

**CHU:** Centre Hospitalier Universitaire

**DBO5**: Demande Biologique en Oxygène à 5 jours

DCE: Directive Cadre sur l'Eau

DCO: Demande Chimique en Oxygène

**ECHA**: European Chemicals Agency

**EH**: Equivalent Habitant

EP: Eaux Pluviales

ESI: Electrospray

EU: Eaux usées

FDS: Fiche De Sécurité

LQ: Limite de Quantification

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du développement Durable et de l'Environnement

MES: Matières En Suspension

NAF: Nomenclature des Activités Françaises.

RPB: Règlement sur les Produits Biocides

RSDE: Recherche des Substances Dangereuses dans l'Eau

SA: Substance Active

SGBDR : Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles

SIG: Système d'Information Géographique

**STEP**: Station d'Epuration

TP: Type de produit

MS: Spectrométrie de Masse

**UHPLC**: Chromatographie Liquide Ultra Haute Performance

#### 8. Bibliographie

Bergé A., Giroud B., Wiest L., Domenjoud B., Gonzalez-Ospina A., Vulliet E. 2016: Development of a multiple-class analytical method based on the use of synthetic matrices for the simultaneous determination of commonly used commercial surfactants in wastewater by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1450, 64-75.

Bailey H.C., Elphick J.R., Potter A., Chao E., Zak B. 1999: Acute toxicity of antisapstain chemical DDAC and IPBC, alone and in combination, to rainbow trout (oncorhynchus mykiss). Water Research, 33, 2410-2414.

Circulaire du 5 janvier 2009 relative à la mise en œuvre de la deuxième phase de l'action nationale de recherche et de réduction des substances dangereuses pour le milieu aquatique présentes dans les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumise à autorisation : MEDDE, 2009.

Circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées : MEEDDM, 2010.

Code général des collectivités territoriales. Article R 2224-6

**Daniels C.R. 1992:** Determination of didecyldimethylammonium chloride on wood surfaces by HPLC with evaporative light scattering detection. Journal of Chromatographic Science, 30, 497-499.

Directive 98/8CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 Février 1998 concernant la mise à disposition sur le marché des produits biocides : JO L123 du 24.4.1998.

Fernandez P., Alder A.C., Suter M.J-F., Giger W. 1996: determination of the quaternary ammonium surfactant ditallowdimethylammonium in digested sludges and marine sediments by supercritical fluid extraction and liquid chromatography with postcolumn ion-pair formation. Anal. Chem., 68, 921-929.

**Ismail Z.Z., Tezel U., Pavlostathis S.G. 2010:** Sorption of quaternary ammonium compounds to municipal sludge. Water Research, 44, 2303-2313.

Kreuzinger N., Fuerhacker M., Scharf S., Uhl M., Gans O., Grillitsch B. 2007: Methodological approach towards the environmental significance of uncharacterized substances – quaternary ammonium compounds as an example. Desalination, 215, 209-222.

**Le Guet T. 2012 :** Recherche de produits désinfectants dans les effluents hospitaliers. Rapport de Master de Chimie et Microbiologie de l'Eau, Poitiers.

**Leung H.W. 2001:** Ecotoxicology of glutaraldehyde: Review of environmental fate and effects studies. Ecotoxicology and Environmental Safety, 49, 26-39.

Martinez-Carballo E., Gonzalez-Barreiro C., Sitka A., Kreuzinger N., Scharf S., Gans O. 2007: Determination of selected quaternary ammonium compounds by liquid chromatography with mass spectrometry. Part II. Application to sediment and sludge sample in Austria. Environmental Pollution, 146, 543-547.

**Brougham I.R., Cheng H., Pittman K.A. 1986:** Sensitive high-performance liquid chromatographic method for the determination of chlorhexidine in human serum and urine. Journal of Chromatography, 383, 365-373.

Notice explicative de l'arrêté « Certibiocide » du 9 octobre 2013 modifié relatif aux conditions d'exercice de l'activité d'utilisateur professionnel et de distributeur de certains types de produits biocides : MEDDE, mai 2015

Règlement (CE) n°145/2007 de la Commission du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2 de la Directive 98/8/CE du Parlement Européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides : JO L325/3 du 11.12.2007

Règlement (UE) n°528/212 du Parlement Européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides : JO L167/1 du 27.6.2012

**Takasaki A., Hashida T., Fujiwara S., Kato K.I., Nishihara T. 1994a**: Bacterial action of a quaternary ammonium disinfectant didecyldimethyl ammonium chloride, against Staphylococcus aureus. Japanese Journal of Toxicology and Environmental Health, 40, 344-350.

