



Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Module 2. Traitement

Livrable 2.3. Les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon : profil en médicaments, tensioactifs et biocides – Comparaison avec les effluents urbains.

Rapport Final

Jean-Philippe BESSE, Sabine JEANDENAND (SIBA)

Laura MOURET, Nathalie TAPIE, Thomas CORRALES, Karyn LE MENACH, Patrick PARDON, Hélène BUDZINSKI (UMR 5805 EPOC-LPTC)

Février 2019

Porteurs du projet



Réseau



Remerciements

Le SIBA tient à remercier la direction et les équipes du Pôle de Santé qui ont rendu possible ce travail, et en particulier Messieurs Doutriaux et Haeck, anciens directeurs de la clinique et du centre hospitalier, Messieurs Germain et Rossignol, directeurs actuels de la clinique et du centre hospitalier, Monsieur Darmé pharmacien hospitalier responsable de la pharmacie à usage intérieur du centre hospitalier, Madame Martens, pharmacienne gérante de la clinique, Mesdames Caine et Trameni, directrices adjointes du centre hospitalier, Madame Boye, responsable des achats du centre hospitalier, et Madame Jacques-Jean, ingénieure des services techniques du centre hospitalier.

Auteurs

SIBA (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon)

Jean-Philippe BESSE, chargé de mission – animateur REMPARG, jp.besse@siba-bassin-arcachon.fr

Sabine JEANDENAND, directrice générale des services, s.jeandenand@siba-bassin-arcachon.fr

Université de Bordeaux – UMR 5805 EPOC – LPTC

Laura MOURET, ingénieure d'étude, laura.mouret@u-bordeaux.fr

Nathalie TAPIE, chargée de projet, nathalie.tapie@u-bordeaux.fr

Thomas CORRALES, ingénieur d'étude, thomas.corrales@u-bordeaux.fr

Karyn LEMENACH, ingénieure de recherche, karyn.le-menach@u-bordeaux.fr

Patrick PARDON, ingénieur de recherche, patrick.pardon@u-bordeaux.fr

Hélène BUDZINSKI, directrice de recherche, helene.budzinski@u-bordeaux.fr

Correspondants

Agence française pour la biodiversité (anciennement ONEMA)

Estérelle VILLEMAGNE, chargée de mission innovation, esterelle.villemagne@afbiodiversité.fr

Agence de l'eau Adour-Garonne

Jean-Pierre REBILLARD, chef de service Valorisation et Connaissance, jean-pierre.rebillard@eau-adour-garonne.fr

Autres contributeurs

Pôle de Santé d'Arcachon (centre hospitalier)

Agnès JACQUES-JEAN, (Ingénieur) ajj@ch-arcachon.fr

Référence du document

Droits d'usage : accès public

Niveau géographique : national

Couverture géographique : Bassin d'Arcachon

Niveau de lecture : public professionnel

Référence : BESSE J.P., MOURET L., TAPIE N., CORRALES T., LEMENACH K., PARDON P., BUDZINSKI H., JEANDENAND S. 2019. REMPARG – Livrable 2.3. - Les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon : profil en médicaments, tensioactifs et biocides – Comparaison avec les effluents urbains.

Contexte de programmation et de réalisation

Face à la problématique grandissante des micropolluants, le Ministère en charge de l'Ecologie, l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema, aujourd'hui Agence française pour la biodiversité) et les Agences de l'Eau, en partenariat avec le Ministère en charge de la santé, ont lancé en 2013 un appel à projets sur les moyens de lutter contre les micropolluants présents dans les eaux usées urbaines.

Les 13 projets retenus, dont le projet **REMPAR**, mobilisent sur 5 ans (2014 – 2018) des collectivités locales et leurs partenaires locaux privés (entreprises, PME/PMI) et/ou publics (universités, laboratoires de recherches) sur des initiatives innovantes allant des changements de pratiques des usagers et des professionnels jusqu'à la réalisation de nouvelles solutions techniques (aménagement urbains pour la gestion des eaux pluviales, méthodes de diagnostic des pollutions...) prenant en compte la notion de coût /efficacité.

Le SIBA (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon) porte le projet **REMPAR** pour **RE**seau **MI**cro**P**olluants du Bassin d'**AR**cachon.

Le Bassin d'Arcachon, zone de transition d'importance écologique (diversité des milieux, diversité des espèces, zone de reproduction, zone d'hivernage...) et économique (conchyliculture, tourisme, pêche...) constitue un territoire particulièrement sensible aux actions anthropiques. Les récentes « crises écologiques » à l'échelle du Bassin (présence de phycotoxines, mortalité des huîtres, forte variabilité du captage du naissain, recul des herbiers à zostères...) ont soulevé la question du niveau d'imprégnation du système par les micropolluants. **REMPAR** répond donc à la volonté des acteurs et des gestionnaires d'établir une veille active sur les micropolluants à l'échelle du Bassin, d'en identifier les origines et d'en réduire l'empreinte par des traitements adaptés ou des mesures de réduction à la source.

Les actions de **REMPAR** se coordonnent autour de cinq grandes thématiques.

Identifier les rejets : en cartographiant l'empreinte de plusieurs familles de micropolluants (métaux, HAP, filtres anti-UV, résidus médicamenteux, biocides...) sur le réseau d'eaux usées, les eaux douces et marines ainsi que les rejets d'eaux pluviales.

Proposer des traitements adéquats : évaluant l'efficacité, l'utilité et le coût de procédés adaptés : bassin d'infiltration pour les eaux pluviales et bioréacteur à membrane pour le traitement des effluents hospitaliers.

Mesurer l'impact : en évaluant la toxicité des rejets hospitaliers et l'efficacité des traitements proposés sur sa réduction, par des analyses écotoxicologiques développées sur les sites expérimentaux.

Adapter nos comportements en conséquence : en conduisant des enquêtes de pratiques dans le but d'identifier des leviers d'action pour la réduction à la source des micropolluants et d'impulser des modifications des pratiques.

Partager et diffuser l'information : **REMPAR** doit créer du lien entre les différents acteurs du territoire (collectivité, industriels, professionnels de santé, universitaires, acteurs économiques locaux et grand public) autour de la thématique des micropolluants dans les eaux (eaux naturelles, usées et pluviales). Il s'agit de partager une culture commune sur les sources et les rejets de micropolluants pour que chacun adapte ses pratiques au mieux ; et au-delà, de croiser les regards de chacun sur l'eau pour en comprendre les différents usages et sensibiliser l'ensemble du territoire à la préservation de cette ressource.

Titre

Les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon : profil en médicaments, tensioactifs et biocides – comparaison avec les effluents urbains.

Résumé

L'étude présentée ici, conduite entre 2014 et 2017, avait pour objectif d'apporter une meilleure connaissance des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA), en termes qualitatifs et quantitatifs, pour 3 catégories de micropolluants : médicaments, tensioactifs et biocides. Deux approches ont été utilisées : une enquête sur les produits de santé et les produits d'entretien et de bio-nettoyage utilisés au PSA d'une part, et des analyses chimiques comparatives entre les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines d'autre part.

Pour les médicaments, environ 500 molécules ont été identifiées et leurs concentrations estimées dans les rejets du PSA ainsi que leurs flux déterminés pour les années 2013, 2016 et 2017. Les résultats de l'enquête indiquent qu'une grande majorité des molécules utilisées au Pôle de Santé le sont également dans les officines de ville et que les effluents du PSA ne présentent pas de grande spécificité par rapport aux effluents urbains. Compte-tenu des faibles volumes d'eau rejetés par le PSA, les flux de médicaments restent mineurs par rapport aux flux urbains. Les résultats des analyses chimiques (42 molécules appartenant à 8 familles différentes) sont cohérents avec les résultats de l'enquête et montrent que, si pour la majorité des molécules analysées, les concentrations sont supérieures dans les eaux brutes du Pôle de Santé, les flux de médicaments rejetés par le PSA sont eux très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines.

L'analyse des produits biocides utilisés au PSA ne fait pas ressortir de profil caractéristique : les substances identifiées (une vingtaine de substances réparties en 7 familles) n'étant pas spécifiques d'un usage hospitalier mais également largement employées aux niveaux industriel et domestique (alcools, ammoniums quaternaires...). Il n'a pas été réalisé d'analyses dans les effluents pour cette classe de composés mais les flux de biocides apportés par le PSA devraient être négligeables par rapport aux flux urbains, compte-tenu des faibles volumes d'eaux usées rejetés par le PSA.

Enfin, pour les tensioactifs, les résultats de l'enquête indiquent, là encore, que les effluents du PSA ne présentent pas de profil spécifique. Les analyses confirment ces résultats et montrent que, comme pour les médicaments et les biocides, les flux de tensioactifs apportés par les rejets du PSA sont très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines.

L'ensemble des résultats montre qu'à l'heure actuelle, il n'est pas nécessaire de traiter de manière spécifique les effluents du PSA, et qu'il vaut mieux concentrer les efforts sur les eaux usées urbaines.

De manière plus générale et concernant la question des micropolluants, les résultats de cette étude et ceux d'autres projets montrent qu'il n'est pas nécessaire de traiter de manière séparée les effluents hospitaliers. La question d'un éventuel traitement devrait, au cas par cas, tenir compte de l'ensemble des activités de l'hôpital et de ses rejets potentiels, de sa taille relativement à celle de l'agglomération, et du type de réseau (séparatif ou unitaire) auquel il est raccordé.

Mots clés (thématiques et géographiques)

Effluents hospitaliers ; Médicaments ; Biocides ; Détergents ; Tensioactifs ; Concentrations prédites ; Concentrations mesurées ; Flux ; Pôle de Santé d'Arcachon ; Bassin d'Arcachon.

Title

A raw wastewater study of the Arcachon health center: predicted and measured concentrations of pharmaceuticals drugs, surfactants and biocides – comparison with urban raw wastewaters.

Abstract

The study presented here, conducted between the years 2013 and 2017, aimed at providing a qualitative and quantitative footprint of the Arcachon health center (PSA) wastewaters, considering 3 categories of micropollutants: pharmaceutical drugs, surfactants and biocides. Two approaches were used: a survey of health and cleaning products used at the PSA on one hand, and on the other hand, a comparative chemical analysis of PSA raw wastewaters versus urban ones.

For pharmaceuticals, about 500 molecules were identified and predicted concentrations as well as fluxes were determined for the years 2013, 2016 and 2017. Results of the survey indicate that most of the molecules delivered at the PSA are also delivered in town pharmacies. Therefore PSA wastewaters will most likely show no differences from the urban wastewaters. Moreover, given the low volume of wastewater released by the PSA, its pharmaceutical residues fluxes are minor compared to urban ones. Results of the chemical analyzes (42 pharmaceuticals belonging to 8 different classes) are consistent with the survey, showing, for the majority of the molecules targeted, that if the concentrations are higher in PSA's raw wastewaters, PSA fluxes remain much lower than the ones brought by urban raw wastewaters.

The survey of the biocides used at the PSA displays no specific profile: substances identified (alcohols, quaternary ammoniums...) are not specific to a hospital but are also widely used for industrial and domestic purposes. No analysis was conducted for this category of micropollutants but fluxes are expected to be negligible compared with urban ones.

For surfactants, the PSA do not display a specific profile either. The results of the analyzes confirm these results and show that, as for medicinal products and biocides, surfactant fluxes brought by PSA wastewaters are much lower than the ones brought by urban raw water.

Overall, these results indicate that it is not necessary to specifically treat the PSA wastewaters.

Regarding micropollutants, it seems unnecessary to treat hospital effluents separately from urban ones. Any potential treatment should be considered on a case-by-case basis, taking into account all the hospital's activities, its size relative to that of the agglomeration, and the type of network (separative or combined) to which it is connected.

Key words (thematic and geographical area)

Hospital effluents; Pharmaceuticals; Biocides; Surfactants; Predicted concentrations; Measured concentrations; Fluxes ; Arcachon health center ; Arcachon Bay.

Synthèse pour l'action opérationnelle

I. Le suivi des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon dans le cadre de REMPAP - Contexte

Les eaux usées d'origine hospitalière ont été considérées ces dernières années comme une voie d'entrée importante de micropolluants dans le réseau d'assainissement d'eaux usées et dans l'environnement. Toutefois, les résultats de la plupart des études existantes aux niveaux national et international rapportent une faible contribution des rejets hospitaliers par rapport aux rejets urbains, tout en pouvant varier au cas par cas. En conséquence, dans le cadre de REMPAP, une étude intégrée des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) a été menée entre 2013 et 2017. Cette étude a été rendue possible par la création d'un réseau de collecte spécifique au moment de la création du PSA. Cette volonté résultait du souhait du SIBA de pouvoir caractériser les effluents hospitaliers et de se réserver la possibilité d'isoler cet effluent si un traitement spécifique devait s'avérer nécessaire.

L'étude intégrée des rejets du PSA a été découpée en 3 objectifs (Figure A) :

- Un volet « chimique », qui concerne ce livrable ; destiné à mieux connaître les rejets du PSA en termes qualitatifs et quantitatifs, et à établir une comparaison avec les rejets urbains.
- Un volet « traitement » portant sur l'efficacité et l'intérêt d'un pilote de bioréacteur à membrane pour le traitement des rejets du PSA (livrable 2.2).
- Un volet « impact » qui s'est intéressé à la caractérisation des effets écotoxicologiques des rejets du PSA et à leur réduction par le pilote de bioréacteur (livrable 3).

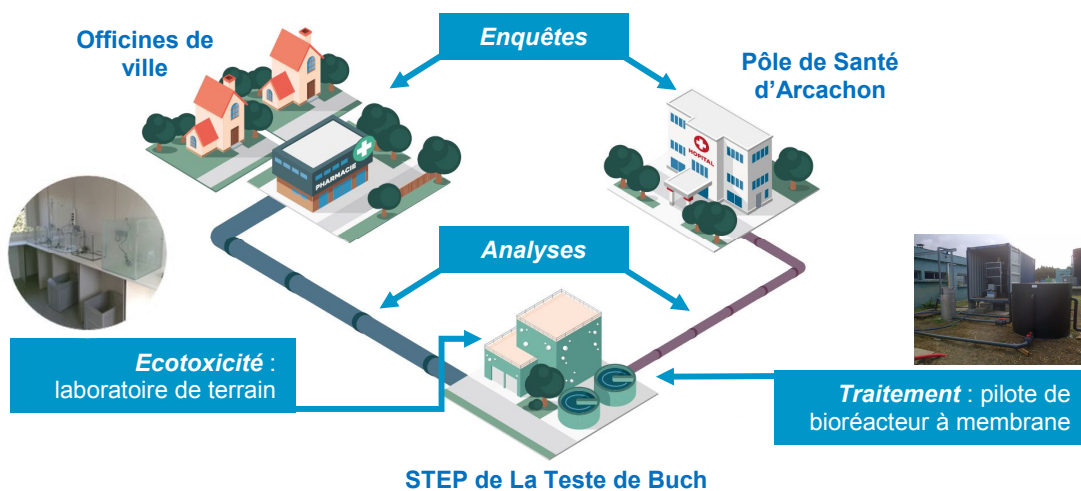


Figure A. Approches utilisées pour l'étude intégrée sur les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon.

Le travail réalisé ici repose sur des travaux complémentaires : d'une part une enquête basée sur l'inventaire des médicaments, des produits d'entretien et des produits de bionettoyage utilisés au PSA, d'autre part des analyses chimiques comparées entre les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines. Les objectifs étaient d'établir un profil des substances utilisées au PSA afin d'identifier une éventuelle spécificité de ce dernier par rapport au profil urbain ; de comparer les concentrations en substances actives entre les rejets du PSA et les rejets urbains ; et enfin d'établir pour ces substances, la contribution du PSA, relativement aux rejets domestiques.

Trois catégories de substances ont été ciblées : les médicaments, les biocides et les tensioactifs.

II. Les médicaments

II.1. Les enquêtes

Les pharmacies des deux entités constituant le PSA (centre hospitalier et clinique) ont fourni pour les années 2013, 2016 et 2017 les listes de médicaments délivrés. Un modèle simple de calcul a été utilisé pour la détermination des concentrations de médicaments dans les effluents du PSA, dérivé de la méthodologie proposée par l'European Medicines Agency pour l'évaluation du risque environnemental des médicaments (Besse 2010 ; EMEA 2006).

En termes de profil de médicaments

Environ 500 substances médicamenteuses réparties en une cinquantaine de familles de médicaments ont été recensées au PSA, leurs concentrations ont été estimées dans les rejets du PSA et leurs flux déterminés pour les années 2013, 2016 et 2017. Les quantités utilisées sont très variables : de la centaine de mg à la centaine de kg que ce soit en 2013 ou en 2017. Les 4 principales familles restent les produits de contraste (utilisés en imagerie médicale), les antiseptiques, les analgésiques non opiacés (notamment le paracétamol) et les antibiotiques (Figure D). Ces 4 familles représentent toujours la majorité des quantités totales : 86% en 2013 et 78% en 2017. Par ailleurs, les quantités totales ont augmenté passant de 340 kg pour l'année 2013 à environ 500 kg pour l'année 2017.

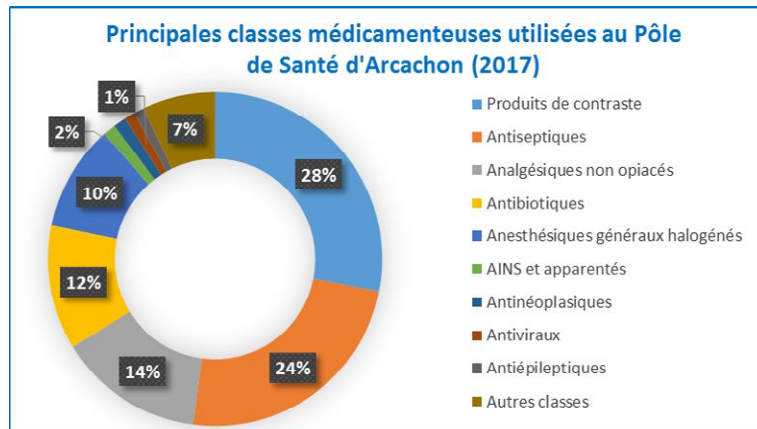


Figure B. Répartition de la consommation des classes médicamenteuses au Pôle de Santé en 2017. La classe « autres classes » contient 48 classes médicamenteuses.

Si on compare aux officines de ville

La majorité des molécules utilisées au Pôle de Santé le sont également dans les officines de ville (environ les trois-quarts). Les profils de consommation du PSA et des officines étudiées présentent au final peu de différences : par exemple dans le cas des antibiotiques, on retrouve au PSA l'utilisation plus importante de molécules réservées à des affections sévères (linézolide, vancomycine...) ou spécifiques (métronidazole). Globalement, et sur la base de ces résultats, les effluents du PSA ne présentent pas de spécificité majeure par rapport aux effluents urbains.

En termes de concentrations

Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont élevées : jusqu'au mg.L^{-1} pour le paracétamol ou l'ioméprol (produit de contraste), et de l'ordre de la dizaine de $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour plusieurs classes d'antibiotiques. Pour le paracétamol, c'est environ 100 fois plus que ce que l'on peut retrouver dans un effluent urbain « classique ».

Ces fortes concentrations sont liées à un faible volume d'eaux usées rejetés par le PSA (environ $100 \text{ m}^3.\text{j}^{-1}$) qui fait que la dilution des médicaments est faible, et non à une quantité importante de médicaments consommés. En effet, d'un point de vue quantitatif, la consommation annuelle du Pôle de Santé s'apparente à celle d'une officine de moyenne importance et devrait représenter autour de 5 % de la consommation totale en médicaments sur le Bassin (en 2013 par exemple, les quantités de médicaments utilisés au PSA s'élevaient à 340 kg, contre 1800 kg cumulés pour 3 officines du Bassin -sur un total de 40- qui avaient partagé leurs données).

En termes de flux

Bien que les concentrations estimées soient élevées dans les effluents du PSA, ces derniers ne représentent pas une entrée importante dans le réseau d'assainissement car les débits du PSA sont très faibles relativement à ceux des effluents urbains : environ $100 \text{ m}^3.\text{j}^{-1}$ pour le PSA contre $14000 \text{ m}^3.\text{j}^{-1}$ pour les eaux usées domestiques arrivant à la STEP de La Teste de Buch, soit 0.7% (Figure C). Cette conclusion est confirmée par les résultats des analyses chimiques.

En termes de traceurs chimiques

Enfin, peu de molécules sont suffisamment spécifiques pour tracer une signature hospitalière, dont la vancomycine ou le foscarnet ; la pertinence de ces traceurs potentiels reste toutefois limitée pour le Bassin d'Arcachon par l'effet de dilution des effluents du PSA dans les effluents urbains.

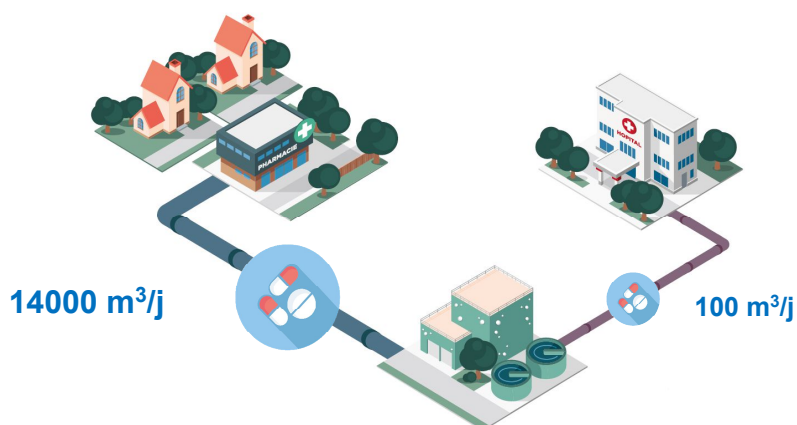


Figure C. Compte-tenu des faibles volumes rejetés par le Pôle de Santé d'Arcachon, les flux de médicaments sont faibles par rapport aux flux urbains.