**Takasaki A., Hashida T., Kato K.I., Moriyama T., Nishihara T. 1994b:** Action of a quaternary ammonium on cell membrane of Staphylococcus aureus. Japanese Journal of Toxicology and Environmental Health, 40, 520-526.

**Tarazako N., Yamamoto K., Iwasali K. 2002:** Evaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques. Thèse de l'INSA de Lyon.

**Usui K., Hishinuma T., Yamaguchi H., Tachiiri N., Goto J. 2006**: Detremination of chlorhexidine (CHD) and nonylphenolethoxylates (NPEOn) using LC-ESI-MS method and application to hemolyzed blood. Journal of chromatography B, 831, 105-109.

Zhang C., Cui F., Zeng G.M., Yang Z.Z., Yu Z.G., Zhu M.Y., Shen L.Q. 2015: Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment. Science of the Total Environment, 518-519, 352-362.

# 9. Table des illustrations

Figure 1 : Différentes tâches du projet BIOTECH	
Figure 2 : Méthodologie de sélection des biocides suivis	12
Figure 3 : Extrait de la base du MEDDE	
Figure 4 : Estimation des quantités de biocides consommées au niveau du site du CHU	15
Figure 5 : Présentation du périmètre d'étude : Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers	
Figure 6 : Cartographie représentant le cheminement des eaux usées du CHU vers la STEP de La	
Folie	17
Figure 7: Schéma de fonctionnement d'ACTIPOL	18
Figure 8 : Capture d'écran de la Communauté d'Agglomération du Grand Poitiers illustrant l'utilisa de QGIS	tion 18
Figure 9 : Localisation des établissements potentiellement émetteurs de biocides par tranche de	•
salariés	19
Figure 10 : Schéma récapitulatif de la sélection des établissements à enquêter	20
Figure 11 : Cartographie des établissements enquêtés par nombre de salariés	
Figure 12 : Résultats des enquêtes terrain	
Figure 13 : Histogramme représentant le nombre d'établissements émetteurs « avérés » par molé	cule
et par section de NAF	24
Figure 14: Cartographie des établissements de même NAF que les émetteurs « avérés »	
Figure 15 : Cartographie des points de prélèvement sur les sites d'étude	
Figure 16 : Comparaison des résultats obtenus par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant de Véoli	
lors du test comparatif sur un échantillon ponctuel prélevé à la sortie du CHU	28
Figure 17 : Etude de la stabilité des biocides sur 6 jours et dans 2 types de flaconnage	
Figure 18 : Paramètres globaux obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements au niveau du site	
CHU de Poitiers	31
Figure 19 : Concentrations en biocides obtenues lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées	
le site du CHU	32
Figure 20 : Bilans massiques (sortie du CHU /Point Blanchisserie + Tour Jean-Bernard + CH Labo	
obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées sur le site du CHU	33
Figure 21 : Comparaison des quantités journalières retrouvées dans les rejets aux quantités	
journalières moyennes consommées	34
Figure 22: Pluviométrie enregistrée sur la commune de Poitiers en novembre (à gauche) et décei	
2015 (à droite)	35
Figure 23: Pluviométrie enregistrée sur la commune de Poitiers en mai (à gauche) et juin 2016 (à	
droite)	39
Tableau 1 : Planning prévisionnel (en orange) et planning suivi (en rouge) pour la phase 1 du proj	
BIOTECH (de mars 2015 à juin 2016)	
Tableau 2 : Classification des biocides (selon le RPB – annexe 5)	
Tableau 3: Liste des biocides retenus pour l'étude	13
Tableau 4 : Principales indications des biocides retenus pour l'étude	14
Tableau 5 : Consommations mensuelles moyennes au niveau du CHU	15
Tableau 6 : Différentes sections NAF des établissements potentiellement émetteurs de biocides	19
Tableau 7 : Etablissements enquêtés par section de NAF	21
Tableau 8 : Synthèse des résultats obtenus à partir de l'enquête terrain	23
Tableau 9 : Listes des points de prélèvements retenus pour la campagne de prélèvements sur le	
réseau	26
Tableau 10 : Gradient d'élution employé pour l'analyse UHPLC/MS des trois molécules biocides le	es
plus spécifiques des activités de soins	
Tableau 11 : Conditions d'ionisation de la source employées pour l'analyse des biocides par	
spectrométrie de masse	27
Tableau 12 : Conditions analytiques employés pour la quantification des biocides	
Tableau 13 : Résultats des paramètres globaux et des débits journaliers lors de la première	∠1
campagne sur le réseau	26
campagne sur le reseau Tableau 14: Résultats des analyses de biocides lors de la première campagne sur le réseau	00 دد
Tableau 14. Resultats des analyses de biocides fors de la première campagne sur le reseau Tableau 15: Flux massiques des trois principaux biocides retrouvés lors de la première campagne	
le réseau	
Tableau 16 : Résultats des paramètres globaux et des débits journaliers lors de la seconde campa	
sur le réseau	
rableau 17. Resultats des analyses de biocides lors de la seconde campagne sul le l'eseau	40