II.2. Les analyses chimiques

Deux campagnes de prélèvement, de 3 jours consécutifs chacune, ont été réalisées en 2016 et 2017 : du 20 au 22 décembre 2016 et du 11 au 13 juillet 2017. Au total 42 molécules, réparties en 8 familles ont été suivies de façon spécifique dans les effluents du PSA et en entrée de la STEP de la Teste de Buch à laquelle sont raccordés les rejets du PSA.

En termes de concentration

Dans les eaux usées brutes, la molécule dominant le profil de contamination est le paracétamol, qui représente en proportion plus de 75 % des pharmaceutiques analysés pour le PSA, contre 45 % dans les eaux brutes urbaines. Dans la majorité des cas, les concentrations sont supérieures dans les rejets du PSA.

En termes de flux

Dans leur grande majorité, les flux de pharmaceutiques produits par le PSA sont très inférieurs à ceux produits par les eaux usées urbaines. Seules quelques molécules font exception comme par exemple le métronidazole, la clindamycine (antibiotiques) ou la lamivudine (antiviral), avec des flux qui restent très faibles inférieurs à 0.4 g J⁻¹ (Tableau A).

Tableau A. Flux moyens (en g.J⁻¹) des substances pharmaceutiques retrouvées dans les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines.

	Flux moyens en g.J ⁻¹				2016	2016
	décembre 2016		juillet 2017			
	PSA (n=3)	Urbain (n=3)	PSA (n=3)	Urbain (n=3)		
paracetamol	92.19	2551.26	105.88	1035.50	PSA < Urbain	PSA < Urbain
cafeine	5.03	698.01	6.17	574.32	PSA < Urbain	PSA < Urbain
hydroxy ibuprofene	1.09	272.78	0.79	84.52	PSA < Urbain	PSA < Urbain
gabapentine	1.11	180.02	4.48	92.58	PSA < Urbain	PSA < Urbain
sulfaméthoxazole	0.04	12.68	0.19	11.94	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ofloxacine	1.94	6.94	1.21	7.47	PSA < Urbain	PSA < Urbain
gemfibrozil	0.01	6.18	0.05	6.30	PSA < Urbain	PSA < Urbain
propranolol	0.01	2.41	0.02	2.94	PSA < Urbain	PSA < Urbain
spiramycine	1.46	2.28	1.56	6.54	PSA < Urbain	PSA < Urbain
disopyramide	0.00	2.13	0.40	3.33	PSA < Urbain	PSA < Urbain
metronidazole	0.21	0.57	0.40	0.21	PSA < Urbain	PSA > Urbain
nordiazepam	0.01	0.31	0.00	0.28	PSA < Urbain	PSA < Urbain
clindamycine	0.28	0.19	0.14	0.07	PSA > Urbain	PSA > Urbain
lincomycine	0.00	0.15	0.00	0.04	PSA < Urbain	PSA < Urbain
amitryptiline	0.00	0.15	0.00	0.25	PSA < Urbain	PSA < Urbain
cyclophosphamide	0.00	0.12	0.08	0.06	PSA < Urbain	PSA > Urbain
lamivudine	0.02	0.00	0.13	4.70	PSA > Urbain	PSA < Urbain

III. Les biocides

Pour les biocides, des enquêtes ont été réalisées mais pas d'analyse chimique. Les services du centre hospitalier et de la clinique ont fourni pour les années 2013 et 2017 les listes des produits d'entretien et de bio-nettoyage utilisés ainsi que les quantités employées. Les fiches de sécurité (FDS) des produits ont été analysées afin d'identifier les substances d'intérêt et les quantités utilisées. Compte-tenu des nombreuses sources d'incertitudes et notamment du fait que les informations données dans les FDS restent incomplètes, il n'a pas été possible d'estimer des concentrations en biocides dans les rejets du PSA. Toutefois, il a été possible d'identifier les groupes et substances biocides utilisés et d'en approcher les quantités (Figure D) ; Pour l'année 2017 par exemple, 13 substances appartenant à 6 classes différentes ont été identifiées.

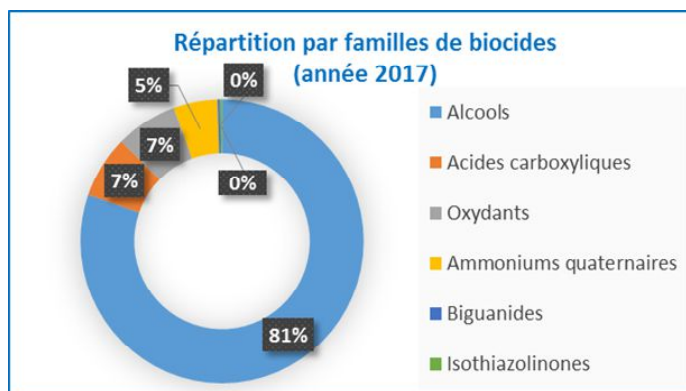


Figure D. Répartition par familles de biocides au Pôle de Santé en 2017 dans les produits d'entretien et de bio-nettoyage.

D'une manière générale, le PSA ne présente pas de profil particulier : les substances y étant utilisées n'étant pas spécifiques d'un usage hospitalier mais également largement employées aux niveaux industriel et domestique, que ce soit les alcools, les acides, les ammoniums quaternaires, les biguanides ou les agents oxydants (peroxyde d'hydrogène et acide peracétique). Sur un plan quantitatif, en 2017 comme en 2013, les alcools, substances rapidement biodégradées, restent les biocides les plus utilisés (80% des quantités). Enfin, les quantités totales de biocides employées au PSA ont diminué entre 2013 et 2017 avec notamment une forte diminution des alcools.

Bien que ne disposant pas de résultats d'analyses chimiques pour comparer directement les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes domestiques arrivant à la STEP de La Teste de Buch, il est très probable que les rejets du PSA ne contribuent que faiblement à la présence de substances biocides dans le réseau d'assainissement, et ce pour les mêmes raisons que pour les médicaments : les volumes d'eaux rejetées par le PSA sont très faibles par rapport à ceux des rejets domestiques.

IV. Les tensioactifs

IV.1. Les enquêtes

Une quarantaine de substances ont été identifiées (une partie de ces molécules est présentée dans le Tableau C). Les tensioactifs non ioniques et anioniques sont les plus utilisés. Pour les anioniques, vingt-cinq molécules sont utilisées au PSA ; les représentants principaux de cette classe au PSA sont les alcools éthoxylés (à noter qu'une fraction importante de cette famille, 67%, provient d'un seul produit : une lessive pour le lavage du linge). Les tensioactifs anioniques représentent la seconde classe de tensioactifs utilisés au PSA. Dix substances différentes sont utilisées parmi lesquelles les dérivés de l'acide benzène sulfonique (LAS) sont largement majoritaires (plus de 80% des quantités), ce qui fait des LAS les tensioactifs parmi les plus utilisés au PSA.

IV.2. Les analyses chimiques

Trois prélèvements moyennés 24 h ont été réalisés sur les rejets du PSA le 20 décembre 2016 et les 11 et 12 juillet 2017. Deux types d'analyses sur les tensioactifs ont été réalisées : l'analyse des 3 grandes familles (anioniques, non ioniques et cationiques) d'une part, et l'analyse de 16 molécules spécifiques, par ailleurs suivies dans le cadre du projet SIPIBEL-RILACT, d'autre part.

Les résultats des analyses sur les grandes familles de tensioactifs indiquent que les concentrations sont supérieures (par rapport aux eaux usées brutes urbaines) dans les rejets du PSA pour les tensioactifs non ioniques, alors qu'elles sont comparables pour les deux autres familles. En termes de flux, ceux flux générés par le PSA sont très inférieurs aux flux urbains. Par exemple, pour la classe des tensioactifs non ioniques, qui prédomine dans les effluents du PSA, le flux journalier calculé est d'environ 1.1 kg contre 27 kg pour les eaux usées brutes urbaines.

Les résultats des analyses de 16 molécules spécifiques montrent quant à elles que les concentrations sont globalement moins élevées dans les rejets du PSA que dans les rejets urbains. Enfin, comme pour les médicaments et les biocides, les flux de tensioactifs apportés par les rejets du PSA sont très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines : ainsi pour les 16 molécules considérées, les flux générés par le PSA sont faibles avec une médiane journalière de 220 g de tensioactifs contre 100 kg pour les eaux usées brutes urbaines.

V. Conclusion

7.1. Pas de nécessité d'un traitement spécifique des rejets du Pôle de Santé à l'heure actuelle

Les résultats des enquêtes et des analyses convergent sur la non spécificité des rejets du PSA par rapport aux rejets urbains (pour les paramètres étudiés : médicaments, biocides et tensioactifs) et sur la faiblesse de leur flux. A l'heure actuelle, il n'apparaît donc pas nécessaire de traiter de manière spécifique les effluents du PSA. Ces conclusions rejoignent celles d'autres projets et notamment celles de SIPIBEL-RILACT.

7.2. Et pour les hôpitaux en général ?

D'une manière générale, et concernant la question des micropolluants, il semble peu pertinent de traiter de manière séparée les effluents hospitaliers. En effet, les hôpitaux ne sont pas ou plus pourvoyeurs de molécules plus actives ou toxiques que ne le sont les rejets urbains dans la mesure où :

- beaucoup de molécules autrefois réservées à usage hospitalier sont maintenant disponibles dans les officines de ville ;
- le développement des traitements ambulatoires et le raccourcissement des temps de séjour à l'hôpital font que de plus en plus de médicaments vont être rejetés de manière diffuse au niveau urbain ;
- les rejets urbains vont contenir des résidus médicamenteux que l'on ne retrouvera pas dans les rejets hospitaliers ;
- les flux que représentent les rejets hospitaliers sont souvent faibles par rapport aux flux urbains.

D'une manière générale, la question d'un traitement spécifique devrait se faire au cas par cas en tenant compte de :

- l'ensemble des activités de l'hôpital et des rejets potentiels pour préconiser le cas échéant les pratiques, prétraitements et suivis nécessaires ;
- la taille de l'hôpital par rapport à l'agglomération (et plus particulièrement le nombre de lits d'hospitalisation rapporté à la taille de la population) qui reste le facteur majeur : un petit hôpital sur une grosse agglomération ne contribuera que pour une faible part aux rejets, alors qu'à l'inverse, un hôpital de grande taille pourra représenter une entrée majeure de micropolluants sur le réseau d'une petite agglomération ;
- le type de réseau (séparatif ou unitaire), sa configuration, son éventuelle vétusté et la capacité des stations d'épuration.

7.3 Remarques et perspectives :

Enfin, il est important de considérer que ces conclusions se basent sur les seuls suivis des micropolluants, et non sur d'autres paramètres, comme par exemple la dissémination de bactéries antibio-résistantes.

Les enquêtes et éventuellement les analyses devraient être reconduites d'ici 5 ans afin d'évaluer des changements liés à un accroissement et/ou des changements dans les activités du PSA.

Sommaire

1. Contexte et objectifs – Rappels sur les effluents hospitaliers	19
1.1. Introduction	19
1.2. Caractéristiques des effluents liquides hospitaliers	19
1.3. La contribution des effluents hospitaliers au rejet des micropolluants	19
1.4. L'écotoxicité des effluents hospitaliers	20
1.5. La question du traitement des effluents hospitaliers	21
1.6. Contexte et objectifs du livrable	21
2. Caractéristiques générales des effluents du Pôle de Santé d'Arcachon – comparaison avec les effluents urbains pour les paramètres globaux	22
2.1. Présentation du Pôle de Santé	22
2.1.1. Genèse	22
2.1.2. Les activités de soin	22
2.2. Les rejets du Pôle de santé – Convention de déversement et prétraitement	23
2.2.1. Raccordement du Pôle de Santé au réseau public d'assainissement	23
2.2.2. Prétraitement des effluents	23
2.2.2.1. Pour les rejets des laboratoires	23
2.2.2.2. Pour les rejets des locaux mortuaires	23
2.2.2.3. Pour les rejets de la cuisine	23
2.2.3. Surveillance de la conformité des rejets	23
2.3. Les rejets du PSA, volumes et paramètres globaux - comparaison des effluents du PSA avec les effluents urbains	23
2.3.1. Volumes d'eau rejetés par le Pôle de Santé	23
2.3.1.1. Suivi mensuel	23
2.3.1.2. Suivi journalier	23
2.3.2. Paramètres globaux - comparaison des rejets du PSA avec les eaux usées brutes urbaines	24
2.3.2.1. Protocole de prélèvement et d'analyse	24
2.3.2.2. Résultats	26
3. Médicaments - Analyse des profils de consommation du Pôle de Santé – comparaison avec les profils officinaux	28
3.1. Objectifs	28
3.2. Matériel et méthodes	28
3.2.1. Produits consommés et quantités utilisées au PSA	28
3.2.2. Détermination des concentrations	28
3.3. Résultats par familles de substances	28
3.3.1. Familles recensées	30
3.3.2. Les analgésiques non opiacés	30
3.3.3. Les produits de contraste	31
3.3.4. Les antiseptiques	31
3.3.5. Les antibiotiques	32
3.4. Discussion	36
3.4.1. Considérations sur les niveaux de concentrations dans les effluents du PSA	36
3.4.2. Comparaison avec les consommations dans les officines de ville	36
3.4.2.1. Profil quantitatif	36

3.4.2.1. Profil qualitatif	38
3.4.4. Estimation des flux	39
3.4.5. Identification de traceurs potentiels	40
3.5. Evolutions de la consommation entre 2013 et 2017	41
3.5.1. Evolution globale	41
3.5.2. Evolution des principales familles	42
3.5.3. Familles « émergentes »	43
3.5.4. Evolution des concentrations et des flux	46
3.5.5. Considération sur les traceurs chimiques potentiels	46
3.6. Synthèse : ce qu'il faut retenir sur les médicaments utilisés au Pôle de santé	46
4. Médicaments - Analyses chimiques des effluents du Pôle de Santé et comparaison avec les effluents urbains	48
4.1. Objectifs	48
4.2. Matériel et méthodes	48
4.2.1. Molécules analysées	48
4.2.2. Prélèvement, stockage et transfert des échantillons	48
4.2.2.1. Prélèvements - campagnes effectuées en décembre 2016	48
4.2.2.2. Prélèvements - campagnes effectuées en juillet 2017	48
4.2.2.3. Conservation des échantillons	49
4.2.3. Préparation de l'échantillon	49
4.2.3.1. Filtration	49
4.2.3.2. Réactifs	49
4.2.3.3. Protocole d'extraction de la phase dissoute	49
4.2.3.4. Contrôle qualité pour l'extraction	49
4.2.4. Protocole analytique	50
4.2.4.1. Méthodes analytiques	50
4.2.4.2. Limites de quantification	50
4.2.4.3. Contrôle qualité pour l'analyse	50
4.3. Résultats	50
4.3.1. Concentrations	50
4.3.2. Flux	52
4.4. Synthèse	54
5. Tensioactifs et biocides - Analyse des profils de consommation du Pôle de Santé	55
5.1. Objectif	55
5.2. Définitions et rappels	55
5.2.1. Le bionettoyage	55
5.2.2. Les biocides	55
5.2.3. Les tensioactifs	56
5.3. Matériel et méthodes	56
5.3.1. Produits consommés et quantités utilisées au PSA en 2013	56
5.3.2. Détermination de la composition des produits d'entretien et de bionettoyage	56
5.4. Résultats	56
5.4.1. Considérations préliminaires	56
5.4.2. Profil général des produits utilisés au PSA	57
5.4.3. Profil des substances biocides	58
5.4.4. Profil des tensioactifs	61
5.4.5. Autres composés	63
5.5. Evolution des consommations en biocides entre 2013 et 2017	64

5.6. Discussion et conclusion	65
5.6.1. Les FDS, des données incomplètes	65
5.6.2. Des fortes incertitudes pour l'estimation des concentrations dans les effluents du PSA	66
5.6.3. Quelle spécificité des effluents du PSA pour les biocides et les détergents ?	66
5.6.3.1. Biocides	66
5.6.3.2. Tensioactifs	66
5.6.3.3. Traceurs d'un usage hospitalier	66
5.7. Synthèse : ce qu'il faut retenir sur les produits d'entretien et de bionettoyage utilisés au Pôle de Santé	66
6. Tensioactifs - Analyses chimiques des effluents du Pôle de Santé et comparaison avec les effluents urbains	68
6.1. Objectifs	68
6.2. Matériel et méthodes	68
6.2.1. Choix des molécules et des paramètres	68
6.2.1.1. Grandes familles	68
6.2.1.2. Détergents du projet RILACT	68
6.2.2. Campagnes réalisées	68
6.2.3. Prélèvement des échantillons	68
6.2.4. Stockage et transfert des échantillons	68
6.2.4.1. Grandes familles	68
6.2.4.2. Détergents du projet RILACT	68
6.2.5. Préparation de l'échantillon	69
6.2.5.1. Grandes familles	69
6.2.5.2. Détergents du projet RILACT	69
6.2.6. Protocole analytique	69
6.2.6.1. Grandes familles	69
6.2.6.2. Détergents du projet RILACT	69
6.3. Résultats	70
6.3.1. Grandes familles	70
6.3.2. Détergents du projet RILACT	70
6.3.2.1. Fréquence de détection	70
6.3.2.2. Comparaison des profils entre les effluents urbains et hospitaliers	71
6.3.2.3. Comparaison avec les résultats du projet SIPIBEL - RILACT	71
6.4. Synthèse	71
7. Conclusion	73
7.1. Pas de nécessité d'un traitement spécifique des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon à l'heure actuelle	73
7.2. Et pour les hôpitaux en général ?	73
Bibliographie	75
Annexes	759

Liste des Tableaux

Tableau 1. Paramètres suivis dans le cadre de l'autocontrôle des effluents du Pôle de Santé d'Arcachon.....	24
Tableau 2. Volumes mensuels rejetés par le Pôle de Santé (années 2013 à 2018).....	25
Tableau 3. Comparaison des valeurs (en mg/L sauf pour la DBO ₅ en mgO ₂ /L) des paramètres globaux mesurés en sortie du Pôle de Santé avec les données issues de la bibliographie.	26
Tableau 4. Usages, concentrations estimées dans les eaux usées brutes, abattement en STEP et données d'écotoxicité pour quelques substances médicamenteuses appartenant aux 7 principales classes médicamenteuses délivrées au niveau du Pôle de Santé d'Arcachon (données pour l'année 2013).....	37
Tableau 5. Mise en regard des 10 classes médicamenteuses les plus utilisées dans les officines de ville et au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2013.....	38
Tableau 6. Liste des molécules à prescription particulière utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon.	40
Tableau 7. Comparaison des profils antibiotiques pour entre l'aile hospitalière (en bleu) et l'aile clinique (en orange) au sein du Pôle de Santé d'Arcachon pour les 10 principales molécules utilisées ; année 2017.....	43
Tableau 8. Principales molécules anticancéreuses cytotoxiques et cytostatiques utilisées au PSA en 2017, comparaison avec l'année 2013.....	44
Tableau 9. Paramètres des protocoles d'extraction pour la phase dissoute.	49
Tableau 10. Limites de quantifications pour les pharmaceutiques.	50
Tableau 11. Molécules présentant une concentration supérieure dans l'effluent urbain par rapport à l'effluent PSA pour les prélèvements de décembre 2016 et de juillet 2017 (n=6).	52
Tableau 11. Flux moyens des molécules retrouvées dans les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines sur les prélèvements de décembre 2016 et juillet 2017 (n=6).....	53
Tableau 13. Quantités totales de substances biocides utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2013.	59
Tableau 14. Familles et quantités de tensioactifs utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon (année 2013).	62
Tableau 15. Quantités totales de substances biocides utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2013.	65

Liste des Figures

Figure 1. Le Pôle de Santé d'Arcachon.....	22
Figure 2. Volumes journaliers (m ³) d'eaux brutes rejetés par le Pôle de Santé.	25
Figure 3. Volumes horaires (m ³) d'eaux brutes rejetés par le Pôle de Santé sur une période hebdomadaire.....	25
Figure 4. Comparaison des valeurs de MES, DCO, DBO ₅ entre les eaux brutes du Pôle de Santé et des STEP de Biganos et de La Teste de Buch (années 2015 à 2017). Concentrations en mg/L sauf pour la DBO ₅ en mg O ₂ /L.	27
Figure 5. Comparaison des valeurs de NTK et Pt entre les eaux brutes du Pôle de Santé et des STEP de Biganos et de La Teste de Buch. Concentrations en mg/L (années 2015 à 2017).	27
Figure 6. Classes de médicaments consommées au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013 (quantités exprimées en mg).....	29
Figure 7. Répartition de la consommation des classes médicamenteuses au Pôle de Santé en 2013. La groupe « autres classes » contient 47 classes médicamenteuses dont les médicaments du système cardiovasculaire ou encore les anticancéreux.	30

Figure 8. Familles d'antibiotiques utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013.....	33
Figure 9. Familles d'antibiotiques (hors beta-lactamines) utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013.....	33
Figure 10. Mise en regard des profils des familles d'antibiotiques (hors bêta-lactamines) utilisées dans les officines du Bassin d'Arcachon et au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013.....	39
Figure 11. Répartition de la consommation des classes médicamenteuses au Pôle de Santé en 2017. La classe « autres classes » contient 48 classes médicamenteuses.....	42
Figure 12. Profil des familles d'antibiotiques (hors bêta-lactamines) au Pôle de Santé en 2017.....	42
Figure 13. Circuit des molécules anticancéreuses depuis leur délivrance jusqu'à leur arrivée en entrée d'une station d'épuration urbaine – contribution des différentes sources (Source, Besse et al., 2012).	45
Figure 14. Préleveur en place sur le poste de relevage du Pôle de Santé.....	48
Figure 15. Concentrations totales mesurées en pharmaceutiques en entrée de la station d'épuration urbaine de la Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA).....	50
Figure 16. Empreinte moyenne de contamination retrouvée en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) et de la station d'épuration de la Teste de Buch en décembre 2016 et juillet 2017.....	51
Figure 17. Flux totaux mesurés en entrée de la station d'épuration urbaine de la Teste et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) pour les pharmaceutiques et les antibiotiques.....	54
Figure 18. Répartition des familles de substances utilisées au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.....	57
Figure 19. Répartition des familles de substances utilisées au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage, hors biocides, agents de blanchiment oxygénés et alcalins..	58
Figure 20. Répartition des familles de biocides au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.....	58
Figure 21. Répartition des familles de tensioactifs au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.....	63
Figure 22. Répartition des familles de biocides au Pôle de Santé en 2017 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.....	65
Figure 23. Concentrations mesurées en familles de détergents (cationiques, non ioniques et anioniques) en entrée des stations d'épuration de Biganos et de La Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon.....	70
Figure 24. Concentrations totales mesurées (µg/L) en détergents spécifiques (molécules suivies dans le projet SIPIBEL) en entrée des stations d'épuration de Biganos et de La Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA).....	72

Liste des Annexes

ANNEXE A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017 – Flux et concentrations estimées dans les rejets.....	79
ANNEXE B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013.....	92
ANNEXE C. Quantités de biocides utilisées dans les produits d'entretien et de bionettoyage au Pôle de Santé pour l'année 2017.....	97
ANNEXE D. Exemple d'une fiche de sécurité.....	99
ANNEXE E. Exemple de notice de composition d'un produit d'entretien.....	100

1. Contexte et objectifs – Rappels sur les effluents hospitaliers

1.1. Introduction

Les eaux usées d'origine hospitalière ont été considérées ces dernières années comme une voie d'entrée non négligeable de micropolluants dans le réseau d'assainissement des eaux usées, et dans l'environnement (Escher et al., 2011 ; Verlicchi et al., 2010 ; Ort et al., 2010). En effet, le très large éventail d'activités des hôpitaux : activités de soins, de diagnostic, d'hygiène et d'entretien des locaux, les conduisent à utiliser une grande variété de substances actives, tels que les médicaments et les biocides présents dans les désinfectants et les antiseptiques (Boillot et al., 2008 ; Kümmerer, 2001; Orias 2015) ; et qui peuvent être rejetées dans les eaux usées de l'hôpital (Kümmerer, 2001; Langford et Thomas 2009).

Les eaux usées hospitalières n'étant pas traitées sur place (exceptées pour les substances radioactives), l'ensemble des substances se retrouvent mélangées avec les eaux usées de l'agglomération et gagnent les stations d'épuration urbaines (STEP), avant traitement et rejet dans le milieu (Boillot 2008 ; Emmanuel et al., 2004 ; Kümmerer 2009).

1.2. Caractéristiques des effluents liquides hospitaliers

D'un point de vue qualitatif, les effluents liquides hospitaliers peuvent être classés en trois grandes catégories (Deloffre-Bonnamour, 1995 ; Emmanuel, 2004, cités par Boillot 2008) :

- les rejets d'origine domestique (eaux provenant des cuisines, hygiène des patients non contagieux et du personnel) ;
- les rejets assimilables à des effluents industriels qui peuvent être générés par des équipements spécifiques (blanchisseries, chaufferies, climatisations, ateliers...) ;
- les effluents spécifiques aux établissements de santé qui sont générés par les activités de soins, d'analyse et de recherche.

Ces rejets liquides spécifiques aux activités médicales comprennent (Boillot 2008) :

- les effluents des services de soins qui renferment :
 - des biocides (acide peracétique, peroxyde d'hydrogène, tensioactifs cationiques...)
 - des détergents (tensioactifs cationiques, non-ioniques et anioniques) ;
 - des résidus médicamenteux ;
- les effluents des services médico-techniques (salles d'opération) et dans lesquels on retrouve entre autres des liquides biologiques : sang, urine, selles, liquides gastriques...
- les rejets résultant de l'entretien du matériel et des locaux médicaux qui contiennent des détergents, des détergents-désinfectants (tensioactifs cationiques) et des biocides ;
- les rejets des laboratoires de recherches et d'analyses qui renferment des liquides biologiques (sang¹, urine...), des solvants, des désinfectants...

1.3. La contribution des effluents hospitaliers au rejet des micropolluants

Les eaux usées hospitalières ne subissant aucun traitement préalable, des interrogations ont été soulevées quant à leur toxicité, leur profil chimique, et leur contribution à l'apport en micropolluants par rapport aux effluents urbains domestiques.

¹ Une grande partie du sang est aspirée, mise en poche et traitée ensuite comme un déchet solide à risque infectieux, mais une partie peut être rejetée avec les eaux usées, comme certains liquides biologiques.

Les concentrations mesurées dans les effluents hospitaliers en médicaments (antibiotiques, agents anticancéreux, anesthésiques, désinfectants...), mais également en métaux lourds (platine pour le traitement de certains cancers), éléments rares (gadolinium, indium et osmium) sont souvent supérieures à celles trouvées dans les eaux usées urbaines : jusqu'à 150 fois pour certaines substances pharmaceutiques (Kümmerer 2001 ; Verlicchi et al., 2010).

Toutefois, ces fortes concentrations ne se traduisent pas nécessairement par des flux importants : d'une part les volumes d'effluents hospitaliers peuvent être très inférieurs aux volumes d'effluents domestiques ; et d'autre part, les quantités consommées de médicaments sur un hôpital peuvent ne représenter qu'une petite fraction de la quantité de médicaments consommés sur le bassin versant. Par exemple, Escher et al. (2011) ont rapporté que dans un hôpital suisse de 338 lits, 1154 kg de substances pharmaceutiques ont été consommés en 2007 contre 18.700 kg par la population urbaine (250.000 habitants) attenante.

Une autre question soulevée concerne la spécificité chimique des effluents hospitaliers par rapport aux effluents urbains. Cette dernière reste cependant discutée : pour certains auteurs, elle n'est pas avérée, même pour des classes médicamenteuses comme les anticancéreux (Besse et al., 2012 ; Ferrando-Climent et al., 2013) ; tandis que d'autres auteurs considèrent que les hôpitaux sont la principale source de rejets pour certains produits pharmaceutiques dont les antibiotiques (Ort et al, 2010 ; Verlicchi et al., 2010a et b, 2012 ; Santos et al, 2013).

L'étude médiflux (Mullot 2010) a ainsi proposé une classification en trois groupes pour la contribution (en flux) des hôpitaux à la pollution urbaine par les médicaments :

- les médicaments typiquement communautaires, sans spécificité hospitalière, comme les β -bloquants, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), les hypolipémiants... pour lesquels la contribution de tous les hôpitaux se situerait dans l'intervalle 0 à 2 %, en adéquation avec le nombre de lits d'hospitalisation rapporté à la taille de la population. Ces médicaments « communautaires » sont les plus nombreux ;
- à l'opposé on retrouve les médicaments réservés à l'usage hospitalier, comme les anesthésiques, les anticancéreux, les produits de contraste, et pour lesquels les hôpitaux contribuent directement de manière plus importante (entre 40 et 60 %). Ces médicaments sont les moins nombreux et leur contribution doit être pondérée par des pratiques thérapeutiques comme l'hospitalisation de jour ou l'accueil de patients en ambulatoire. En effet, depuis plusieurs années, on observe une forte tendance au développement des traitements en ambulatoire (au domicile du patient), dans le but d'améliorer le confort du patient (Besse et al., 2012).
- entre ces deux catégories, les médicaments « à préférence hospitalière », correspondant à des médicaments présent en ville mais particulièrement utilisés à l'hôpital en raison du spectre des pathologies traitées comme certains antibiotiques et pour lesquels la contribution hospitalière pourrait s'élever jusqu'à 10 % des flux.

D'une manière générale, les résultats de la plupart des études existantes rapportent une contribution des rejets hospitaliers par rapport aux rejets urbains relativement faible mais pouvant varier au cas par cas, en fonction des hôpitaux mais aussi des classes de substances considérées. Ainsi, la typologie et le volume des effluents produits par les centres hospitaliers varient en fonction de nombreux paramètres tels que le nombre de lits, l'âge de l'hôpital, les services généraux présents à l'intérieur de la structure (cuisine, blanchisserie, chaufferie), le nombre et les types d'unités de soin (oncologie...), les politiques de gestion... (Verlicchi et al., 2010b).

1.4. L'écotoxicité des effluents hospitaliers

L'écotoxicité des effluents hospitaliers reste relativement peu étudiée. Une revue relativement récente (Orias et Perrodin 2013) rapporte que les données sur l'écotoxicité globale des effluents hospitaliers sont beaucoup moins nombreuses que les données sur les substances spécifiques les composant. Seulement dix études ont été retrouvées sur l'écotoxicité des effluents hospitaliers ; elles montrent une grande variabilité de la toxicité des effluents avec une CE₅₀ (concentration induisant 50 % de l'effet maximal) variant de quelques pourcents à 100% de l'effluent testé.

Les essais montrent également : une toxicité plus importante lorsque la fraction particulaire est prise en compte (Boillot 2008) ; une forte variabilité de la toxicité au cours de la journée, marquée entre les périodes d'activités diurnes et nocturnes ; des différences en fonction des différentes activités hospitalières : locaux de nettoyage, équipements de bloc opératoire, laboratoire de chimie... (Boillot et al., 2008).

Enfin, il est globalement observé une toxicité plus importante des effluents hospitaliers par rapport aux effluents urbains (Santiago et al., 2002, cité par Orias 2015).

1.5. La question du traitement des effluents hospitaliers

Certains auteurs ont suggéré qu'un traitement spécifique devrait être appliqué aux effluents des établissements de santé (Pauwels et Verstraete, 2006 ; Verlicchi et al., 2012). Ces auteurs ont souligné le fait qu'une telle approche permettrait d'éviter :

- la possibilité que les effluents hospitaliers n'entraînent une réduction de la biomasse bactérienne dans les STEP, et ainsi diminuent l'efficacité des process ;
- les rejets directs dans l'environnement en raison de fuites du réseau ou de débordements sur les réseaux unitaires lors d'évènements pluvieux (Kovalova et al., 2012).

Un autre argument en faveur d'un traitement spécifique des effluents hospitaliers vient de l'importance d'éviter la propagation des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques (Kümmerer, 2009). En effet, on s'interroge aujourd'hui sur le rôle des effluents hospitaliers dans l'introduction d'agents pathogènes dans les eaux usées urbaines qui pourraient contribuer à la propagation de la résistance aux antibiotiques dans l'environnement.

Sur la base de ces considérations, des réflexions ont été engagées de la part des scientifiques en vue de la réduction des risques, soit *via* un traitement dédié avant rejet au réseau urbain ; soit *via* l'étude de réduction à la source et de changements de pratiques, comme par exemple :

- le remplacement de certains désinfectants toxiques,
- l'utilisation du nettoyage vapeur,
- la réduction des consommations de détergents,
- la collecte des urines dans certains services pour un traitement à part,
- la remplacement de certains médicaments par d'autres (bioéquivalents mais moins à risque pour l'environnement...).

1.6. Contexte et objectifs du livrable

En 2009, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) a décidé de créer un réseau de collecte spécifique au nouveau Pôle de Santé d'Arcachon (PSA). Cette volonté résultait du souhait du SIBA de pouvoir caractériser les effluents hospitaliers et de se réserver la possibilité d'isoler cet effluent si un traitement spécifique devait s'avérer nécessaire.

Il s'agissait également à l'époque de s'inscrire dans le cadre des enjeux du premier plan national résidus médicamenteux (PNRM) qui soutenait « *le développement et la structuration de sites-pilotes sur des bassins expérimentaux favorisant la pluridisciplinarité scientifique et technique et la prise en compte des enjeux économiques et sociaux* ».

Le SIBA avait donc réfléchi à une étude en deux volets qui a pu être initiée dans le cadre de **REMPAR** :

- Un premier volet « chimique » destiné à mieux connaître les rejets du PSA en termes qualitatifs et quantitatifs, et à établir une comparaison avec les rejets urbains (sources diffuses). Les résultats de ces travaux sont présentés dans ce livrable.
- Un second volet « biologique » a porté sur la caractérisation des effets écotoxicologiques des rejets du Pôle de Santé ; il fait partie du module « impact » de **REMPAR** (livrable 3).

L'étude sur le PSA a par ailleurs, été complétée par la mise en place d'une étude spécifique portant sur l'efficacité et l'intérêt d'un traitement spécifique (par bioréacteur à membrane) des effluents du PSA. Cette étude fait l'objet du module traitement (livrable 2.2.).

2. Caractéristiques générales des effluents du Pôle de Santé d'Arcachon – comparaison avec les effluents urbains pour les paramètres globaux

2.1. Présentation du Pôle de Santé

2.1.1. Genèse

La construction du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) résulte de la décision du regroupement du centre hospitalier Jean Hameau et de la clinique d'Arcachon sur un même site (Figure 1) conformément aux dispositions du Schéma Régional de l'Organisation Sanitaire du 31 mars 2006 et de la conclusion d'un protocole d'accord entre les deux établissements, signé le 15 février 2007. Par arrêté préfectoral du 18 novembre 2008, le projet a été qualifié de Projet d'Intérêt Général (PIG), Le PSA a été inauguré en mai 2013.



Figure 1. Le Pôle de Santé d'Arcachon.

2.1.2. Les activités de soin

L'aile hospitalière est structurée en quatre pôles, un pôle management, ressources et vigilances et trois pôles d'activités médicales et médico-technique :

- Le pôle Urgences (6 lits) : urgences, SMUR, surveillance continue, pédiatrie, psychiatrie de liaison, dépôt de sang, laboratoire, imagerie médicale (radiologie conventionnelle, scanner).
- Le pôle Médecine (95 lits) : médecine interne hépato-gastro-entérologie (22 lits), cardiologie (14 lits) et réadaptation cardiaque (14 lits), neurologie (14 lits), gériatrie court séjour (28 lits), consultation mémoire, équipe d'évaluation gériatrique, équipe mobile de soins palliatifs, soins de suite et de réadaptation (20 lits), équipe de liaison de nutrition-addictologie, consultations de pneumologie, de rhumatologie, d'endocrino-diabétologie et de néphrologie.
- Le pôle Chirurgie (63 lits) : chirurgie générale, digestive, endocrinienne, vasculaire, chirurgie orthopédique et traumatologique, gynécologie-obstétrique et planning familial, anesthésiologie, unité ambulatoire, pharmacie.

L'aile de la Clinique d'Arcachon est également structurée en quatre pôles : un pôle direction et administration et trois pôles d'activités médicales :

- Le pôle Médecine : médecine à orientation oncologique (14 lits) et chimiothérapie (10 postes).
- Le pôle Chirurgie décomposé en 33 lits d'hospitalisation complète et 30 places d'ambulatoire, qui accueille les patients en chirurgie digestive, gastro-entérologie, gynécologie, ophtalmologie, ORL, orthopédie, stomatologie, urologie, et chirurgie vasculaire.

- Le pôle Soins de Suite et de Réadaptation composé de 23 lits dont 5 lits destinés aux patients d'oncologie.

Le PSA accueille également sur son site une unité de dialyse médicalisée de 12 postes, gérée par AURAD Aquitaine.

2.2. Les rejets du Pôle de santé – Convention de déversement et prétraitement

2.2.1. Raccordement du Pôle de Santé au réseau public d'assainissement

Le raccordement au réseau public d'assainissement collectif des eaux usées de l'Établissement se fait *via* un poste de pompage construit par le SIBA et exploité par la société Eloa, délégataire du service public d'assainissement des eaux usées. Cet ouvrage transporte les eaux usées vers leur lieu de traitement : la station d'épuration (STEP) de La Teste de Buch. Ce raccordement est encadré par une convention spéciale de déversement. Les eaux pluviales font l'objet d'une collecte indépendante et sont infiltrées sur site.

2.2.2. Prétraitement des effluents

Les dispositifs de traitement avant rejet des effluents du PSA sont précisés dans la convention spéciale de déversement, avec notamment :

2.2.2.1. Pour les rejets des laboratoires

Les rejets du laboratoire sont soit récupérés dans des poubelles spécifiques aux automates et suivent la filière des DASRI (déchets d'activité de soins à risque infectieux), soit collectés dans une cuve de neutralisation avant rejet. Les automates de biochimie disposent d'un traitement de type Treffler avant rejet dans la cuve de neutralisation ; ce système, raccordé directement aux instruments, traite les déchets chimiques et biologiques. Le traitement biologique est réalisé au travers une chambre UV, le traitement chimique se fait par cartouche à charbon actif et résine échangeuse d'ions.

2.2.2.2. Pour les rejets des locaux mortuaires

L'Établissement ne prévoit pas d'autopsie, mais le cas échéant, un dispositif de traitement est installé en attente. Quoiqu'il en soit, les déchets issus des activités de thanatopraxie sont éliminés conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

2.2.2.3. Pour les rejets de la cuisine

La production de la cuisine centrale varie de 900 à 1000 repas par jour. Les eaux usées issues de la cuisine centrale transitent par un bac à graisse (500 litres) avant rejet au réseau d'assainissement des eaux usées, le PSA prévoit une vidange et un nettoyage régulier de cet équipement par une entreprise habilitée et assure la traçabilité de l'élimination des graisses en filière agréée.

2.2.3. Surveillance de la conformité des rejets

Le PSA réalise une surveillance de la conformité de ses rejets au regard de la convention de déversement. Les paramètres suivis sont indiqués dans le Tableau 1.

2.3. Les rejets du PSA, volumes et paramètres globaux - comparaison des effluents du PSA avec les effluents urbains

2.3.1. Volumes d'eau rejetés par le Pôle de Santé

2.3.1.1. Suivi mensuel

Les résultats du suivi mensuel sont présentés dans le Tableau 2. On note une augmentation des volumes rejetés en 2015 et 2016 suivis d'une baisse en 2017. En fonction des années, les volumes mensuels varient entre 2500 et 4000 m³.

2.3.1.2. Suivi journalier

En termes de volumes journaliers moyens, ils varient entre 80 et 130 m³ j⁻¹. Pour comparaison, les volumes d'eaux usées urbaines arrivant à la station de La Teste de Buch (à laquelle est raccordé le PSA) varient entre 13000 de 15000 m³.j⁻¹. De plus, l'analyse des données du débitmètre installé au niveau du poste de relevage du PSA entre octobre 2016 et mai 2017

montre une variation des débits entre les jours de semaine et le week-end avec des débits moyens d'environ 83.5 +/- 9 m³ en semaine et 52.3 +/- 13.7 m³ le week-end (Figures 2 et 3). Le volume maximum observé sur cette période est de 103 m³ (en semaine) et le plus faible de 18 m³ (le week-end). Cette analyse montre également une variabilité importante des volumes rejets sur une période de 24h avec toutefois un schéma constant : les volumes rejetés sont plus importants entre 9h00 et 19h00 et les volumes les plus faibles entre 22h00 et 6h00.

Tableau 1. Paramètres suivis dans le cadre de l'autocontrôle des effluents du Pôle de Santé d'Arcachon.

Fréquence bimestrielle	
Paramètres	Méthode de mesure
pH	NFT 90 008
MES	NF EN 872
DCO	NF T 90 101
DB05	EN 1899-1
Azote Kjeldahl (NTK)	NF EN 25663
Nitrite	NF EN 26777
Nitrate	NF EN ISO 10304-1
Phosphore total (P)	NF EN ISO 6878 ou 15681
Fréquence semestrielle	
Fer total	NF EN ISO 11 885
Aluminium total	NF EN ISO 11 885
Nickel	NF EN ISO 11 885
Cuivre	NF EN ISO 11 885
Zinc	NF EN ISO 11 885
Plomb	NF EN ISO 11 885
Cadmium	NF EN ISO 11 885
Mercuré	NF EN ISO 11 885
Chrome	NF EN ISO 11 885
Chrome hexavalent	NF EN ISO 18412
Manganèse	NF EN ISO 11 885
Etain	NF EN ISO 11 885
Argent	NF EN ISO 11 885
Fluorures totaux	NF T 90-004
Cyanures	NF T90-107 ou NF EN ISO 14403
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	NF ISO 28540
Hydrocarbures totaux (indice hydrocarburé)	NF EN ISO 9377-2 + XP T 90-124
Indice phénol	NF T90-109 ou NF EN ISO 14402
Composés Organiques Halogénés (AOX)	NF EN ISO 9562
Ecotoxicité sur test daphnie	NF EN ISO 6341-T90 301

2.3.2. Paramètres globaux - comparaison des rejets du PSA avec les eaux usées brutes urbaines

Une analyse a été conduite sur les paramètres globaux suivis à la fois dans les STEP et au PSA. Il s'agit de la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO₅), les matières en suspension (MES), l'azote Kjeldhal (NTK) et le phosphore total (P_T).

2.3.2.1. Protocole de prélèvement et d'analyse

Les prélèvements sont réalisés au niveau du poste de relevage du PSA par un laboratoire prestataire à l'aide d'un préleveur isotherme de type ISCO 6700, asservi au temps.

Tableau 2. Volumes mensuels rejetés par le Pôle de Santé (années 2013 à 2018).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janvier	866	2914	2183	6293	1994	2678
Février	638	3311	2922	9236	2018	4082
Mars	4420	5201	5134	3649	2205	4325
Avril	3780	2378	4431	3377	2938	4259
Mai	2458	2141	4431	2795	1451	3681
Juin	4372	2212	3014	2824	3047	3311
Juillet	2166	2417	5162	2902	2410	2494
Août	3526	2017	3708	3740	2884	3147
Septembre	1642	2232	4606	2138	1235	Non récupéré
Octobre	2112	2188	4703	1958	2560	Non récupéré
Novembre	2402	1168	4198	1586	2700	Non récupéré
Décembre	3314	2154	3458	2284	3712	Non récupéré
Annuel	31696	30333	47950	42782	29154	
Moyen Journalier	86.8	83.1	131.4	117.2	79.9	

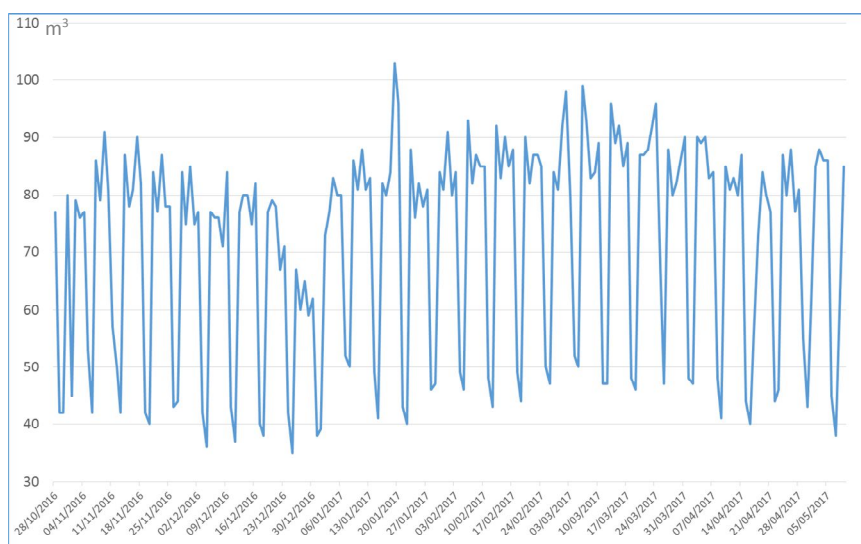


Figure 2. Volumes journaliers (m³) d'eaux brutes rejetés par le Pôle de Santé.