#### 10. Annexes

antiparasitaires, etc.)

# 10.1. Questionnaire d'enquête du projet BIOTECH

1. IDENTIFICATION DE L'ETABLISSEMENT

# Etude sur l'utilisation de produits biocides dans les établissements industriels et du secteur tertiaire

Nous vous remercions par avance pour votre collaboration. Remplir ce questionnaire ne prendra que quelques minutes de votre temps (10 minutes).

SIRET :					
- Code Postal : - Ville : - Votre Nom et Prér	nom : fonct	ion :			
2. ACTIVITES -	DONNEES GE	ENERALES			
CODE NAF ou APE Nature de l'activité : Etablissement soun Etablissement soun	nis à la réglement	ation « ICPE »		 OUI 🗆 OUI 🗆	NON □ NON □
Si oui, veuillez indiq	quer les activités d	correspondantes :			
ACTIVITES CONCERN	EES		N° RUBRIQUES ICPE	REGIME (I AS)*	D, DC, E, A,
				110)	
				110)	
*D : Déclaratio DC : Déclaration avec con E : Enregistrement A : Autorisation AS : Autorisation avec serv	ntrôle périodique			180)	
DC : Déclaration avec con E : Enregistrement A : Autorisation	atrôle périodique vitude sation de déversei			OUI 🗆	NON □ NON □
DC: Déclaration avec con E: Enregistrement A: Autorisation AS: Autorisation avec serv Disposez-vous: d'un arrêté d'autoris	ntrôle périodique vitude sation de déversei péciale de déverse	ement CSD		OUI 🗆	
DC: Déclaration avec con E: Enregistrement A: Autorisation AS: Autorisation avec serv Disposez-vous: d'un arrêté d'autoris d'une convention sp	ntrôle périodique vitude sation de déversel péciale de déverse TS BIOCIDES	ement CSD UTILISES	ents / désinfectants dans	OUI 🗆	NON
DC: Déclaration avec con E: Enregistrement A: Autorisation AS: Autorisation avec serv Disposez-vous: d'un arrêté d'autoris d'une convention sp	ntrôle périodique vitude sation de déversel péciale de déverse TS BIOCIDES	ement CSD UTILISES		OUI  OUI  oui  vos activit	NON
DC: Déclaration avec con E: Enregistrement A: Autorisation AS: Autorisation avec serv Disposez-vous: d'un arrêté d'autoris d'une convention sp  3. LES PRODUI  Utilisez-vou  Oui	ntrôle périodique  pitude  sation de déverse  péciale de déverse  TS BIOCIDES  s des produits bio  Non   uit biocide : Substales, à en prévenir l'a	ement CSD  UTILISES  ocides type déterge  Ne sais pas   ance ou préparation		OUI  OUI  out of the pas of the p	NON □ és ?