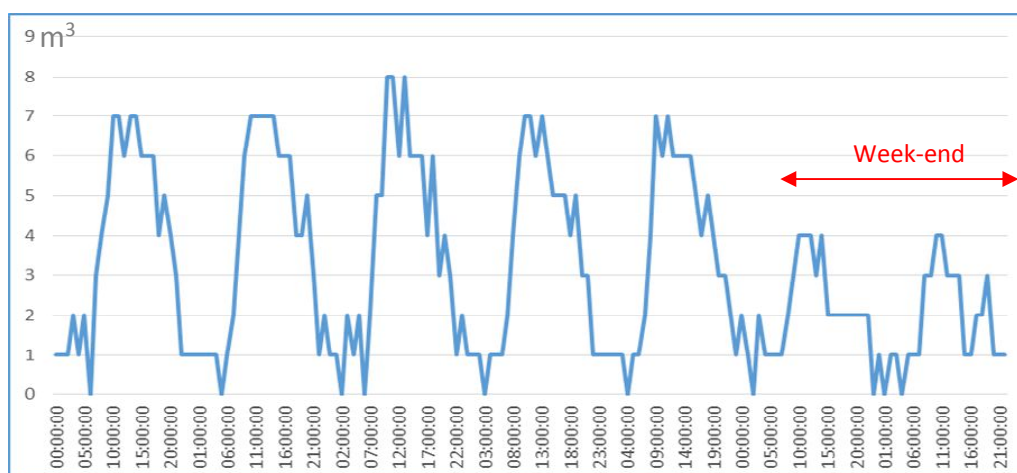


Figure 3. Volumes horaires (m³) d'eaux brutes rejetés par le Pôle de Santé sur une période hebdomadaire.

Un prélèvement de 60 mL est réalisé toutes les 10 minutes. Selon les rapports de l'autocontrôle, les prélèvements, les échantillonnages et le conditionnement des échantillons sont conformes aux normes ISO 5667-1, 5667-3, 5667-10 et 5667-14. Les échantillons sont traités et analysés par des laboratoires accrédités COFRAC ou équivalent, selon les normes suivantes : NF EN 872 pour les MES, NF T 90 101 pour la DCO, EN 1899-1 pour la DBO₅, NF EN 25663 pour le NTK, NF EN 26777 pour les nitrites, NF EN ISO 10304-1 pour les nitrates et NF EN ISO 6878 ou 15681 pour le phosphore total (P_T).

Pour les échantillons prélevés au niveau des STEP de La Teste de Buch et de Biganos (principales STEP du Bassin, Cf. livrable 1.2.), les analyses sont réalisées par le laboratoire CAE (Centre d'Analyses Environnementales, alors filiale de Veolia) dans le cadre de l'autocontrôle et selon les mêmes normes NF EN 872 pour les MES, ISO 15075 pour la DCO, EN 1899-1 pour la DBO₅, NF EN 25663 pour le NTK, et ISO 15681 pour le P_T.

2.3.2.2. Résultats

Le Tableau 3 synthétise les résultats pour les paramètres globaux obtenus à partir des données de l'autocontrôle des effluents du PSA et les met en regard avec des données issues de la bibliographie (voir Boillot 2008 pour revue).

Tableau 3. Comparaison des valeurs (en mg/L sauf pour la DBO₅ en mgO₂/L) des paramètres globaux mesurés en sortie du Pôle de Santé avec les données issues de la bibliographie.

	Pôle de Santé			Bibliographie
	moyenne +SD (mg/L)	médiane	min-max (mg/L)	min-max (mg/L)
DBO₅	292 +/- 143	250	110 - 640	20 - 1559
DCO	718 +/- 231	699	393 - 1180	106 - 2664
MES	277 +/- 300	178	93 - 1152	46 - 298
NTK	59 +/- 9	61	42.6 - 69.7	3 - 68.3
Nitrites	0.26 +/- 0.13	0.3	0.02 - 0.38	NR
Nitrates	non calculé	< 1	< 1 - 2	< 1 - 1
Pt	10.5 +/- 5.4	9.1	6.2 - 25.9	2 - 24.5
AOX	0.57 +/- 0.37	0.58	0.1 - 1.1	0.15 - 437

DBO₅ : demande biochimique en oxygène sur 5 jours ;

DCO : demande chimique en oxygène ;

MES : matières en suspension ;

NTK : azote Kjeldhal ;

P_T : phosphore total ;

AOX : halogène organique adsorbable ;

SD : écart-type.

Les données compilées par Boillot (2008) montrent une très forte fluctuation des paramètres physico-chimiques selon les hôpitaux, ceci pouvant être lié à la taille des hôpitaux et à des pratiques et usages différents en fonction de leurs spécialités médicales et de leurs contextes géographique et/ou socioéconomique.

Les résultats pour le PSA se situent dans la moyenne basse des valeurs retrouvées dans la bibliographie. Les valeurs maximales mesurées dans les rejets du PSA peuvent cependant dépasser de manière ponctuelle, notamment pour les MES et la DCO avec respectivement une valeur dépassant les 1000 mg/L et 2 valeurs dépassant les 1000 mg/L O₂ en 2016.

La comparaison des résultats pour les effluents du PSA avec ceux des STEP (Figure 4 et Figure 5) montre que pour les années 2015 à 2017 (et sauf événements ponctuels au niveau du PSA), les rejets du PSA présentent une DCO et une DBO₅ supérieures et un taux de MES et de NTK inférieurs. Pour les MES, ceci est probablement lié au fait que pour le PSA, le réseau d'eau usées à l'endroit du prélèvement est très court et donc que la matière organique n'a pas eu le temps de se déliter.

Toutefois, de manière globale, on ne note pas de différence marquante entre les effluents du PSA et urbains concernant les paramètres globaux.

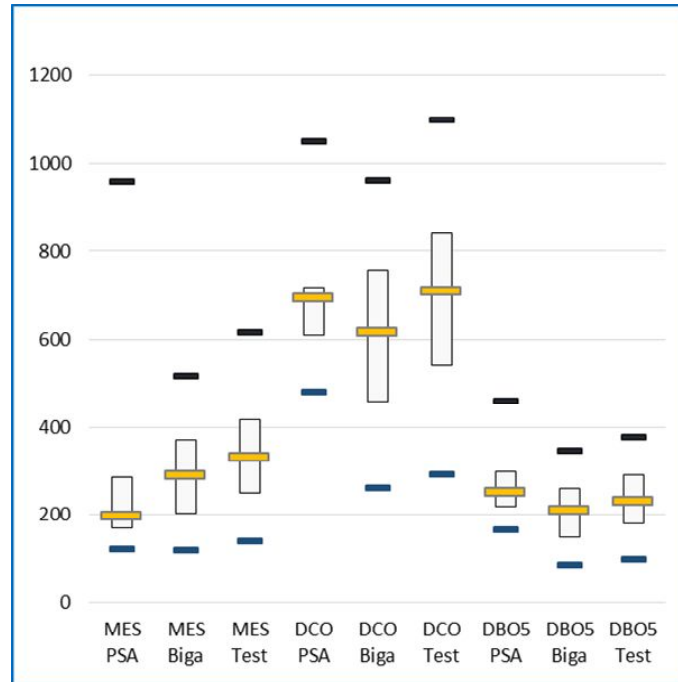


Figure 4. Comparaison des valeurs de MES, DCO, DBO₅ entre les eaux brutes du Pôle de Santé et des STEP de Biganos et de La Teste de Buch (années 2015 à 2017). Concentrations en mg/L sauf pour la DBO₅ en mg O₂/L.

Les box-plots indiquent la médiane, le 1^{er} et 3^{ème} quartiles, les valeurs extrêmes donnent les 5^{ème} et 95^{ème} percentile. DBO₅ : demande biochimique en oxygène sur 5 jours ; DCO : demande chimique en oxygène ; MES : matières en suspension ; PSA : Pôle de Santé ; Biga : Biganos ; Test : La Teste de Buch.

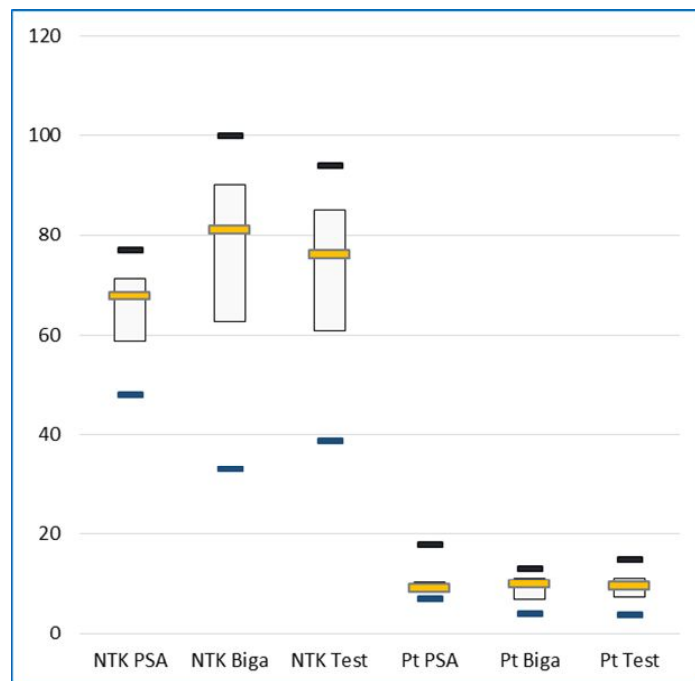


Figure 5. Comparaison des valeurs de NTK et Pt entre les eaux brutes du Pôle de Santé et des STEP de Biganos et de La Teste de Buch. Concentrations en mg/L (années 2015 à 2017).

Les box-plots indiquent la médiane, les 1^{er} et 3^{ème} quartiles ; les valeurs extrêmes donnent les 5^{ème} et 95^{ème} percentile. NTK : azote Kjeldhal ; P_T : phosphore total ; MES : matières en suspension ; PSA : Pôle de Santé ; Biga : Biganos ; Test : La Teste de Buch.

3. Médicaments - Analyse des profils de consommation du Pôle de Santé – comparaison avec les profils officinaux

3.1. Objectifs

Le travail réalisé ici, basé sur l'inventaire des médicaments utilisés au PSA, avait pour but :

- la caractérisation des médicaments utilisés et la comparaison des profils du PSA avec celui des officines de ville ;
- l'estimation des quantités rejetées dans les effluents du PSA ;
- la caractérisation d'une éventuelle spécificité du profil des effluents du PSA par rapport aux effluents urbains ;
- l'identification de molécules spécifiques pouvant servir de traceur chimique d'une activité hospitalière.

3.2. Matériel et méthodes

3.2.1. Produits consommés et quantités utilisées au PSA

Les pharmacies des deux entités constituant le PSA (centre hospitalier et clinique), ont gracieusement fourni pour l'année 2013 les listes de médicaments délivrés.

3.2.2. Détermination des concentrations

Un modèle simple de calcul (Equation 1) a été utilisé pour la détermination des concentrations de médicaments dans les effluents du PSA. Cette équation est dérivée de la méthodologie proposée par l'European Medicines Agency pour l'évaluation du risque environnemental des médicaments (Besse 2010 ; EMEA 2006).

$$PEC = \frac{\text{quantité} \times F_{\text{excreta}}}{\text{Volume}}$$

PEC : concentration prédite d'une molécule pharmaceutique dans les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon.

quantité : quantité consommée d'un molécule active sur une année en mg.

Fexcreta : fraction excrétée de la substance active (permet de tenir compte du métabolisme de la molécule), les données de Fexcreta utilisées proviennent de Besse et al. (2008) complétées par les données disponibles dans les bases Drugbank (drugbank.ca) et BCB (resip.fr).

Volume : volume annuel d'effluents rejetés par le Pôle de Santé en m³. Déterminé sur la base des relevés du débitmètre installé au poste de relevage du Pôle de Santé d'Arcachon.

Équation 1. Calcul des concentrations prédites dans les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon pour les substances pharmaceutiques.

Les données de métabolisme n'étant pas disponibles pour l'ensemble des molécules, deux valeurs de PEC ont été calculées : une PEC conservative, ne tenant pas compte du métabolisme (PECa) et une PEC tenant compte du métabolisme lorsque cela a été possible (PECb).

3.3. Résultats par familles de substances

Les résultats complets, pour l'ensemble des molécules délivrées (quantités utilisées pour chaque molécule, famille, fraction excrétée, concentrations estimées dans les effluents du PSA et flux) sont présentés dans l'ANNEXE A (Tableau A) de ce rapport.

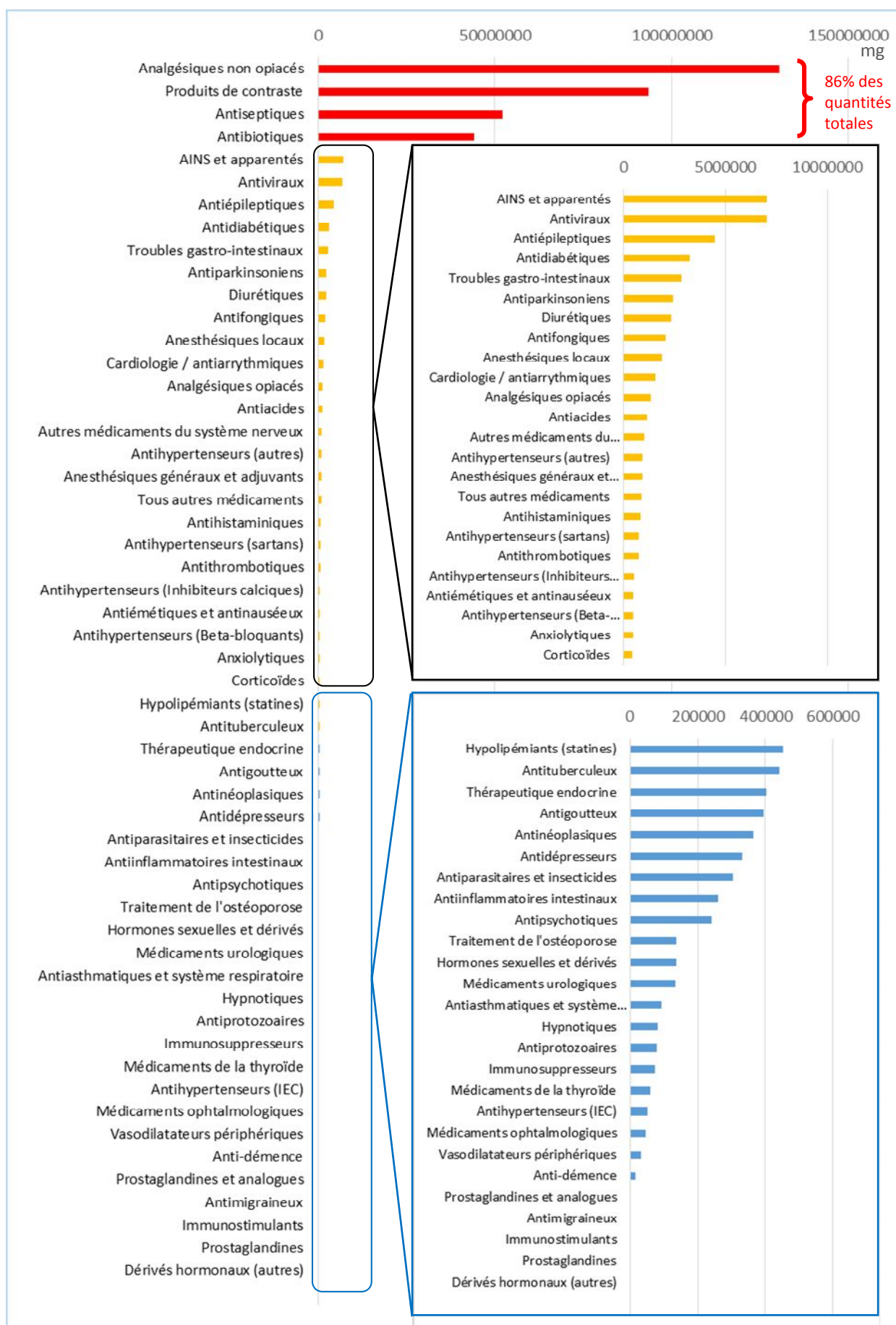


Figure 6. Classes de médicaments consommées au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013 (quantités exprimées en mg).

3.3.1. Familles recensées

Remarque préliminaire : *La constitution et la nomenclature de ces familles ont été adaptées à partir de la classification ATC (classification anatomique, thérapeutique et chimique). Pour mémoire, la classification ATC repose sur cinq niveaux de classement qui correspondent aux organes (ou systèmes d'organes) cibles, et aux propriétés thérapeutiques, pharmacologiques et chimiques des différents produits. La forme générale du code d'une molécule est LCCLLCC, où L représente une lettre et C un chiffre (exemple : A01AA01). Chaque lettre et chaque doublet de chiffres représente un niveau successif. Le premier niveau (première lettre) définit le groupe anatomique parmi 14 différents. Le deuxième niveau (deux premiers chiffres) donne le sous-groupe pharmacologique ou thérapeutique principal. Les troisième et quatrième niveaux (deuxième et troisième lettres) correspondent à des sous-groupes chimiques, pharmacologiques ou thérapeutiques. Le cinquième et dernier niveau (deux derniers chiffres) indique la substance chimique. La nomenclature utilisée dans ce document est de type LCC et attribue un unique code par molécule (ce qui n'est pas forcément le cas dans la classe ATC originale).*

Cinquante-quatre familles de médicaments ont été recensées au PSA. Les résultats sont présentés dans la Figure 6. **Les quantités utilisées (et donc les concentrations estimées dans les rejets hospitaliers) sont très variables : de la centaine de mg à la centaine de kg sur l'année 2013.**

Quatre familles se détachent largement des autres : les analgésiques, les antiseptiques, les antibiotiques et les produits de contraste (Figure 7), elles sont détaillées dans les paragraphes suivants.

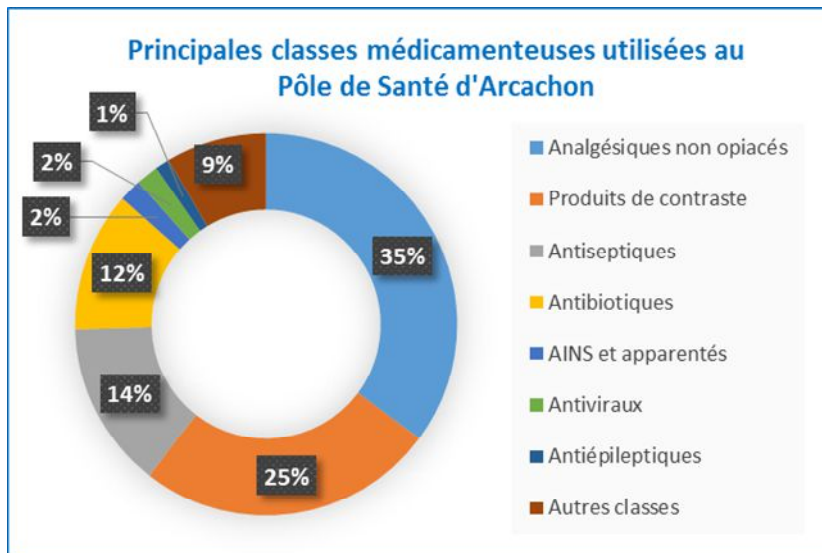


Figure 7. Répartition de la consommation des classes médicamenteuses au Pôle de Santé en 2013. La groupe « autres classes » contient 47 classes médicamenteuses dont les médicaments du système cardiovasculaire ou encore les anticancéreux.

3.3.2. Les analgésiques non opiacés

La classe des analgésiques non opiacés (analgésiques et antipyrétiques) est la principale classe de médicaments utilisée, elle est constituée de seulement 3 molécules, le paracétamol, le nefopam² et la phénazone³, **le paracétamol comptant pour 99.99% des quantités totales de cette classe et pour 38% des quantités totales de médicaments utilisés au PSA.**

Le paracétamol est la molécule la plus délivrée en France toutes classes confondues ; par exemple plus de 3000 tonnes ont été délivrées en France en 2004 (Besse 2010). Les niveaux de

² Le nefopam est un antalgique utilisé essentiellement en milieu hospitalier.

³ La phénazone est une substance utilisée en association, notamment avec des anesthésiques, dans le traitement des otites.

concentration retrouvés dans les eaux usées brutes urbaines sont également élevés : jusqu'à plusieurs centaines de µg/l). Le paracétamol est toutefois très bien abattu dans les STEP par les traitements conventionnels et la présence de ce dernier à forte concentration dans les eaux traitées témoigne d'un mauvais fonctionnement de la STEP.

Les concentrations estimées en paracétamol dans les effluents du PSA sont très élevées : supérieures à 4 mg/L. Ce qui est de 60 à 100 fois supérieur à ce qui est rapporté dans la littérature scientifique (Santos et al. 2010). Ces concentrations doivent cependant être confirmées par des mesures analytiques. Il est probable que les concentrations réelles soient moindres : d'une part, les concentrations sont estimées sur les quantités délivrées par les pharmacies centrales et il peut y avoir des différences avec les quantités réellement consommées par les patients ; et d'autre part, une partie de ce qui est consommé est susceptible d'être excrété au domicile du patient en cas de séjour de courte durée.

3.3.3. Les produits de contraste

Les produits de contraste représentent environ 25% des quantités totales de médicaments utilisés au PSA. Ils sont représentés par 8 substances : l'iohexol, l'iomeprol, l'iobitridol, l'acide diatrizoïque, l'acide ioxitalamique, l'oxyde de gadolinium, l'acide gadopentétique et le sulfate de baryum.

Les produits de contraste iodés : ils sont utilisés comme outil de diagnostic pour mieux visualiser les structures anatomiques lors des actes d'imagerie médicale. L'iohexol, l'iomeprol, l'iobitridol, l'acide diatrizoïque et l'acide ioxitalamique représentent 97% de l'ensemble des produits de contrastes utilisés au PSA en 2013. Les 2 molécules les plus utilisées étant l'iohexol (68%) et l'ioméprol (22%). Les produits de contraste iodés ne sont pas métabolisés et sont éliminés sous forme inchangée par voie rénale.

Les processus d'élimination dans les STEP sont généralement inefficaces sur ces produits et pour cette raison ils persistent pendant une longue période dans l'environnement. Ils sont détectés en entrée et sortie de STEP, dans les eaux de surface à des concentrations pouvant atteindre quelques µg/l (voir Santos et al., 2010 pour revue). *Ces substances ne montrant pas d'activité biologique, elles pourraient ne pas représenter de risque pour l'environnement ou la santé publique* (Santos et al., 2010).

Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont élevées, atteignant le mg/l pour l'iohexol ; ces dernières sont probablement surestimées car les patients ne restent généralement sur le site du PSA que le temps de l'examen et donc excrètent la majorité du produit à leur domicile.

Les produits à base de gadolinium : les produits de contraste à base de sels de gadolinium sont indiqués dans l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Les quantités utilisées au PSA sont marginales pour ces produits (1.5%), les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont de l'ordre de 40 µg/L. Orias (2015) a estimé une PNEC (concentration prédite sans effet dans l'environnement) égale à 0.15 µg/L.

Le sulfate de baryum : il est utilisé en imagerie médicale, notamment pour les actes d'imagerie au niveau du tube digestif. Son utilisation au PSA reste marginale (0.7%).

3.3.4. Les antiseptiques

Selon l'AFNOR (norme de vocabulaire NF T72 101, mars 1981), l'antiseptie est une "opération au résultat momentané permettant, au niveau des tissus vivants, dans la limite de leur tolérance, d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes et/ou aux virus présents au moment de l'opération". *Au PSA, en termes de familles de substance, les antiseptiques arrivent en troisième place avec une quantité cumulée de substances actives de 70 kg pour l'année 2013 ; cinq substances sont utilisées.*

La povidone iodée (ou polyvidone iodée) : c'est le composé arrivant largement en tête, il représente en quantité **98% des antiseptiques utilisés** et 20% de l'ensemble des médicaments utilisés au PSA en 2013. Il s'agit d'un antiseptique à large spectre dont le spectre d'activité est celui de l'iode. C'est un complexe chimique soluble dans l'eau, composé d'iode et d'une molécule transporteuse, la polyvinylpyrrolidone (PVP). Ce complexe augmente la solubilité des atomes

d'iode en permettant leur libération lente et en prolongeant leur effet antiseptique. La majeure partie des molécules d'iode (99,96%) est liée à la PVP et seule une faible quantité d'iode (0,04%) est constamment présente sous forme libre (Chu-rouen.fr).

La PVP est un composé chimique issu de la polymérisation de la N-vinylpyrrolidone. La PVP est utilisée dans de nombreux domaines, alimentaires (additif E1201), cosmétiques et pharmaceutiques, et ne possède aucune activité antibactérienne intrinsèque.

Nous n'avons pas retrouvé d'étude portant sur la présence de la povidone iodée dans les effluents ou l'environnement. Cette molécule se dissocie dans l'eau en PVP et iode ; en conséquence les concentrations estimées dans ce travail sont probablement largement surestimées ; également, **il apparaît peu pertinent de suivre la povidone iodée dans les effluents ou l'environnement**. Un dosage de l'iode libre pourrait éventuellement être envisagé (celui-ci n'étant suivi de que manière très indirecte par la mesure des AOX, halogènes organiques adsorbables).

La chlorhexidine : la chlorhexidine est le second antiseptique le plus utilisé au PSA. Elle y représente 1.7% de la quantité totale des antiseptiques utilisés. Elle appartient à la classe des biguanides. C'est une molécule connue depuis les années 60 et qui rentre dans la composition de très nombreux produits. Son principal intérêt est d'être un très bon antiseptique à large spectre. La chlorhexidine est principalement utilisée pour soigner des affections de la peau (plaies, actes chirurgicaux...) et de la bouche (caries dentaires, gingivites...). C'est un agent cationique qui réagit avec les groupements chargés négativement de la paroi bactérienne et est immédiatement adsorbée à la surface des bactéries. La chlorhexidine étant peu soluble dans l'eau, elle est majoritairement utilisée sous forme de gluconate ou de digluconate.

Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont de 47 µg/l mais les incertitudes liées à ce calcul sont très importantes :

- d'une part, il n'est pas possible de savoir quelle est la proportion réelle qui se retrouve dans les effluents après utilisation ;
- d'autre part, la chlorhexidine se périme sous un délai de 1 mois après ouverture du contenant, et il est probable que seule une partie du volume contenu de chlorhexidine soit utilisé durant ce laps de temps ; il n'est donc pas possible de connaître les quantités réellement utilisées.

Nous n'avons pas retrouvé de données publiées sur la présence de la chlorhexidine dans les eaux usées ou les eaux de surface. Une seule étude (Dynes et al. 2006) rapporte sa détection dans du biofilm en rivières.

Le chlorure de benzalkonium : cette substance est souvent utilisée en association avec la chlorhexidine. Il s'agit d'un ammonium quaternaire ; cette classe de substance est détaillée dans le paragraphe 5.4.3. de ce livrable.

Le chlorquinaldol : il s'agit d'un antiseptique de contact spécifiquement utilisé dans le cadre des affections gynécologiques. Il appartient à la famille des hydroquinoléines halogénées. Au PSA, les quantités utilisées de cette substance restent marginales.

L'hexamidine : l'hexamidine appartient à la famille des diamidines, c'est un agent antibactérien cationique et présente des propriétés tensioactives. Elle est utilisée pour le traitement des affections de la peau. Son utilisation reste marginale au sein du PSA.

3.3.5. Les antibiotiques

Les antibiotiques sont la quatrième classe de substances utilisées au PSA, avec une quantité cumulée de substance active de 45 kg pour l'année 2013. Cinquante-deux molécules sont identifiées, réparties en 18 familles. Parmi ces 18 familles, **les bêta-lactamines sont la classe de loin la plus utilisée et représentent 90% des antibiotiques** utilisés (Figure 8). Hors bêta-lactamines, la répartition est plus homogène (Figure 9), les fluoroquinolones arrivant en seconde position suivi par les nitro-imidazolés et les sulfonamides. Dans les paragraphes suivants sont détaillées les principales familles pour lesquelles des données environnementales sont disponibles.

Les bêta-lactamines : Les bêta-lactamines représentent une vaste famille d'antibiotiques bactéricides qui possèdent comme structure de base le cycle bêta-lactame.

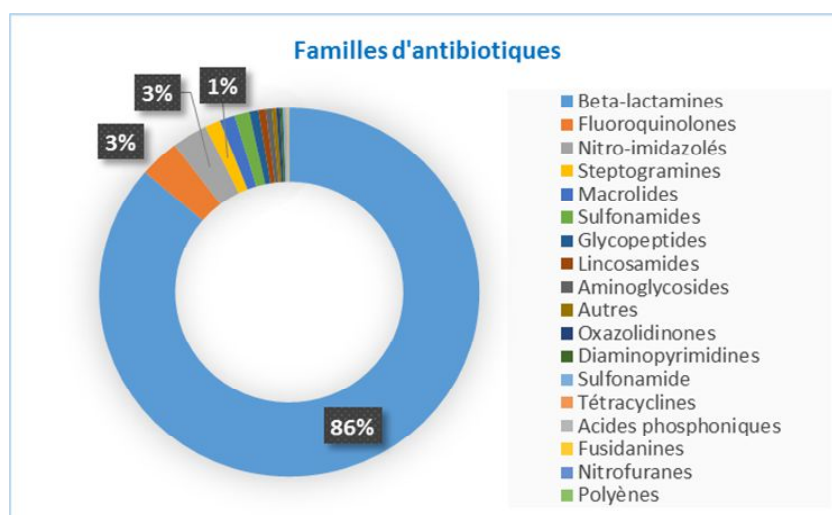


Figure 8. Familles d'antibiotiques utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013.

Elles constituent la famille d'antibiotiques la plus utilisée à ce jour, notamment du fait de large spectre et de leur bonne tolérance. On distingue 4 sous-familles : les pénèmes (ou pénicillines, qui comportent plusieurs groupes), les céphèmes (dont les céphalosporines) et enfin les pénèmes et les monobactames généralement réservés à des affections plus sévères. Les indications de chaque sous-famille sont très différentes en fonction de leurs particularités structurales (Pharmacomedicale.org). La résistance acquise (antibiorésistance) aux bêta-lactamines est en augmentation constante. La résistance par production de bêta-lactamases a conduit au développement d'inhibiteurs de ces enzymes (comme l'acide clavulanique), qui sont associées à certaines bêta-lactamines.

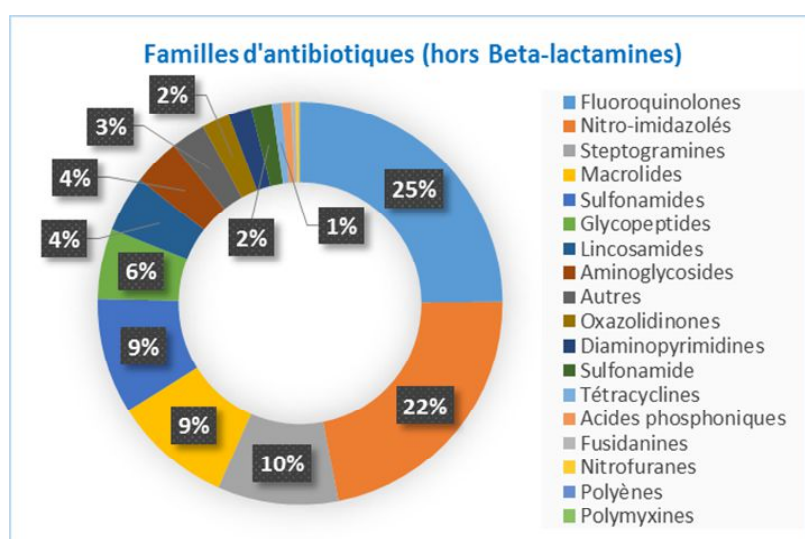


Figure 9. Familles d'antibiotiques (hors bêta-lactamines) utilisées au PSA en 2013.

Les concentrations estimées d'amoxicilline dans les effluents du PSA sont très élevées : 900 $\mu\text{g.L}^{-1}$, celles de la pipéracilline, la seconde bêta-lactamine la plus utilisée, de 130 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Ces concentrations sont probablement très surestimées : l'amoxicilline est ainsi suspectée de s'hydrolyser rapidement (Andreozzi et al., 2003), ce qui serait cohérent avec le fait que les concentrations mesurées dans l'environnement sont souvent bien plus faibles que les concentrations estimées. D'autres études ont rapporté pour d'autres bêta-lactamines (ampicilline, céfalotine, céfoxitine) des temps d'hydrolyse (déterminés en laboratoire) compris entre 5 et 27 jours à pH 7 et à 25° (Mitchell et al., 2014).

D'une manière générale, bien que très largement utilisées, ***l'ensemble des bêta-lactamines pourraient être dégradées rapidement dans l'environnement par hydrolyse*** ;

hydrolyse se traduisant notamment par une ouverture du cycle beta lactame responsable de l'activité antibactérienne et donc une perte de cette activité.

Une seconde hypothèse concernant le fait que les bêta-lactamines soient relativement peu retrouvées dans l'environnement fait le lien avec les procédures analytiques qui peuvent favoriser leur dégradation. Par exemple, l'acidification de l'échantillon avant extraction ou l'utilisation de méthanol comme solvant peut conduire à l'ouverture du cycle bêta-lactame (voir Carvalho et Santos, 2016 pour revue).

Les fluoroquinolones : ce sont des antibiotiques récents mis sur le marché à partir des années 1980. Elles comptent 3 classes ou « générations ». Plusieurs études rapportent la présence de fluoroquinolones dans l'environnement. Les concentrations en quinolones dans les eaux usées brutes et traitées varient généralement de 0,5 à 5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et de 50 à 500 ng.L^{-1} respectivement (voir Carvalho et Santos, 2016 pour revue).

Il s'agit de la seconde classe d'antibiotiques utilisés au PSA avec une proportion de 3% des quantités totales d'antibiotiques. Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont, pour les 3 fluoroquinolones les plus utilisées, de 15 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour l'ofloxacin, 7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour la ciprofloxacine et 13 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour la levofloxacine, ce qui est cohérent avec les données rapportées dans la littérature : la ciprofloxacine a été détectée entre 3.6 et 101 $\mu\text{g.L}^{-1}$ dans un effluent hospitalier en Suède (Lindberg et al. 2004).

Certaines études pointent les hôpitaux comme une source importante de contribution dans les eaux usées pour cette classe d'antibiotiques. Verlicchi et al. (2012), dans une étude comparant des eaux usées d'un hôpital à des eaux usées urbaines dans lesquelles elles se rejetaient, a rapporté une contribution de 67% de l'hôpital pour la présence des fluoroquinolones.

Il est à noter que les fluoroquinolones sont également utilisées massivement en usage vétérinaire. La résistance bactérienne à cette classe d'antibiotiques est d'ailleurs une préoccupation majeure en Europe : l'administration à des animaux de ces médicaments à des doses sous-thérapeutiques mais régulières contribue à l'émergence et à la dissémination de la résistance aux antibiotiques (OMS, 2011).

Les nitro-imidazolés : Les nitro-imidazolés sont un groupe d'antibiotiques présentant un spectre d'action original puisqu'ils sont actifs à la fois sur les germes anaérobies et sur les protozoaires (amibes). Leur action antibactérienne a été découverte fortuitement, car ces dérivés étaient avant tout utilisés comme composés antiparasitaires. Leur principal représentant est le métronidazole ; Il fait partie de la liste des médicaments essentiels de l'OMS. Le métronidazole représente à lui seul 3% des quantités totales d'antibiotiques utilisées au PSA.

Les concentrations en métronidazole estimées dans les effluents du PSA sont de l'ordre de 8 $\mu\text{g.L}^{-1}$, ce qui est cohérent avec la littérature (voir Carvalho et Santos, 2016 pour revue). Il est également retrouvé en entrée de STEP à des niveaux variant de 3 à 3000 ng.L^{-1} . Son élimination par les traitements conventionnels est incomplète et il est détecté dans l'environnement. Il n'a pas été retrouvé de données sur son écotoxicité mais le métronidazole est carcinogène chez la souris.

Les sulfamides : les sulfamides sont l'une des classes d'antibiotiques les plus anciennes. Ils sont très utilisés en médecine vétérinaire. La résistance aux sulfamides est aujourd'hui très répandue, ce qui reflète leur utilisation intensive. Le sulfaméthoxazole est actuellement le principal sulfamide utilisé en médecine humaine, en association avec le triméthoprime, une diaminopyrimidine ; la combinaison élargit le spectre d'action et augmente l'activité antibactérienne des deux antibiotiques.

Les sulfamides (et notamment le sulfaméthoxazole) ont été détectés dans les effluents hospitaliers à des concentrations de l'ordre de plusieurs centaines de ng.L^{-1} (Gros et al., 2013 ; Mendoza et al., 2015) jusqu'à 13 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Lindberg et al 2004 cité par Carvahao et Santos 2016). Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont respectivement de 7 et 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour le sulfaméthoxazole et le triméthoprime, ce qui est cohérent avec les données issues de la littérature scientifique.

Les macrolides : les macrolides sont des antibiotiques généralement bactériostatiques utilisés en seconde intention par voie orale. Le chef de file de cette classe est l'érythromycine. Les macrolides constituent une famille d'antibiotiques capables de diffuser dans les tissus de l'organisme et à l'intérieur des cellules. Au PSA, la spiramycine est le macrolide le plus utilisé en

termes de quantités, ses concentrations estimées dans les effluents sont de $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ contre $2.5 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour l'érythromycine et $0.2 \mu\text{g.L}^{-1}$ (en tenant compte du métabolisme) pour la clarithromycine.

Les macrolides sont des molécules hydrophobes et avec une forte tendance à s'accumuler dans le sédiment. Des études rapportent que la clarithromycine et l'azithromycine, sont ubiquitaires dans ce compartiment (Feitosa-Felizzola et Chiron 2009), avec des concentrations importantes dans le cas de l'azithromycine. Malgré ce caractère hydrophobe, elles sont toutefois retrouvées dans les eaux usées et les eaux de surface. Pour Verlicchi et al. (2012) les effluents hospitaliers pourraient être des contributeurs significatifs à l'entrée des macrolides dans les réseaux d'assainissement et l'environnement. Ils ont été détectés dans différentes rivières européennes à des niveaux allant de 1 à 500 ng L^{-1} (voir Carvalho et Santos, 2016 pour revue).

Les lincosamides et les streptogramines appartiennent au même groupe que les macrolides et sont également dérivés de substances naturelles. Ils présentent le même mécanisme d'action et ont des spectres en partie superposables. Les lincosamides sont peu détectés dans le compartiment eau de l'environnement, ce qui pourrait être lié à leur faible solubilité et à leur coefficient de sorption relativement important. La clindamycine, principal représentant des lincosamides, a été détectée dans les eaux de surfaces à des concentrations allant de 2 à 42 ng.L^{-1} . Ses concentrations estimées dans les effluents du PSA (ne tenant pas compte du métabolisme) sont de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Les streptogramines sont principalement représentées par la pristinamycine, aucune étude sur sa présence dans l'environnement n'a été retrouvée.

Les glycopeptides : ce sont des antibiotiques dits de « dernier recours ». Ils étaient encore récemment utilisés exclusivement en milieu hospitalier. Ce sont des antistaphylococciques de référence dans le traitement des infections à germes résistants. Il y a peu de données concernant leur présence dans l'environnement aquatique. Une étude de 2011 rapporte la présence de la vancomycine dans des rivières françaises à hauteur de $90 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Dinh et al. 2011). Les concentrations estimées en vancomycine dans les rejets du PSA sont de $13 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Les aminosides (ou aminoglycosides) sont des produits naturels, produits par des bactéries de la famille des actinomycètes. Un certain nombre de molécules actuellement utilisées en clinique sont produites par hémisynthèse à partir d'un antibiotique naturel de première génération, c'est le cas par exemple de l'amikacine. Les aminosides présentent une toxicité avérée chez l'homme au niveau des oreilles (ototoxicité) et des reins (néphrotoxicité), qui nécessite une surveillance lors de leur administration. Cette classe d'antibiotiques est peu recherchée dans l'environnement. La gentamycine est la substance la plus utilisée en quantité au PSA, ses concentrations estimées dans les effluents sont de $3 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Les oxazolidinones sont la première classe nouvelle d'antibiotiques qui soit apparue au cours de ces 30 dernières années. Ils ont été découverts dans la fin des années 1980. **Ils sont réservés à des affections à germes résistants**. Le linézolide est la seule molécule de cette classe actuellement utilisée, ses concentrations dans les rejets du PSA sont estimées à un peu moins de $2 \mu\text{g.L}^{-1}$. A notre connaissance, aucune étude n'a été effectuée sur la présence du linézolide dans l'environnement.

Les tétracyclines sont des antibiotiques bactériostatiques à large spectre. Elles ont été très utilisées en médecine humaine et vétérinaire dans les années 70 et des phénomènes de résistance sont apparus. Elles ont un caractère amphotère et sont instables. Elles ont la capacité à former des complexes stables avec les ions di- et trivalents ; par conséquent, les tétracyclines sont susceptibles de se lier aux sédiments ou aux matières en suspension. Ainsi, les tétracyclines ne sont généralement pas retrouvées dans les effluents des STEP ; toutefois, elles ont été trouvées dans des eaux usées brutes à des concentrations allant de $1,4$ à $146 \mu\text{g.L}^{-1}$, et se retrouvent très probablement présentes dans les boues de STEP (voir Carvalho et Santos 2016 pour revue).

Les tétracyclines sont peu utilisées au PSA, les concentrations estimées des 2 substances utilisées (doxycycline et oxytétracycline) sont respectivement inférieures à 5 ng.L^{-1} et $1 \mu\text{g.L}^{-1}$.

3.4. Discussion

Le Tableau 4 (non exhaustif) recense, pour plusieurs molécules appartenant aux 7 classes principales du PSA, l'ordre de grandeur des concentrations dans les effluents du PSA le taux d'abattement en STEP, ainsi que des données d'écotoxicité, lorsque celles-ci ont été retrouvées.