OM/TY	PE DE PRODUIT	FOU	URNISSEUR		FICHE DE DOI SECURITE (O/		QUANTITE UTILISEE (EN LITRE	PAR AN
								,
	<b>&gt;</b>		ANNEE N - 1		EE N - 2	ANNEE	2 N - 3	
	Volume annuel							
•			type d'usage de	l'eau le v	olume moyen	consomr	né, au choi	x en m³/a
÷				l'eau le v	olume moyen	consomr	né, au choi	x en m³/a
*	Indiquez pour ch		nême année :		olume moyen	consomr	né, au choi	x en m³/a
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage,	une n			olume moyen	Evalua	ation du débi	t
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour	nent,	nême année :  Pour l'année			Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co	onsommé		Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co	onsommé		Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co	onsommé		Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co	onsommé		Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
*	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co	onsommé		Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
	Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen	nent,	Pour l'année Volume moyen co m³/an	onsommé m³/j	our	Evalua (comp	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
<b>5. R</b> - Dis <sub>l</sub>	* Indiquez pour chou m³/jour, pour  Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen arrosage, autre, etc.)	nent,	Pour l'année Volume moyen com³/an  DE L'ETABLIS réseau intérieur of	m³/j	our	Evalua (comp Veuille: L/s, etc.	ation du débi teur OU estir préciser l'unit	t nation)
<b>5. R</b> - Dis <sub>i</sub> Si OU	Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen arrosage, autre, etc.)  EJETS DES EA	nent,	Pour l'année Volume moyen com³/an  DE L'ETABLIS réseau intérieur of	m³/j	our	Evalua (comp Veuille: L/s, etc.	ation du débi teur OU estir z préciser l'unit )	t mation) é (m³/h,
<b>5. R</b> - Disposious - Est	Type d'usage (sanitaires, lavage, process, refroidissen arrosage, autre, etc.)  EJETS DES EA	nent,	Pour l'année Volume moyen com³/an  DE L'ETABLIS réseau intérieur ou présent questionna	m³/j	our  NT ion des eaux	Evalua (comp Veuille: L/s, etc.	ation du débi teur OU estin z préciser l'unit )	t mation) $\acute{e}$ ( $m^3/h$ ,

## 6. DISPOSITIFS DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES

- L'établisseme résiduaires ?	ent possède-il un ou des ou	vrages de pre	étraitement des eau	ux OUI 🗆	NON □	
- Si OUI, merc	i d'indiquer pour chaque ty	pe d'eaux rés	siduaires de quel pr	rétraitement il s	agit:	
	PRETRAITEMENT ET TRA	AITEMENT				
TYPE D'EAUX RESIDUAIRES	Type d'ouvrage (cf. exemples ci-dessous)					
EUd						
EUi						
ЕР						
Exemple de prodécanteur / dél flottation, sépa	omestiques, EUi : Eaux Usées industr <u>étraitements :</u> Bac à graisse bourbeur, décantation / pré rateur à hydrocarbures, trai <b>onnaire : Merci pour votre</b>	es, cuve d'ho cipitation phy itement biolo	mogénéisation, cuv sico-chimique, dég gique, autres.			
Signatures	:					
L'entreprise Nom et prén Fonction : Date :	om :		L'enquêteur Nom et prénon Fonction : Date :	m :		

### 10.2. Courrier d'accompagnement pour les enquêtes BIOTECH



REPUBLIQUE PRANTAINE LE PONTS I LICUSÉ I

BÉRUGES | BIARD | BUXEROLLES | CHASSENEUIL-DU-POITOU | CROUTELLE | FONTAINE-LE-COMTE | LIGUGÉ | MIGNALOUX-BEAUVOIR | MIGNÉ-AUXANCES | MONTAMISÉ | POITIERS | SAINT-BENOIT | VOUNEUIL-SOUS-BIARD

Poitiers, le

Le Président, Député de la Vienne

Direction Générale Adjointe Environnement Service Eau

N / Réf. : SC/SC n°3302

Dossier sulvi par Sophie CORMERY

Tél.: 05 49 30 39 46

sophie.cormery@agglo-poitiers.fr

Objet : Attention de projet PJ : Communiqué de presse

Madame, Monsieur,

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et les Agences de l'Eau, ont lancés un appel à projets intitulé « Innovation et changements de pratiques — Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines ». Ce dernier a pour objectif de mieux connaître et réduire l'impact des micropolluants sur les milieux et les ressources aquatiques.

Les substances étudiées s'inscrivent dans la classe des biocides et plus particulièrement des désinfectants et détergents, utilisés de manière courante dans les établissements industriels et du secteur tertiaire.

Cette étude s'inscrit dans un périmètre englobant l'ensemble du réseau de collecte des eaux usées de l'Agglomération de Grand Poitiers.

Pour approfondir notre étude, des enquêtes de terrain sont nécessaires afin de connaître les pratiques et les aspects liés aux composés d'intérêts recherchés.

Je sollicite votre participation afin de faciliter l'accès à nos partenaires aux différentes informations nécessaires à la réalisation de cette étude.

Je vous remercie par avance pour votre participation qui permettra l'accomplissement de ce projet.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, mes salutations distinguées.

Pour le Président, Le Vice-Président

Gérard SO

Grand Politiers - Hâtel de VIIIe - CS 10569 - 86021 POITIERS CEDEX - Tél. 05 49 52 35 35 - Fax 05 49 52 38 80 Les services sont purerts de Bh30 à 17h30. Is sont exceptionnellement fermés de 12h30 à 13h30 pendant les périodes de vacances scolaires. Toute correspondance est à adresser à Monsieur le Président de Grand Pottiers.

grandpottiers 1

#### 10.3. Communiqué de presse du projet BIOTECH



Municipal, Poitiers, France

# Projet BIOTECH Lutte contre les micropolluants des effluents hospitaliers



PROGRAMME INNOVATIONS ET CHANGEMENTS DE PRATIQUES – LUTTE CONTRE LES MICROPOLLUANTS DES EAUX URBAINES



Appel à projet : MEDDE ONEMA Agences de l'Eau





**ONEMA** 

Durée : 3 ans et demi Démarrage : février 2015 Montant du projet : 1,2 M€ Localisation : Agglomération de Poitiers (env. 140 000 habitants)

SECTEUR d'ACTIVITE : Eaux usées

#### PARTENAIRES:

IC2MP Université de Poitiers Institut de Chimie des Millieux et Matériaux, équipe Eaux, Géochimie organique, Santé (EGS)

CNRS Ecole Polytechnique, Laboratoire de Chimie Moléculaire (LCM) UMR 9168 Grand Politiers (CAP)

CHU de Poitiers, hôpital universitaire

Laboratoires ANIOS, fabricant Biocides

VEOLIA, constructeur et gestionnaire de services publics d'eau et d'assainissement SEREP-Technavox traitement industriel

avox traitement industriel

#### Les enjeux

Les établissements de santé utilisent des produits biocides (savons antiseptiques, détergents et désinfectants) pour l'entretien des surfaces et matériels.

Ces produits peuvent contenir des micropolluants, susceptibles d'induire des effets sur l'environnement, du fait de leur toxicité, leur persistance ou de leur bioaccumulation.

La limitation des rejets de produits biocides dans les réseaux d'eaux usées, est un enjeu de santé publique et de protection de l'environnement.

#### Les objectifs du projet

Le projet **BIOTECH** (Biocides, Occurrence, Traitement et Effluents Hospitaliers), piloté par l'Université de Poitiers (IC2MP), associe les compétences de 7 partenaires, et vise à :

- évaluer les rejets biocides et leur devenir dans l'agglomération
- proposer des solutions allant de la prévention au traitement
- diffuser des solutions innovantes reproductibles.

Le projet va permettre de conforter la démarche, les outils et les méthodes de caractérisation des risques à chaque étape : identification des principaux émetteurs, suivi, prévention, traitement.

Les résultats de ces recherches seront partagés auprès des décideurs, des spécialistes et du grand public, afin de contribuer à la protection des ressources en eau et à la dynamique des territoires.

EAU



#### **TEMOIGNAGE**

K Face à la ressource en eau de plus en plus fragilisée.

Grand Poitiers est engagé depuis 2006 dans une démarche pour l'économie et la qualité de l'eau vis à vis des établissements professionnels de son territoire industries, commerces, artisanats, établissements de soin...

Cette démarche vise en particulier la dépollution des effluents professionnels avant leur rejet dans les rèseaux.

Elle aboutit concrètement à la délivrance d'autorisation de déversement des effluents dans les réseaux d'eaux usées et à la signature de conventions

Les établissements concernés s'engagent à rejeter des effluents conformes aux limites admissibles.

Ce projet permettra à Grand Poitiers d'avoir une meilleure connaissance des pollutions qui transitent dans ses réseaux

d'eaux usées »

Le Vice-président de l'Agglomération de Poitiers Gérard SOI

#### Contacts:

M DEBORDE – IC2MP/EGS S BOUCHONNET - LCM - CNRS S CORMERY – Grand Poitiers S THEVENOT – CHU de Poitiers T TROTOUIN – VEOLIA Eau F PONTLEVOY – SEREP G RALIWEL – Laboratoire ANIOS















#### Déroulement

L'Etude s'articule autour de trois étapes majeures :

1- Identifier les principaux émetteurs de biocides et la contribution de l'établissement hospitalier aux flux émis

La cartographie des émetteurs potentiels (outil Actipol), et la réalisation d'enquêtes de terrain, permettront d'établir un bilan quantifié, et de localiser les acteurs stratégiques.