3.4.1. Considérations sur les niveaux de concentrations dans les effluents du PSA

Les niveaux des concentrations calculées sont très variables en fonction des molécules (Tableau A de l'ANNEXE A), elles peuvent dépasser le milligramme par litre pour le paracétamol, l'iohexol et l'amoxicilline (Tableau 4). Pour le paracétamol par exemple, c'est environ 100 fois plus que ce que l'on peut retrouver dans un effluent urbain. Toutefois, les quantités totales de médicaments délivrées au PSA restent inférieures à celles délivrées dans les officines de ville (Cf. paragraphe 3.4.2.1). ***Ainsi, les concentrations estimées sont élevées pour beaucoup de substances mais ceci semble lié plutôt au faible volume des effluents du PSA (environ 100 m³.j⁻¹) plutôt qu'à une quantité de médicaments consommés importante.***

Si le modèle simple utilisé ici permet un premier calcul, il reste limité par l'existence de paramètres ou d'incertitudes dont certains ne peuvent être pris en compte :

- ***les concentrations estimées sont moyennées sur l'année 2013***, or il est certain que ces concentrations varient au cours de l'année en fonction de la fréquentation du PSA et des pathologies traitées. Une estimation plus fine pourrait être réalisée en se basant sur les quantités délivrées hebdomadaires voire journalières ;
- il y a probablement une surestimation des concentrations de certaines classes de médicaments car ***l'administration à des patients hospitalisés pour de courtes durées⁴ n'est pas négligeable***. Ceci est notamment vrai pour les « hospitalisations de jour » où l'admission du patient, son traitement et sa sortie se font le même jour. Par exemple, les concentrations en produits de contraste sont surestimées car dans une grande partie des cas, les patients ne restent sur le site que le temps de la réalisation de l'examen (entre 1 heure et 2 heures), et le produit est donc éliminé chez eux ;
- ***les volumes d'effluents rejetés par le PSA varient dans la journée*** (et sont moins important la nuit) ce qui entraîne des variations importantes des concentrations en médicaments qui ne sont pas considérées ici ;
- il peut exister une ***différence entre les quantités délivrées par la pharmacie centrale*** (et qui ont servi de donnée d'entrée dans ce travail) ***et les quantités réellement consommées***. Ceci est surtout vrai pour les analgésiques, les anti-inflammatoires mais aussi les produits de contraste où l'ensemble du conditionnement n'est pas toujours utilisé ;
- ***une dernière incertitude vient du personnel hospitalier lui-même***, qui bien que non patient du PSA peut utiliser des médicaments (qui ne sont donc pas comptabilisés par la pharmacie centrale) et les excréter sur le site.

3.4.2. Comparaison avec les consommations dans les officines de ville

3.4.2.1. Profil quantitatif

Les quantités totales de médicaments consommées au PSA représentent environ 340 kg de substances actives contre 1800 kg cumulés pour les 3 officines qui ont partagé leurs données (Cf. livrable 1.2. pour le détail de l'approche pour les officines). S'il n'est pas possible de déterminer avec précision la proportion que représente la consommation du PSA à l'échelle du Bassin, on peut cependant considérer qu'elle est limitée, sachant qu'il y a une 40^{aine} d'officines réparties sur l'ensemble des 10 communes du Bassin. Cette observation est cohérente avec ce qui a été retrouvé dans la littérature (Escher et al., 2011).

⁴ Ces hospitalisations de courtes durées tendent à se développer pour tous les actes, y compris les actes de chirurgie, pour des raisons de confort du patient et également pour des contraintes de gestion des lits disponibles (PSA, communication personnelle).

Tableau 4. Usages, concentrations estimées dans les eaux usées brutes, abattement en STEP et données d'écotoxicité pour quelques substances médicamenteuses appartenant aux 7 principales classes médicamenteuses délivrées au niveau du Pôle de Santé d'Arcachon (données pour l'année 2013).

Molécule	Usage	Classe	Ordre de grandeur des concentrations dans les effluents du PSA	Abattement en STEP (filière conventionnelle)	Remarques
Paracétamol	analgésique	anilide	mg/L	> 90%	PNEC 814 µg/L (Minguez et al., 2014)
Amoxicilline	antibiotique	bêta-lactamine de type pénicilline	mg/L	ND	Potentiellement limité car hydrolyse rapide de la molécule
Iohexol	produit de contraste	contraste iodé	mg/L	< 30%	<i>A priori</i> faible impact environnemental
Povidone iodée	antiseptique	complexe iodé	mg/L	ND	Dissociation de la molécule en iode actif
Ioméprol	produit de contraste	contraste iodé	centaine de µg/L	< 30%	<i>A priori</i> faible impact environnemental
Metformine	antidiabétique	biguanide	centaine de µg/L	> 90%	
Piperacilline	antibiotique	ureidopenicilline	centaine de µg/L	ND	Potentiellement limité car hydrolyse rapide de la molécule
Ceftriaxone	antibiotique	bêta-lactamine céphalosporine	centaine de µg/L	ND	Potentiellement limité car hydrolyse rapide de la molécule
Kétoprofène	AINS	arylpropionique	centaine de µg/L	50%	PNEC 472 ng/L (Minguez et al., 2014)
Ibuprofène	AINS	arylpropionique	dizaine de µg/L	> 90%	
Chlorhexidine	antiseptique	biguanide	dizaine de µg/L	ND	Pas de données environnementales
Métronidazole	antibiotique	nitro-imidazolé	dizaine de µg/L	incomplète	
Ceftazidime	antibiotique	bêta-lactamine céphalosporine	dizaine de µg/L	ND	Potentiellement limité car hydrolyse rapide de la molécule
Pristinamycine	antibiotique	streptogramine	dizaine de µg/L	ND	
Sulfaméthoxazole	antibiotique	sulfamide	dizaine de µg/L	70%	PNEC 6 ng/L (Minguez et al., 2014)
Levetiracetam	antiépileptique	-	dizaine de µg/L	ND	
Ofloxacin	antibiotique	fluoroquinolone seconde génération	dizaine de µg/L	90%	
Ciprofloxacine	antibiotique	fluoroquinolone seconde génération	dizaine de µg/L	90%	
Vancomycine	antibiotique	glycopeptide	dizaine de µg/L	ND	Prescription hospitalière
Darunavir	antiviral	inhibiteurs des protéases	dizaine de µg/L	ND	ND
Lamivudine	antiviral	inhibiteurs de la reverse transcriptase	dizaine de µg/L	ND	ND
Gabapentine	antiépileptique	-	dizaine de µg/L	< 10%	Rémanent dans l'environnement ; PNEC 1 µg/L (Minguez et al., 2014)
Diclofénac	AINS	dérivés de l'acide acétique	µg/L	< 20%	Inscrit sur une Watchlist de la DCE
Benzalkonium chlorure	antiseptique	ammonium quaternaire	µg/L	ND	
Gentamicine	antibiotique	aminoside	µg/L	ND	
Linézolide	antibiotique	oxazolidinone	µg/L	ND	Prescription hospitalière
Erythromycine	antibiotique	macrolide	µg/L	ND	Tendance à l'accumulation dans le sédiment
Clarithromycine	antibiotique	macrolide	µg/L	> 70%	Tendance à l'accumulation dans le sédiment

De manière approximative, on peut rapporter les quantités de médicaments délivrées au PSA à celles d'une officine de taille moyenne. En termes de proportion, on peut estimer approximativement la consommation du PSA en médicaments à environ 3% de la consommation totale du Bassin en médicaments.

3.4.2.1. Profil qualitatif

- **Profil général**

On note des variations entre les profils des médicaments délivrés entre le PSA et les officines de ville. Si l'on recense un nombre similaire de familles de médicaments, le nombre de substances utilisées est moindre au PSA : 480 molécules sont utilisées contre 720 molécules dans les officines. Sur les 480 molécules employées au PSA, environ 90 n'ont pas été retrouvées dans les officines qui ont partagé leurs données. A l'inverse, sur les 720 molécules délivrées dans les officines, près de 340 ne sont pas retrouvées dans les listes du PSA. On observe donc des différences, mais pas de spécificité à proprement parler.

- **Principales classes médicamenteuses**

Si l'on s'intéresse aux 10 principales classes médicamenteuses (qui représentent respectivement 93% et 84% des médicaments utilisés au PSA et dans les officines en 2013 (Tableau 5), on observe que :

- les analgésiques et le paracétamol caracolent toujours loin devant les autres classes médicamenteuses ;
- les antibiotiques restent dans le haut du classement à la fois au PSA et dans les officines ; même si les proportions restent supérieures dans le cas du PSA (quasiment le double que dans les officines de ville) ;
- le reste du classement présente des différences :
 - les antiseptiques qui arrivent en troisième position au PSA disparaissent de la tête de classement des officines et sont remplacés par les antidiabétiques ;
 - les antiviraux ne font pas partie des 10 familles les plus utilisées en officine, contrairement au PSA ;
 - la proportion de produits de contraste est nettement plus importante au PSA que dans les officines (près de 14 fois) ;
 - enfin, on retrouve beaucoup moins de médicaments pour les traitements chroniques (antihypertenseurs, hypolipémiants...) au PSA.

Tableau 5. Mise en regard des 10 classes médicamenteuses les plus utilisées dans les officines de ville et au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2013.

Officines de ville		Pôle de Santé	
Molécules	%	Molécules	%
Analgésiques non opiacés	45,1	Analgésiques non opiacés	35.0
Antidiabétiques	12,7	Produits de contraste	25.0
AINS	8,1	Antiseptiques	14.0
Antibiotiques	7,3	Antibiotiques	12.0
Antiépileptiques	3,2	AINS	1.9
Produits de contraste	1,8	Antiviraux	1.9
Troubles gastro-intestinaux	1,8	Antiépileptiques	1.3
Antihypertenseurs (sartans)	1,8	Antidiabétiques	0.9
Analgésiques opiacés	1,5	Troubles gastro-intestinaux	0.8
Hypolipémiants (statines)	1,1	Antiparkinsoniens	0.7

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens.

D'une manière générale, le profil médicamenteux du PSA reflète son activité de chirurgie, d'imagerie médicale et de prise en charge de la douleur. La forte utilisation de

substances antiseptiques reflète la lutte contre les infections nosocomiales, objectif majeur pour les structures de santé.

- **Antibiotiques**

Concernant les antibiotiques de manière plus spécifique, **si les bêta-lactamines restent très largement majoritaires dans les deux cas** (et notamment l'amoxicilline) avec respectivement 70% et 86% des quantités dans les officines et au PSA, **le profil de consommation des antibiotiques du PSA présente des différences avec celui des officines de ville.**

On note que les fluoroquinolones sont la deuxième classe d'antibiotiques utilisés au PSA alors que ce sont les macrolides pour les officines (Figure 10). La proportion plus importante de fluoroquinolones est cohérente avec ce qui est retrouvé dans la littérature scientifique et qui rapporte que cette classe d'antibiotique fait partie des médicaments les plus détectés dans les effluents hospitaliers (Santos et al., 2013).

Il est également à noter que la classe des nitro-imidazolés (représentée par le seul métronidazole) arrive en 3^{ème} position avec des quantités équivalentes à la classe des fluoroquinolones ; dans les officines, les nitro-imidazolés sont en 5^{ème} position avec une proportion deux fois moins élevées qu'au PSA.

Enfin on note au PSA l'utilisation de classes d'antibiotiques non ou peu utilisées en ville comme certaines céphalosporines de 3^{ème} ou de 4^{ème} génération, les aminoglycosides, les glycopeptides, les linézolidés et les oxazolidinones. Il s'agit d'antibiotiques peu ou pas utilisés en première intention et le plus souvent réservés à des affectations sévères et ou à germes résistants ; donc majoritairement utilisés dans le cadre d'un centre hospitalier ou d'une clinique. Les glycopeptides comme la vancomycine par exemple sont considérés comme des antibiotiques de « dernier recours » et utilisés dans le traitement des infections sévères à cocci Gram positif résistant aux autres antibiotiques (staphylocoques meti-R, streptocoques).

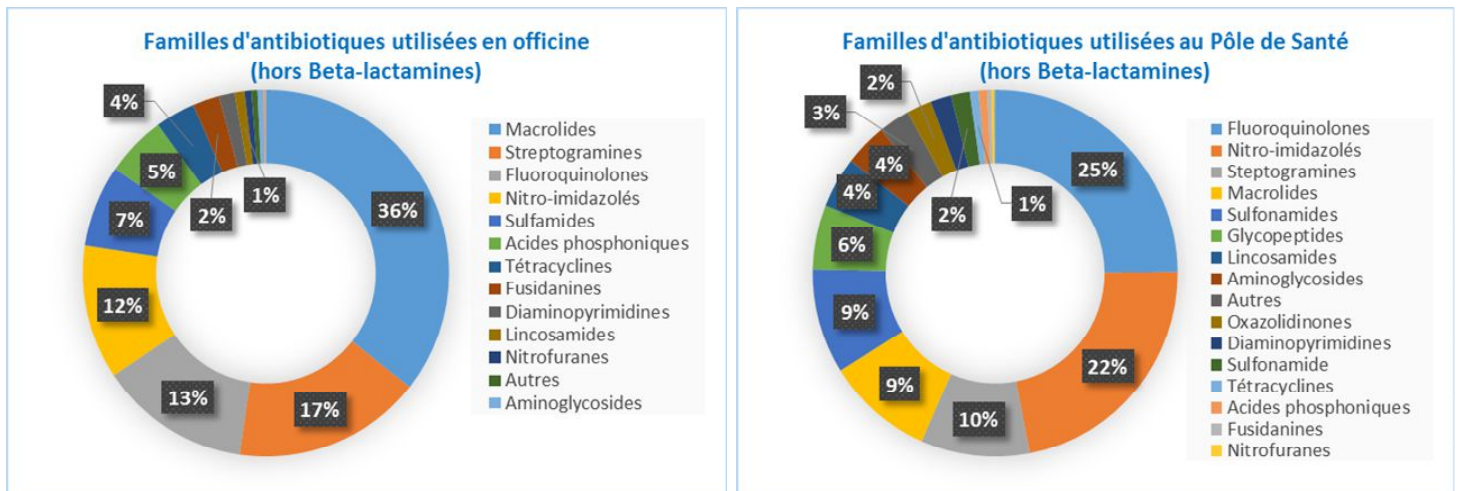


Figure 10. Mise en regard des profils des familles d'antibiotiques (hors bêta-lactamines) utilisées dans les officines du Bassin d'Arcachon et au Pôle de Santé d'Arcachon en 2013.

3.4.4. Estimation des flux

Sur la base des données de débit enregistrées au niveau du poste de relevage du PSA, des flux estimés ont été calculés pour les médicaments (ANNEXE A), les incertitudes par ailleurs mentionnées sur l'estimation des concentrations s'appliquant également à l'estimation des flux. **Les flux sont faibles compte-tenu du faible volume d'eaux rejetés par le PSA.** Par exemple, ils sont estimés à 340 g.J⁻¹ pour l'iomeprol, 240 g.J⁻¹ pour le paracétamol ou encore à 2.6 g.J⁻¹ ou encore pour la gabapentine (antiépileptique). A titre comparatif, les flux urbains de paracétamol dans les eaux usées brutes sont de l'ordre de plusieurs kg (Pin et al., 2012). Ces faibles flux sont confirmés par les analyses chimiques (Cf. chapitre 4).

3.4.5. Identification de traceurs potentiels

Un des objectifs de ce travail était de cibler des molécules pouvant servir de traceur des effluents hospitaliers. La première étape de ce travail a été d'identifier parmi les médicaments utilisés au PSA ceux soumis à prescription particulière. Vingt-huit molécules parmi les 480 recensées au PSA ont ainsi été identifiées. Les résultats sont présentés dans le Tableau 6 suivant.

Les médicaments à prescription particulière en lien avec les prescriptions hospitalières peuvent être regroupés en 3 classes :

- les médicaments classés en réserve hospitalière (RH), qui ne peuvent pas être prescrits en ville. L'administration de ces médicaments ne peut être effectuée qu'au cours d'une hospitalisation ;
- les médicaments à prescription hospitalière (PH), qui ne peuvent pas être prescrits en ville MAIS peuvent être délivrés en officines de ville ;
- les médicaments à prescription initiale hospitalière (PIH), qui peuvent faire l'objet d'une prescription en ville uniquement en renouvellement d'une ordonnance hospitalière.

Tableau 6. Liste des molécules à prescription particulière utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon.

Molécules	Familles thérapeutiques	Classifications	PEC a (µg/l)
Cefazoline	Antibiotique	Prescription hospitalière	81.4
Bosentan	Antihypertenseur	Prescription hospitalière	20
Vancomycine	Antibiotique	Prescription hospitalière	10.7
Ertapénème	Antibiotique	Prescription hospitalière	5.6
Cefoxitine	Antibiotique	Prescription hospitalière	5.6
Imipénème	Antibiotique	Prescription hospitalière	5.2
Posaconazole	Antifongique	Prescription hospitalière	4.2
Linezolide	Antibiotique	Prescription hospitalière	4.2
Canrenoate de potassium	Diurétique	Prescription hospitalière	3.8
Voriconazole	Antifongique	Prescription hospitalière	2.9
Amikacine	Antibiotique	Prescription hospitalière	2.5
Foscarnet	Antiviral	Réservé à usage hospitalier	2.3
Atracurium	Anesthésique / relaxant musculaire	Réservé à usage hospitalier	1.35
Acide hydroxybutyrique	Anesthésique / hypnotique	Réservé à usage hospitalier	0,6
Felbamate	Antiépileptique	Prescription hospitalière	0.5
Bupivacaïne	Anesthésique local / régional	Réservé à usage hospitalier	0,4
Atosiban	Antagoniste des récepteurs de l'ocytocine	Réservé à usage hospitalier	0,3
Etomidate	Anesthésique / hypnotique	Réservé à usage hospitalier	0,3
Natalizumab	Immunosuppresseur	Réservé à usage hospitalier	0,24
Ambrisentan	Antihypertenseur	Prescription hospitalière	0,13
Rocuronium bromure	Anesthésique / relaxant musculaire	Réservé à usage hospitalier	0,06
Tenecteplase	Antithrombotique	Réservé à usage hospitalier	0,033
Esmolol	Antihypertenseur	Réservé à usage hospitalier	0,03
Alteplase	Antithrombotique	Réservé à usage hospitalier	0,03
Flumazenil	Antidote	Prescription hospitalière	0,004
Terlipressine	Hormones et analogues	Réservé à usage hospitalier	0,002
Bortezomib	Anticancéreux	Prescription hospitalière	0,002
Vecuronium	Anesthésique / relaxant musculaire	Réservé à usage hospitalier	0,0003

PECa : concentration estimée dans les effluents du Pôle de Santé ne tenant pas compte du métabolisme.

A priori, seuls les médicaments classés en réserve hospitalière apparaissent être des marqueurs spécifiques des effluents hospitaliers. Toutefois, dans les faits, les médicaments à prescription hospitalière (et notamment les antibiotiques) restent majoritairement délivrés en milieu hospitalier et moins par les officines de ville ; comme par exemple la vancomycine et le linezolid, antibiotiques à prescription hospitalière utilisés au PSA qui restent des antibiotiques dit « de dernier recours ».

Un premier choix de traceur peut être effectué sur la base des concentrations estimées des médicaments réservés à usage hospitalier et à prescription hospitalière : plus ces concentrations sont élevées, plus le traceur sera pertinent (bien que d'autres caractéristiques comme sa dégradabilité soient également à prendre en compte). Les molécules avec des concentrations inférieures au µg/l peuvent être *a priori* exclues de la liste des traceurs potentiels.

En termes de quantité, 3 médicaments se détachent des autres avec des concentrations estimées (sur un mode conservatif ne tenant pas compte du métabolisme humain) supérieures à la dizaine de µg.L⁻¹ (ANNEXE A) : la cefazoline, la vancomycine et le bosentan.

- le bosentan : il s'agit d'un antihypertenseur à prescription hospitalière. Les données de métabolisme disponibles sont peu nombreuses mais suggèrent qu'il pourrait être fortement métabolisé et que donc les concentrations réelles dans les effluents du PSA pourraient être très inférieures à celles estimées.
- La céfazoline est une céphalosporine de 3^{ème} génération. Elle appartient à la famille des Beta-lactamines et est donc susceptible d'être dégradée rapidement dans l'environnement par hydrolyse (Cf. paragraphe 3.3.5.). Ceci limite son potentiel de traceur d'une activité hospitalière.
- La vancomycine est un antibiotique de la famille des glycopeptides. Il n'est pas métabolisé dans l'organisme. **La vancomycine semble donc être le meilleur candidat pour être un marqueur spécifique des effluents du Pôle de Santé.** D'une manière générale, les glycopeptides vancomycine et teicoplanine (cette dernière n'étant pas utilisée au PSA) pourrait être de bons traceurs des effluents hospitaliers. Peu d'études ont été conduites sur leur présence dans l'environnement mais la vancomycine a été détectée dans des rivières françaises à hauteur de 90 ng.L⁻¹ (Dinh et al., 2011).

Parmi les molécules dont la PEC est comprise entre 1 et 10 µg/l, les autres Beta-lactamines : ertapénème, céfoxitine et imipénème sont à écarter de la liste des traceurs potentiels. Le voriconazole (antifongique triazolé) est fortement métabolisé et les concentrations réelles seront donc plus faibles que celles estimées ici. Le métabolisme du canrenoate de potassium (antihypertenseur de type stéroïdien), de l'amikacine (antibiotique glycopeptidique), de l'atracurium (sédatif de type curare) n'est pas ou mal connu, il n'est donc pas possible de dire si les concentrations estimées sont fiables. Restent le linezolid (antibiotique de type oxazolidinone utilisé dans le cas d'infections à bactéries résistantes), le posaconazole (antifongiques triazolé) et le foscarnet (antiviral organophosphoré) qui sont peu ou pas métabolisés. Ils restent toutefois moins intéressants que la vancomycine car présents en concentrations moindres.

3.5. Evolutions de la consommation entre 2013 et 2017

Compte-tenu de la durée du projet **REMPAR**, il a été possible de réaliser un suivi des consommations médicamenteuses au niveau du PSA pour les années 2016 et 2017 afin de mesurer l'évolution de ces dernières ; et les concentrations et les flux ont été recalculés (ANNEXE A)

3.5.1. Evolution globale

Entre 2013 et 2016, on observe une augmentation notable des quantités de médicaments utilisées au PSA (multipliées par 1,5) puis une relative stabilisation entre 2016 et 2017 (quantités multipliées par 1,1) ; Cf. ANNEXE A. Le nombre de molécules utilisées a également augmenté passant de 480 à 540.

Cette différence observée dans les quantités délivrées vient notamment d'une augmentation des quantités utilisées par la clinique. Ainsi, si l'on regarde les données de 2013, on note que le nombre de molécules utilisées (30) et les quantités totales délivrées (environ 10 kg de substances actives) étaient très faibles et ne représentaient que 2% des quantités totales délivrées au PSA contre près de 50% à partir de 2016. **L'année 2013 étant l'année d'ouverture**

du PSA, il est possible que l'activité de la clinique n'ait pas été représentative de son activité normale et/ou que l'ensemble des données sur les médicaments n'ait pas été transmis en 2013.