#### 2- Etudier la stabilité et le devenir des biocides

Il s'agit de mettre au point les techniques d'extraction et analyse en matrice complexe, d'analyser les substances d'intérêt et les produits de transformation, de repérer les variations amont/aval dans le système d'assainissement, pour in fine évaluer l'impact sur le milieu des rejets du système (dont des tests daphnies et algues vertes).

#### 3- Proposer des solutions alternatives et de traitement

La priorité est de limiter les rejets à la source, si possible substituer des molécules moins nocives, et écarter les rejets plus toxiques vers des filières spécifiques. En complément est proposé un dispositif de prétraitement et traitement adapté aux biocides. L'efficacité de ce traitement sera testée grâce à un pilote sur site, afin d'optimiser les paramètres d'oxydation catalytique, tout en évaluant les bénéfices au regard du système d'assainissement et du milieu.

#### Résultats attendus

Le projet a pour ambition de démontrer les bénéfices économiques et environnementaux de solutions de prévention, associées si nécessaire à un traitement des biocides.

- □Innovations: la connaissance des biocides d'intérêt et de leurs modes d'utilisation, devrait contribuer aux bonnes pratiques de désinfection ainsi qu'une meilleure connaissance du devenir de ces substances dans les réseaux. Un procédé d'oxydation catalytique sera mis en œuvre pour traiter des traces en eau usée urbaine.
- □Economie : le projet vise à évaluer les coûts et bénéfices, pour les émetteurs et fournisseurs de biocides, et à développer de nouveaux services créateurs de valeur pour les territoires.
- □Environnement et société : la réduction des déversements vise à mieux préserver le milieu, pour atteindre le bon état écologique des eaux. Universitaires, collectivité, professionnels de santé et industriels sont partenaires de ce projet transverse, qui apporte aussi un soutien à de ieunes chercheurs en doctorat et post doctorat.

#### Application et valorisation

Le projet BIOTECH s'applique à tous les établissements de santé et utilisateurs de produits biocides (agroalimentaire, pharmaceutique,...). Ce projet, qui valorise des innovations d'entreprises et de chercheurs français, contribue aux objectifs des Plans Nationaux Santé & Environnement, et à la lutte contre les micropolluants.

# 10.4. Comparaison des résultats obtenus par l'IC2MP et le laboratoire sous-traitant de Véolia lors de l'analyse des biocides sur un échantillon ponctuel prélevé à la sortie du CHU

Substances	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Dilution pour analyse	Concentrations en μg/L	LQ en µg/L
Digluconate Chlorhexidine	IC2MP	J+1	1/10	39 ± 16*	30***
	Véolia	J+7	1	20 ± 2**	1
Bis(aminopropyl)laurylamine	IC2MP	J+1	1/10	50 ± 20*	55***
	Véolia	J+10	1	56 ± 5,6**	10
DIDAC	IC2MP	J+1	1/50	(4349 ± 737)	7000***
				< LQ*	
	Véolia	J+6	1	450 ± 45**	10

Source des données : IC2MP et Véolia Eau

Source des ourniees. 1021/11 et veoine Eau Nota bene : "Analyse après centrifugation et dilution des échantillons ; ""Analyse après centrifugation et dilution des échantillons ; ""Analyse après centrifugation et dilution des échantillons ; ""Analyse après centrifugation et dilution utilisée pour faire les analyses ; la valeur de concentration entre parenthèses est affichée à titre indicatif

# 10.5. Etude de la stabilité des biocides sur 6 jours et dans 2 types de flaconnage

Substances	Date d'analyse	Conservation	Dilution pour analyse	Concentrations* en μg/L	LQ** en μg/L
Digluconate de chlorhexidine	J+1	VERRE	1/5	29 ± 15	10
	J+6	VERRE	1/5	40 ± 11	10
		PLASTIQUE	1/5	38 ± 14	10
Bis(aminopropyl)laurylamine	J+1	VERRE	1/5	46 ± 20	20
	J+6	VERRE	1/5	41 ± 12	20
		PLASTIQUE	1/5	49 ± 25	20
DIDAC	J+1	VERRE	1/10	3893 ± 1093	1300
	J+6	VERRE	1/10	2880 ± 297	1300
		PLASTIQUE	1/10	2681 ± 380	1300

Source des données : IC2MP
Nota bene : \*Analyse après centrifugation et dilution des échantillons ; \*\*la valeur affichée tient compte de la dilution utilisée pour faire les analyses

10.6. Résultats des paramètres globaux obtenus lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées au niveau du site du CHU de Poitiers

			Points de prél	èvements	
Paramètres	Campagne CHU	Bassin d'orage	Blanchisserie	Tour Jean Bernard	Laborit
	1	8,5	8,5	8,1	8,1
pН	2	8,4	8,6	7,9	8,2
	3	8,2	8,2	8,1	7,9
	1	500	510	380	260
DCO en mgO₂/L	2	620	730	490	530
	3	480	650	470	530
	1	220	230	130	99
DBO5 en mgO <sub>2</sub> /L	2	250	260	190	200
	3	190	320	200	210
	1	270	140	140	50
MES en mg/L	2	220	210	210	260
	3	220	230	190	270
	1	1624000	1024830*	367140	232030
Débits en L/j	2	1175000	744120*	230550	200330
	3	1169000	749840*	224870	194290

Source des données : CHU de Poitiers
Nota bene : \*valeur obtenue par différence telle que débit blanchisserie = débit sortie CHU – débit Tour Jean-Bernard – débit CH Laborit)

# 10.7. Concentrations obtenues pour les 3 biocides les plus spécifiques d'une activité de soins lors des 3 campagnes de prélèvements réalisées au niveau du site du CHU de Poitiers

	0	Dilution -	nConcentrations* en μg/L							
Biocides	Campagne CHU	pour analyse	Bassir	Bassin d'Orage Blanchisserie			Tour Je	Tour Jean-Bernard		
District	1		29,9	+/- 10,3	27,5	+/- 5,2	33,9	+/- 5,8		
Digluconate de chlorhexidine	2	1/5	59,7	+/- 17,8	55,9	+/- 10,9	97,2	+/- 39,0	10	
	3		25,3	+/- 5,2	36,9	+/- 8,1	30,7	+/- 6,7		
5: ( : "	1		19,8	+/- 6,7	24,7	+/- 5,5	25,4	+/- 11,6		
Bis(aminopropyl) laurylamine	2	1/5	79,1	+/- 32,2	142,1	+/- 16,2	93,3	+/- 17,3	20	
	3		36,1	+/- 14,1	31,8	+/- 3,0	17,9	+/- 5,0		
	1		1626,6	+/- 134,0	2098,5	+/- 329,0	933,1	+/- 119,0		
DIDAC	2	1/5	1768,8	+/- 275,3	3250,1	+/- 481,5	2303	+/- 350,1	200	
	3		1550	+/- 204,4	1515,4	+/- 300,5	2331,4	+/- 235,1		

Source des données : IC2MP
Nota bene : \*Analyse après centrifugation des échantillons ; \*\* la valeur affichée tient compte de la dilution utilisée pour faire les analyses

Biocides	Campagne CHU	Dilution pour - analyse	Concentrations* en µg/L	LQ**
			Laborit	en µg/L
Digluconate de chlorhexidine	1	1/5	< LQ	10
	2	1/2	< LQ	10
	3	1/2	< LQ	2
Bis(aminopropyl) laurylamine	1	1/5	< LQ	20
	2	1/2	< LQ	20
	3	1/2	67,5 +/- 6,1	4
DIDAC	1	1/5	< LQ	200
	2	1/2	< LQ	200
	3	1/2	101,6 +/- 7,5	30

Source des données : IC2MP
Nota bene : \*Analyse après centrifugation des échantillons ; \*\* la valeur affichée tient compte de la dilution utilisée pour faire les analyses

## 11. Remerciements

Nous tenons à remercier, Lydie ROSA, étudiante en 5<sup>ème</sup> année de Pharmacie en stage dans le service d'hygiène du CHU de Poitiers, pour sa précieuse coopération dans la phase d'estimation des quantités de biocides consommées par le CHU.







Onema Hall C – Le Nadar 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

Agence de l'Eau Loire Bretagne Délégation Centre-Loire 9, avenue Buffon CS 36339 45063.Orléans Cedex 2 02 38 51 73 73 www.eau-loire-bretagne.fr