3.5.2. Evolution des principales familles

Les 4 principales familles restent les produits de contraste, les antiseptiques, les analgésiques non opiacés et les antibiotiques. Ces 4 familles représentent toujours la majorité des quantités totales : 78% en 2017 (Figure 11). Seul l'ordre a changé : les analgésiques basculant en 3^{ème} place après les produits de contraste et les antiseptiques en 2016 et 2017.

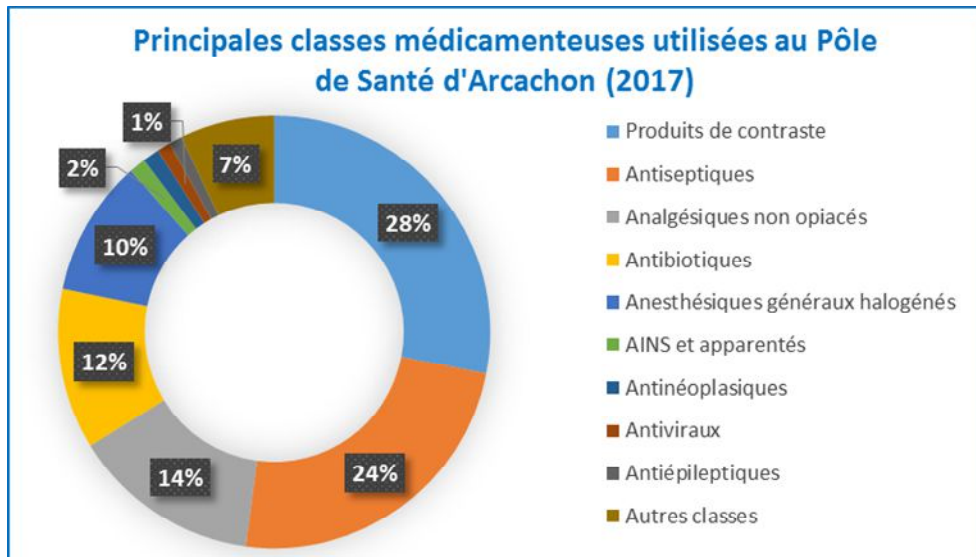


Figure 11. Répartition de la consommation des classes médicamenteuses au Pôle de Santé en 2017. La classe « autres classes » contient 48 classes médicamenteuses.

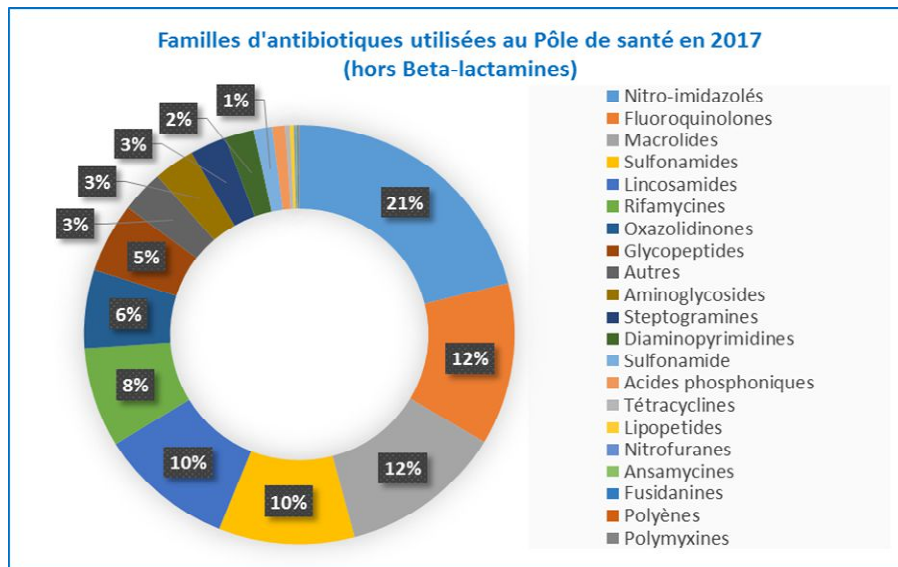


Figure 12. Profil des familles d'antibiotiques (hors bêta-lactamines) au Pôle de Santé en 2017.

Les produits de contraste représentent la classe principale, et leur quantité a presque doublé depuis 2013. L'ioméprol est le représentant majeur de cette classe (70%), il a remplacé au PSA l'iohexol, produit le plus utilisé en 2013 et qui n'est plus employé au PSA en 2016 et 2017.

La classe *des antiseptiques* a vu ses quantités utilisées multipliées par 2 entre 2013 et 2016 puis reste stable entre 2016 et 2017. La povidone iodée reste la substance la plus utilisée avec près de 99% des quantités totales d'antiseptiques.

Les *analgésiques non opiacés* ont vu leur quantité diminuer d'un facteur 1.5 entre 2013 et 2016 pour se stabiliser entre 2016 et 2017, le paracétamol restant le principal représentant de la classe avec plus de 99% des quantités.

Les *antibiotiques* ont, comme la majorité des autres classes médicamenteuses, vu leur consommation augmenter (multipliée par 1,6 entre 2013 et 2016 pour se stabiliser entre 2016 et 2017). En termes de molécules, les quantités d'amoxicilline restent stables : cette molécule reste le principal antibiotique utilisé bien que sa proportion relative diminue (33% des quantités d'antibiotiques utilisés en 2017 contre 50% en 2013). L'ofloxacine (fluoroquinolone) reste stable également. La pristinacycine (streptogramine) voit ses quantités diminuer (divisées par 1.5). A l'inverse, plusieurs autres molécules voient leurs quantités augmenter : pipéracilline (Beta-lactamine) multipliée par 4 ; clindamycine (lincosamide) par ; linezolid (oxazolidinone) par 6 ; cefotaxime (Beta-lactamine de type céphalosporine) par 4 ; métronidazole (nitro-imidazolé) par 2 (Figure 12).

On retrouve ces différences au niveau du classement par familles d'antibiotiques ; ainsi, si les Beta-lactamines restent en 2017 la famille majoritaire (environ 80% des quantités), les nitro-imidazolés (représentés par une seule molécule, le métronidazole) passent en seconde position et les streptogramines reculent dans le classement (Figure 12).

Par ailleurs, on observe des différences de profils entre l'aile clinique et l'aile hospitalière du PSA. D'une manière générale, l'aile hospitalière représente un volume global d'antibiotiques délivrés plus important (Tableau 7), autour de 90% des quantités totales pour la majorité des molécules. La vancomycine (glycopeptide) et cefoxitine (Beta-lactamine) ressortent toutefois au niveau du profil clinique car représentant la moitié des quantités délivrées au niveau du PSA.

Tableau 7. Comparaison des profils antibiotiques entre l'aile hospitalière (en bleu) et l'aile clinique (en orange) au sein du Pôle de Santé d'Arcachon pour les 10 principales molécules utilisées ; année 2017.

Centre hospitalier				Clinique			
Molécule	Famille	Quantités (mg)	% PSA	Molécule	Famille	Quantités (mg)	% PSA
Amoxicilline	Beta-lactamines	23057750	91.2	Amoxicilline	Beta-lactamines	2213500	8.8
Piperacilline	Beta-lactamines	12440000	90.1	Cefazoline	Beta-lactamines	1534000	27.5
Ceftriaxone	Beta-lactamines	7072500	92.0	Piperacilline	Beta-lactamines	1368000	9.9
Cefazoline	Beta-lactamines	4041000	72.5	Ceftriaxone	Beta-lactamines	617000	8.0
Métronidazole	Nitro-imidazolés	2623500	91.4	Vancomycine	Glycopeptides	372000	50.5
Acide clavulanique	Beta-lactamines	2166450	89.8	Cefoxitine	Beta-lactamines	266000	54.7
Tazobactam	Beta-lactamines	1726000	100.0	Acide clavulanique	Beta-lactamines	247029	10.2
Cefuroxime	Beta-lactamines	1522400	90.2	Métronidazole	Nitro-imidazolés	245500	8.6
Spiramycine	Macrolides	1312558	100.0	Ciprofloxacine	Fluoroquinolones	188400	29.5
Clindamycine	Lincosamides	1300200	93.9	Cefuroxime	Beta-lactamines	165100	9.8

3.5.3. Familles « émergentes »

Il s'agit des familles de médicaments qui n'étaient pas apparues dans l'enquête de 2013 ou qui étaient en bas du classement. Ainsi en 2017 (Figure 11), parmi les 9 principales classes médicamenteuses, les anesthésiques généraux halogénés font leur entrée en 5^{ème} position (10% des quantités totales) et les antinéoplasiques (anticancéreux) en 7^{ème} position (1% des quantités totales).

Les *anesthésiques généraux halogénés* (anesthésiques volatils), sont des substances utilisées pour provoquer une anesthésie générale. Il s'agit d'hydrocarbures substitués à des degrés divers par un atome halogène (brome, chlore et fluor). Le desflurane, principale molécule utilisée au PSA (99% des quantités) est une des molécules les plus récentes. Après absorption il

n'est pratiquement pas métabolisé : seulement 0,02 % de la concentration inhalée est métabolisée dans le foie pour devenir du fluorure inorganique et des trifluoroacétates qui se lient aux protéines des tissus, ou réagissent avec l'eau pour former de l'acide trifluoroacétique. Le desflurane est rapidement éliminé dans l'air exhalé (Odin et Nathan, 2005). L'élimination cutanée et urinaire du desflurane est négligeable. Cette molécule (ou ses métabolites) ne sera donc pas retrouvée dans les effluents du PSA.

La consommation des *anticancéreux cytotoxiques et cytostatiques* (classe ATC L01) au PSA a augmenté de manière importante entre 2013 et 2016 (multipliée par 30) puis reste relativement stable entre 2016 et 2017. Les données de consommation montrent que l'activité oncologique est principalement portée par l'aile clinique du PSA. **Cette forte augmentation entre 2013 et 2016 peut-être liée soit au fait qu'en 2013 (année d'ouverture du PSA), cette activité était encore restreinte, soit au fait que les données spécifiques sur les anticancéreux n'avaient pas été transmises à l'époque.**

Une soixantaine de molécules sont utilisées au PSA (pour une vision d'ensemble des différentes classes d'anticancéreux existantes, voir Besse et al., 2012). Parmi elles, les 10 molécules les plus consommées représentent plus de 90% des quantités totales (Tableau 8).

Tableau 8. Principales molécules anticancéreuses cytotoxiques et cytostatiques utilisées au PSA en 2017, comparaison avec l'année 2013.

Molécule	Classe ATC	Concentrations estimées (µg/L)		Proportion (%) *
		2013	2017	
Fluorouracile	L01BC	0	5275000	68.1
Gemcitabine	L01BC	0	495000	6.4
Ibrutinib	L01XE	0	289800	3.7
Olaparib	L01XX	0	257600	3.3
Bevacizumab	L01XC	0	218300	2.8
Hydroxycarbamide	L01XX	75000	163000	2.1
Carboplatine	L01XA	0	152100	2.0
Irinotecan	L01XX	0	138600	1.8
Cetuximab	L01XC	0	128200	1.7
Oxaliplatine	L01XA	0	89200	1.2

* : Proportion de la molécule par rapport aux quantités totales d'anticancéreux cytotoxiques et cytostatiques utilisés au PSA en 2017.

Il existe relativement peu de données sur l'écotoxicité et la présence des anticancéreux, notamment sur les classes plus récentes comme les anticorps monoclonaux et les inhibiteurs de protéines kinases (Besse et al., 2012).

Le fluorouracile, principale molécule délivrée au PSA représente à elle seule 68% des quantités totales d'anticancéreux. En tenant compte du métabolisme, les concentrations en fluorouracile dans les rejets du PSA sont estimées à 36 µg/L pour l'année 2017. Cette molécule a été détectée de manière intermittente dans des effluents hospitaliers à des niveaux allant de 4.7 à 92 ng/L (Kosjek et al., 2013). Le fluorouracile pourrait se dégrader rapidement (Kosjek et al., 2013 ; Lin et al., 2013). Selon Straub (2010), les rejets liés à cette molécule ne présentent pas de risque pour l'environnement.

La gemcitabine est le second anticancéreux le plus utilisé au PSA, ses concentrations estimées dans les effluents du PSA sont toutefois faibles, de l'ordre de 1.7 µg/L en 2017. Ceci est lié au fort taux de métabolisation de cette molécule : seuls 0.1% étant excrétés sous forme inchangée. Il n'a pas été retrouvé dans la littérature de données d'occurrence sur ce composé.

Bien que ne faisant pas partie des 10 principales molécules utilisées au PSA, le cyclophosphamide compte parmi les anticancéreux les plus étudiés. Il est détecté dans les effluents hospitaliers à des niveaux variant de 19 ng/L à 4.5 µg/L (Voir Santos et al., 2010 pour

revue). Ses concentrations estimées dans les rejets du PSA sont de 0.2 µg/L. Cette molécule est considérée comme réfractaire à la dégradation dans les STEP, ubiquitaire et persistante dans l'environnement (Voir Ferrando-Climent et al., 2013 pour revue).

D'une manière générale sur les anticancéreux, si les niveaux estimés dans les effluents du PSA apparaissent cohérents avec ce qui rapporté dans la littérature, *il n'est pas possible de conclure avec certitude sur l'importance des rejets d'anticancéreux du PSA par rapport aux rejets urbains car nous ne disposons pas de ces données pour les officines à l'échelle du Bassin*. Les anticancéreux sont considérés comme une classe « à part » de médicaments du point de vue de leur risque environnemental car ils ont des propriétés cancérogènes, mutagènes et cytotoxiques ; ils nécessiteraient donc une étude spécifique. *Toutefois sur la base des travaux antérieurs et des connaissances actuelles, on peut supposer que les effluents du PSA ne représentent pas une voie d'entrée majeure des anticancéreux par rapport aux rejets urbains :*

- certains anticancéreux comme le cyclophosphamide sont détectés dans des effluents urbains auxquels ne sont pas raccordés des hôpitaux (Buerge et al., 2006) ;
- d'autres anticancéreux comme le docétaxel sont retrouvés à des teneurs plus élevées dans les effluents urbains que dans les effluents hospitaliers ; ce qui serait lié dans le cas du docétaxel à un temps de métabolisation plus long donc à un rejet au domicile du patient après son retour de l'hôpital (Ferrando-Climent et al., 2013) ;
- le développement des traitements ambulatoires fait que de plus en plus d'anticancéreux sont disponibles et/ou délivrés dans les officines de ville (Besse et al., 2012 ; Weissbrodt et al., 2009) ;
- de plus en plus d'anticancéreux administrés à l'hôpital le sont en « hôpital de jour » (Besse et al., 2012 ; Mahnik et al., 2007) et sont donc excrétés au domicile du patient (Figure 13).

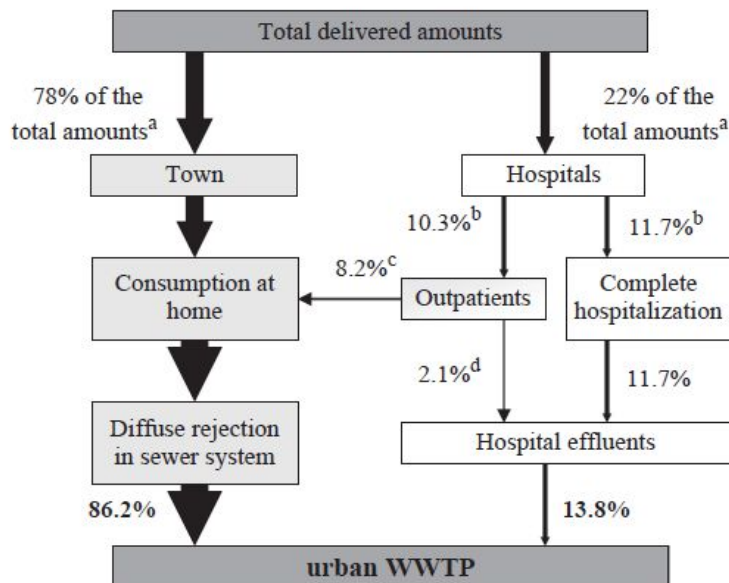


Figure 13. Circuit des molécules anticancéreuses depuis leur délivrance jusqu'à leur arrivée en entrée d'une station d'épuration urbaine – contribution des différentes sources (Source, Besse et al., 2012).

Basé sur les données nationales récupérées auprès de l'AFFSAPS (aujourd'hui agence du médicament) et du Centre Léon Bérard, centre anticancéreux à Lyon.

a : sur la base des données AFSSAPS de 2009.

b : sur la base des données du CLB de 2008 ; approximativement 53% des quantités délivrées étaient destinés à des patients en hospitalisation complète et 47% à des patients en hôpital de jour.

c : approximativement 80% des anticancéreux administrés en hôpital de jour peuvent être considérés comme excrétés directement sur le site du centre hospitalier.

d : approximativement 80% des anticancéreux administrés en hôpital de jour peuvent être considérés comme excrétés au domicile du patient.

3.5.4. Evolution des concentrations et des flux

Par rapport à 2013, on observe une augmentation des flux pour plusieurs médicaments car ils sont directement liés à la quantité consommée. Ils restent toutefois du même ordre de grandeur que ce qui est observé en 2013 et donc inférieurs aux flux urbains (Cf. chapitre 4).

On note également des évolutions dans les concentrations estimées dans les effluents du PSA mais celles-ci sont plus variables car elles dépendent également des volumes d'eau rejetés par le PSA. Ainsi si l'on se base sur l'année 2016, l'augmentation des concentrations est moins nette que celles des quantités et des flux puisque les volumes d'eau rejetés ont également augmenté. A l'inverse, les concentrations sont plus élevées en 2017 (1.5 fois) par rapport à 2016 puisque, si les quantités sont stables, les volumes d'eau rejetés par la PSA ont diminué.

3.5.5. Considération sur les traceurs chimiques potentiels

Certains anticancéreux seraient susceptibles de servir de traceurs mais la plupart d'entre eux peuvent être délivrés et consommés en ville. La recherche de traceurs spécifiques d'un rejet hospitalier parmi les anticancéreux nécessiterait donc une investigation poussée et spécifique de cette classe afin de connaître le profil de ces molécules dans les eaux usées brutes urbaines.

D'une manière générale, il apparaît aujourd'hui difficile d'identifier des traceurs médicamenteux d'un usage hospitalier. D'un point de vue quantitatif, certaines molécules pourraient être plus présentes dans les effluents hospitaliers que dans les effluents urbains (Cf. chapitre suivant). D'un point de vue qualitatif, la sélection d'un traceur spécifique semble évoluer vers une sélection au cas par cas tenant compte, pour un hôpital donné, des molécules réservées à usage hospitalier ou à prescription hospitalière qui y sont prescrites et/ou délivrées, et du type d'hospitalisation (complète ou hôpital de jour) pour les patients concernés par ces prescriptions.

3.6. Synthèse : ce qu'il faut retenir sur les médicaments utilisés au Pôle de santé

En termes de profil quantitatif et qualitatif :

- *Les 5 molécules les plus utilisées au PSA sont la povidone iodée (antiseptique), l'ioméprol (produit de contraste), le paracétamol (analgésique), et le desflurane (anesthésique halogéné) et l'amoxicilline (antibiotique). Ces 5 molécules représentent respectivement 24%, 20%, 14%, 10% et 4% des quantités totales de médicaments délivrées au PSA en 2017.*
- *Une grande majorité des molécules utilisées au Pôle de Santé le sont également dans les officines de ville.*
- *Les effluents du PSA ne présentent pas de grande spécificité par rapport aux effluents urbains.*
- *Le profil de consommation des antibiotiques du PSA présente certaines différences avec les officines de ville avec notamment l'utilisation plus importante de molécules réservées à des affections sévères (linézolide, vancomycine...) ou spécifiques (métronidazole).*
- *Les concentrations estimées dans les effluents du PSA sont élevées, jusqu'à mg.L^{-1} pour le paracétamol ou l'iohexol et de l'ordre de la dizaine de $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour plusieurs classes d'antibiotiques. Dans le cas du PSA, ceci est probablement lié à un faible volume d'effluents rejetés (environ $100 \text{ m}^3.\text{j}^{-1}$) plutôt qu'à une forte consommation de médicaments.*
- *Les quantités de médicaments utilisées au PSA ont augmenté entre 2013 et 2016 avec toutefois une incertitude sur la représentativité des données transmises par l'aile clinique en 2013.*

En termes de sources de médicaments par rapport aux effluents urbains :

- *D'un point de vue quantitatif, la consommation annuelle du Pôle de Santé s'apparente à celle d'une officine de moyenne importance et devrait représenter autour de 5 % de la consommation totale en médicaments sur le Bassin.*

- *Bien que les concentrations estimées soient élevées dans les effluents du PSA, ces derniers ne représentent pas une entrée importante dans le réseau d'assainissement car les débits du PSA sont faibles relativement à ceux des effluents urbains (moins de 1% du volume des effluents urbains arrivant à la station de La Teste de Buch).*
- *De plus, le développement des traitements ambulatoires ou des séjours courts à l'hôpital fait qu'une proportion de plus en plus importante des médicaments est excrétée au domicile du patient.*
- *Les anticancéreux restent une classe à part sur laquelle on manque de données comparatives avec les officines de ville. Toutefois on peut supposer, sur la base des études existantes, que les effluents du PSA ne représentent pas une voie d'entrée majeure des anticancéreux par rapport aux rejets urbains.*

En termes de médicaments traceurs de l'activité du PSA :

- *Peu de molécules apparaissent plus spécifiques des effluents du Pôle de Santé : de plus en plus de molécules sortent de la réserve hospitalière et peuvent donc être délivrées dans les officines.*
- *La vancomycine, le posaconazole, le linézolide et le foscarnet pourraient être des traceurs d'effluents hospitaliers. La vancomycine apparaît être le meilleur candidat car il existe déjà des méthodes d'analyse pour cette molécule.*
- *Concernant le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon, l'effet de dilution entre les effluents hospitaliers et urbains va probablement représenter un facteur limitant important à l'utilité des traceurs sur le Bassin.*

4. Médicaments - Analyses chimiques des effluents du Pôle de Santé et comparaison avec les effluents urbains

4.1. Objectifs

L'objectif des campagnes réalisées ici était de comparer les effluents du PSA avec les effluents urbains de la STEP de La Teste de Buch auxquels sont raccordés les rejets du PSA, pour les médicaments et de comparer les flux rejetés.

4.2. Matériel et méthodes

4.2.1. Molécules analysées

Au total 42 molécules, réparties en 8 familles ont été suivies de façon spécifique dans les effluents :

- [Analgésiques](#) : diclofénac, paracétamol ;
- [Antibiotiques](#) : ciprofloxacine, clarithromycine, clindamycine, lincomycine, métronidazole, norfloxacine, ofloxacine, roxithromycine, spiramycine, sulfaméthoxazole, triméthoprime ;
- [Psychotropes](#) : amitriptyline, fluoxétine, nordiazepam, oxazépam, carbamazépine, gabapentine, lévétiracétam, primidone ;
- [Anti-inflammatoires](#) : ibuprofène et son métabolite hydroxy ibuprofène, kétoprofène, naproxène ;
- [Béta bloquants](#) : aténolol, bisoprolol, propranolol, sotalol ;
- [Hypolipémiants](#) : atorvastatine, bezafibrate, pravastatine, acide fénofibrique, gemfibrozil ;
- [Stimulants](#) : caféine, théophylline ;
- [Autres](#) : cétirizine, clopidogrel, disopyramide.

4.2.2. Prélèvement, stockage et transfert des échantillons

Deux campagnes de prélèvement, de 3 jours consécutifs chacune, ont été réalisées du 20 au 22 décembre 2016 et du 11 au 13 juillet 2017.

4.2.2.1. Prélèvements - campagnes effectuées en décembre 2016

Un préleveur automatique réfrigéré a été installé au niveau du poste de relevage du PSA (Figure 14). Il s'agit d'un préleveur Hydreka pourvu d'une tête de prélèvement Sigma. Les prélèvements ont été effectués au pas de temps à raison de 1 prélèvement de 200 mL toutes les 20 minutes sur une durée de 24h (de 8h00 à 8h00). L'ensemble des prélèvements effectués sur 24h (de ont été récupérés dans un bidon de 16L en polyéthylène (PE) de manière à constituer un seul échantillon.



Figure 14. Prélèveur en place sur le poste de relevage du Pôle de Santé.

4.2.2.2. Prélèvements - campagnes effectuées en juillet 2017

Pour les campagnes effectuées en juillet 2017, le préleveur automatique (même modèle que précédemment) a été asservi au démarrage des pompes du poste de relevage. Chaque déclenchement de la pompe (correspondant à une arrivée d'effluents du PSA) entraînant le

prélèvement d'un échantillon de 100 mL. L'ensemble des échantillons prélevés sur 24 heures (de 8h00 à 8h00) a été récupéré dans un bidon PE de 16L de manière à constituer un seul échantillon.

4.2.2.3. Conservation des échantillons

Après homogénéisation manuelle de l'échantillon, 4 litres ont été prélevés dans des flacons nalgènes. Les échantillons ont ensuite été stockés au congélateur à -18°C au SIBA puis transférés au LPTC pour analyse.

4.2.3. Préparation de l'échantillon

4.2.3.1. Filtration

Les phases dissoutes et particulaires sont séparées au cours d'une filtration sur filtre en fibre de verre (GF/F) avec un seuil de coupure de 0,7µm.

4.2.3.2. Réactifs

Les composés pharmaceutiques ont été achetés à LoGiCal (Moslheim, France), Cluzeau Info Labo (Ste Foy la Grande, France), Sigma Aldrich (St Quentin Fallavier, France), Toronto Research Chemical (North York, Toronto, Canada), Alsachim (Illkirch, France) et Promochem (Molsheim, France). Tous les solvants employés, acétone (Scharlau), dichlorométhane (DCM) (Acros Organics), méthanol (MeOH) (JT Backer), acétonitrile (ACN) (JT Backer) sont de qualité HPLC grade.

4.2.3.3. Protocole d'extraction de la phase dissoute

L'étape de préparation permet de purifier et de reconcentrer l'échantillon. Les substances pharmaceutiques analysées ont été extraites sur phase solide (Solide Phase Extraction ou SPE).

Les échantillons sont pesés dans des bouteilles en verre et le pH est ajusté avec de la soude ou de l'acide chlorhydrique. Les étalons internes sont ensuite introduits dans les échantillons. Les cartouches SPE employées sont conditionnées par un solvant organique adapté à la classe traitée puis par de l'eau Milli-Q au pH correspondant à celui de l'échantillon. Les échantillons sont ensuite déposés sur les cartouches au goutte à goutte (10 à 15 mL.min⁻¹). Les cartouches sont séchées sous vide puis l'élution est réalisée. L'éluat est ensuite reconcentré sous flux d'azote à 50°C. Lorsqu'il ne reste plus que quelques gouttes, il est repris dans un solvant organique approprié. Les différents paramètres de la SPE (phase de la cartouche, pH, solvants employés ...) sont adaptés à chaque classe traitée et récapitulés dans le Tableau 9.

Tableau 9. Paramètres des protocoles d'extraction pour la phase dissoute.

Classe traitée	Prise d'essai	pH	Cartouche	Solvant conditionnement	Solvant d'élution	Solvant de reprise	Remarque
Pharmaceutiques (autres que les antibiotiques)	50 mL	2	OASIS HLB 3cc 60 mg	3ml d'AE 3mL d'eau MQ pH2	3 ml AE, 3mL AE/acétone (50/50) 3 mL MeOH/DCM (50/50) + 2.5% NH4OH	ACN	
Antibiotiques	50 mL	7	OASIS HLB 6cc 200 mg	5 ml d'ACN 5 ml d'eau à pH7	5 ml eau MQ pH7/ACN (40/60)	ACN	Ajout 8.52 mL EDTA (0.25 mMol) après ajustement du pH

* AE : acétate d'éthyle ; ACN : acétonitrile ; MeOH : Méthanol ; DCM : Dichlorométhane ; MQ : Mili-Q ; EDTA : Acide acétylène diamine tétra-acétique.

4.2.3.4. Contrôle qualité pour l'extraction

Plusieurs points sont vérifiés pour valider la manipulation. Des échantillons enrichis en natifs et en étalons internes permettent la vérification du protocole par le calcul des rendements d'extraction et des limites de quantification (LQ). La LQ étant la plus faible concentration d'un composé à analyser dans un échantillon qui puisse être quantifiée. Des blancs (eau Milli-Q enrichie en étalons internes) sont également réalisés pour chaque manipulation afin d'estimer les contaminations apportées par le protocole suivi et par le manipulateur.

4.2.4. Protocole analytique

4.2.4.1. Méthodes analytiques

Les substances pharmaceutiques sont analysées en chromatographie phase liquide (LC). En sortie de colonne, une fois séparées, les molécules sont dirigées vers la source d'ionisation qui est une source électrospray (ESI). Les ions formés dans la source sont ensuite entraînés vers un spectromètre de masse en tandem (triple quadripôle) de chez Agilent. Les composés sont analysés en mode MRM dynamique afin de pouvoir sélectionner les transitions caractéristiques. Les deux transitions les plus intenses sont retenues comme transitions de quantification et de confirmation. L'identification d'un composé se fait selon quatre critères : son temps de rétention, sa transition de quantification (TQ), sa transition de confirmation (TC), et enfin le rapport des aires TQ/TC conformément à la législation européenne (2002/657/CE).

4.2.4.2. Limites de quantification

Les gammes de LQ obtenues sont récapitulées dans le Tableau 10.

Tableau 10. Limites de quantifications pour les pharmaceutiques.

Classes	Méthode extraction/analytique	LQ (ng/L)
Pharmaceutiques (« Médicaments » et - « Antibiotiques »)	SPE/LC-MS/MS	0,1-50

SPE : Extraction sur Phase Solide ; LC : Chromatographie Liquide ; MSMS : Spectrométrie de masse en tandem.

4.2.4.3. Contrôle qualité pour l'analyse

Pour vérifier la justesse de la technique d'analyse employée, des solutions contenant l'ensemble des composés à doser et des étalons internes sont injectées au cours de la séquence d'analyse et sont dosées comme des échantillons inconnus. Ces solutions permettent également le calcul des limites de quantification instrumentales.

4.3. Résultats

4.3.1. Concentrations

Les résultats obtenus pour la somme des molécules « Médicaments » (i.e. toutes classes hors antibiotiques) et « Antibiotiques » analysées dans les eaux usées brutes de la station de La Teste de Buch et dans les rejets du PSA pour les 2 campagnes, sont présentés dans la Figure 15.

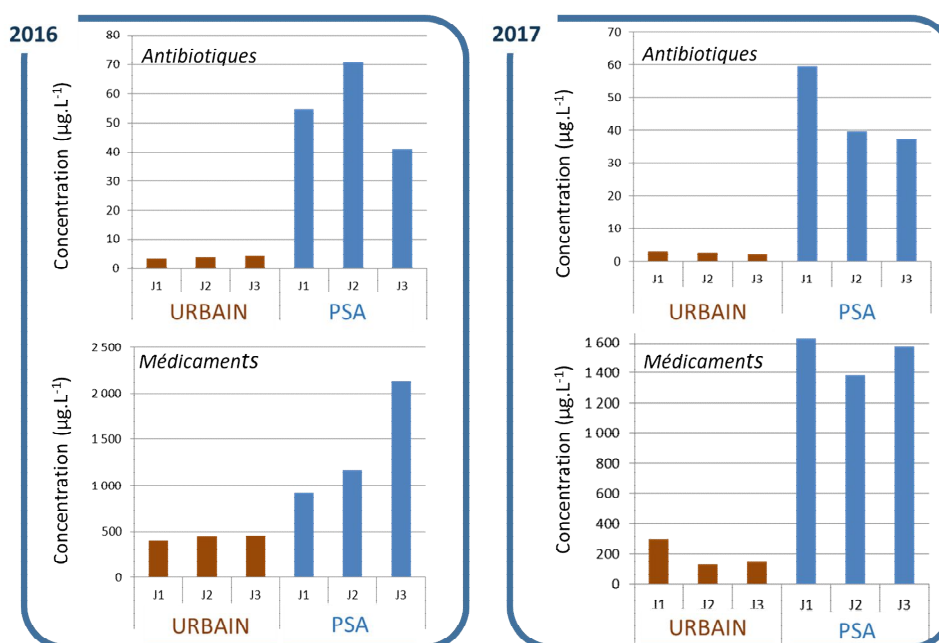


Figure 15. Concentrations totales mesurées en pharmaceutiques en entrée de la station d'épuration urbaine de la Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA).

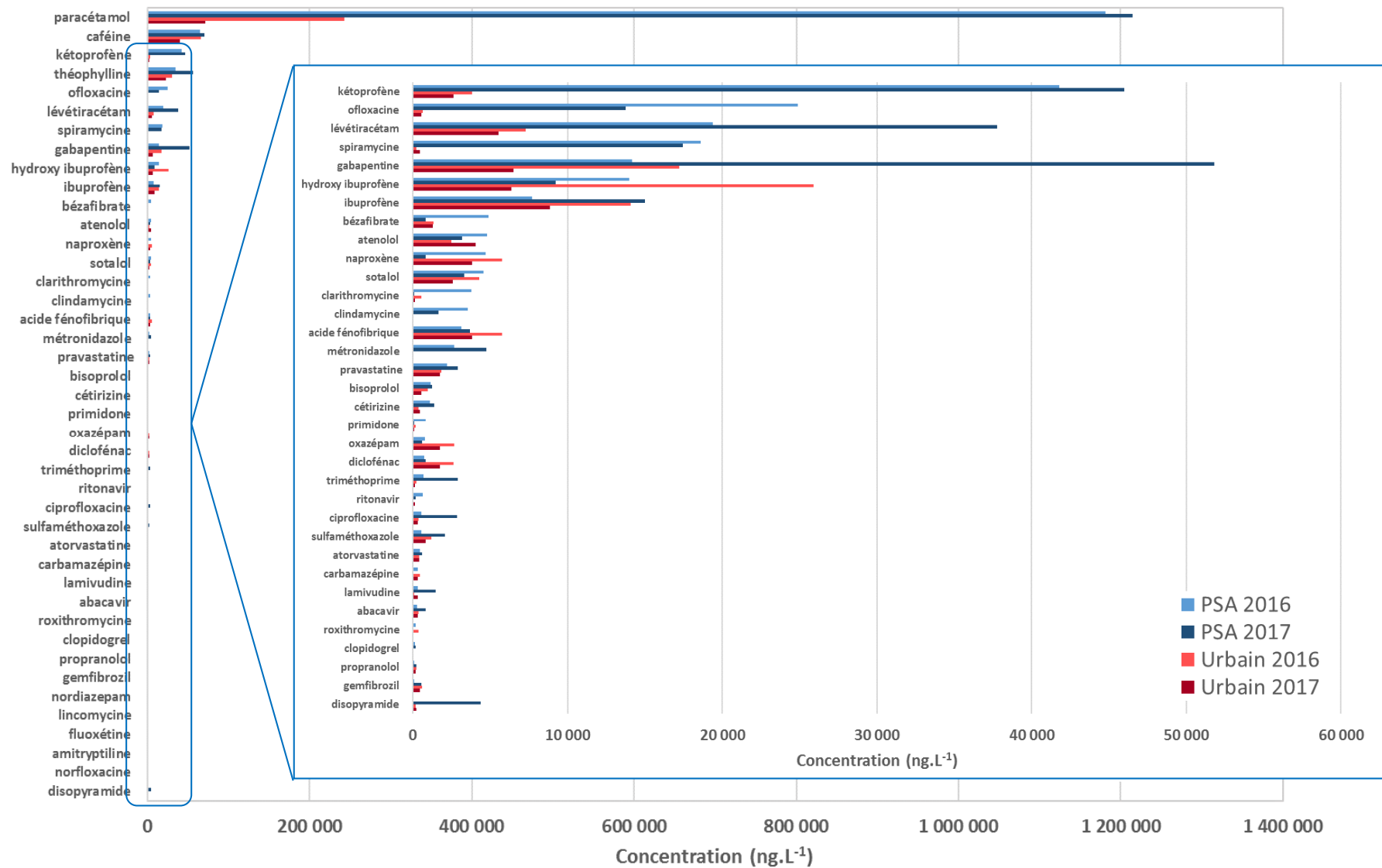


Figure 16. Empreinte moyenne de contamination retrouvée en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) et de la station d'épuration de la Teste de Buch en décembre 2016 et juillet 2017.

La Figure 1516 illustre le détail des concentrations moyennes retrouvées dans les eaux brutes du PSA et de la STEP de La Teste de Buch. La molécule dominant le profil de contamination est le paracétamol qui représente plus de 75 % de la contamination en pharmaceutiques (pour les molécules analysées) pour le PSA, contre 45 % pour les eaux brutes urbaines ; viennent ensuite les stimulants que sont la caféine et la théophylline qui représentent respectivement entre 5-10% et 3-7% de la concentration totale. Dans la majorité des cas, les concentrations sont supérieures dans les rejets du PSA que dans les eaux usées brutes urbaines ; seules quelques molécules présentent un profil différent (Tableau 11).

Tableau 11. Molécules présentant une concentration supérieure dans l'effluent urbain par rapport à l'effluent PSA pour les prélèvements de décembre 2016 et de juillet 2017 (n=6).

	Moyenne 2016-2017 (ng.L ⁻¹)	
	PSA	Urbain
norfloxacine	10 ±8	181 ±76
gemfibrozil	310 ±338	514 ±140
propranolol	167 ±101	216 ±47
roxithromycine	88 ±153	193 ±167
carbamazépine	188 ±206	389 ±99
diclofénac	785 ±284	2195 ±521
oxazépam	688 ±146	2207 ±550
acide fénofibrique	3410 ±1478	4806 ±1257
naproxène	2780 ±3028	4787 ±1331
ibuprofène	11357 ±5145	11475 ±3457
Hydroxy-ibuprofène	11611 ±3898	16149 ±11058

Remarque : les concentrations estimées pour les années 2016 et 2017 sont cohérentes avec les concentrations mesurées (si l'on tient compte notamment des nombreuses incertitudes dans l'estimation des concentrations ; Cf. chapitre précédent) : elles sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées tout en leur restant souvent supérieures : par exemple pour le paracétamol, les concentrations mesurées et estimées sont respectivement de, 1.2 mg.L⁻¹ contre 2.6 mg.L⁻¹ ; pour le kétoprofène, elles sont de 46 µg.L⁻¹ contre 76 µg.L⁻¹ ; pour la gabapentine de 18 µg.L⁻¹ contre 26 µg.L⁻¹, ou encore 3 µg.L⁻¹ contre 10 µg.L⁻¹ pour le métronidazole.

4.3.2. Flux

Si l'on considère les données non plus en termes de concentrations, mais en termes de flux de molécules, les flux de pharmaceutiques dans les eaux brutes urbaines sont très largement supérieurs aux flux apportés par les eaux brutes du PSA (Figure 17).

Sur les périodes considérées, les volumes d'eaux brutes du PSA sont de l'ordre de 80 à 90 m³.j⁻¹ contre 10 000 à 15 000 m³.j⁻¹ pour la STEP de La Teste de Buch, soit environ 0,7 %. Globalement, ce rapport est respecté pour les molécules analysées, avec des variations :

- Pour plusieurs molécules (diclofénac, oxazépam, ibuprofène, norfloxacine), ce rapport est inférieur témoignant d'une faible utilisation de ces molécules au PSA ;
- pour 2 antibiotiques, l'ofloxacine et la spiramycine, ce rapport est différent : les flux calculés sont du même ordre de grandeur entre le PSA et l'urbain (de l'ordre du g.j⁻¹) tout en restant inférieurs pour le PSA ;
- pour 4 substances enfin, dont 2 antibiotiques d'usage plus spécifique : le métronidazole (antibiotique et antiparasitaire de la famille des nitro-imidazolés) et la clindamycine (antibiotique de la famille des lincosamides) ; 1 antiviral : la lamivudine (analogue nucléosidique actif sur les virus de l'immunodéficience humaine et de l'hépatite B) ; et 1 anticancéreux : le cyclophosphamide, les flux calculés peuvent être supérieurs pour le PSA (Tableau 12). Ces flux restent toutefois très faibles, inférieurs 0.5 g.j⁻¹ pour le métronidazole et la clindamycine et inférieurs à 0.1 g.j⁻¹ la lamivudine et le cyclophosphamide.

Tableau 12. Flux moyens des molécules retrouvées dans les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines sur les prélèvements de décembre 2016 et juillet 2017 (n=6).

	Flux moyens en g.J ⁻¹				2016	2016
	décembre 2016		juillet 2017			
	PSA (n=3)	Urbain (n=3)	PSA (n=3)	Urbain (n=3)		
paracetamol	92.19	2551.26	105.88	1035.50	PSA < Urbain	PSA < Urbain
cafeine	5.03	698.01	6.17	574.32	PSA < Urbain	PSA < Urbain
theophylline	2.69	319.23	4.93	322.81	PSA < Urbain	PSA < Urbain
hydroxy ibuprofene	1.09	272.78	0.79	84.52	PSA < Urbain	PSA < Urbain
gabapentine	1.11	180.02	4.48	92.58	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ibuprofene	0.60	147.66	1.30	126.47	PSA < Urbain	PSA < Urbain
lévétiracétam	1.51	77.20	3.32	80.23	PSA < Urbain	PSA < Urbain
acide fenofibrique	0.24	60.80	0.32	54.24	PSA < Urbain	PSA < Urbain
naproxene	0.37	60.44	0.07	54.35	PSA < Urbain	PSA < Urbain
sotalol	0.36	45.03	0.29	37.25	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ketoprofene	3.26	40.08	4.03	37.38	PSA < Urbain	PSA < Urbain
oxazepam	0.06	28.10	0.05	24.64	PSA < Urbain	PSA < Urbain
diclofenac	0.06	27.61	0.07	24.72	PSA < Urbain	PSA < Urbain
atenolol	0.37	26.03	0.28	61.47	PSA < Urbain	PSA < Urbain
pravastatine-COOH	0.17	19.15	0.26	24.78	PSA < Urbain	PSA < Urbain
bezafibrate	0.38	14.04	0.07	18.32	PSA < Urbain	PSA < Urbain
sulfaméthoxazole	0.04	12.68	0.19	11.94	PSA < Urbain	PSA < Urbain
bisoprolol	0.09	10.11	0.11	7.62	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ofloxacine	1.94	6.94	1.21	7.47	PSA < Urbain	PSA < Urbain
gemfibrozil	0.01	6.18	0.05	6.30	PSA < Urbain	PSA < Urbain
clarithromycine	0.29	5.66	0.01	2.02	PSA < Urbain	PSA < Urbain
carbamazepine	0.02	4.63	0.01	4.84	PSA < Urbain	PSA < Urbain
atorvastatine	0.04	4.36	0.05	5.54	PSA < Urbain	PSA < Urbain
cetirizine	0.09	3.97	0.12	6.42	PSA < Urbain	PSA < Urbain
abacavir	0.02	3.96	0.07	4.54	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ciprofloxacine	0.04	3.73	0.24	4.48	PSA < Urbain	PSA < Urbain
roxithromycine	0.01	3.63	0.00	0.59	PSA < Urbain	PSA < Urbain
triméthoprime	0.05	2.59	0.25	2.10	PSA < Urbain	PSA < Urbain
norfloxacine	0.00	2.50	0.00	1.77	PSA < Urbain	PSA < Urbain
propranolol	0.01	2.41	0.02	2.94	PSA < Urbain	PSA < Urbain
spiramycine	1.46	2.28	1.56	6.54	PSA < Urbain	PSA < Urbain
disopyramide	0.00	2.13	0.40	3.33	PSA < Urbain	PSA < Urbain
primidone	0.06	1.77	0.01	1.21	PSA < Urbain	PSA < Urbain
metronidazole	0.21	0.57	0.40	0.21	PSA < Urbain	PSA > Urbain
clopidogrel	0.01	0.47	0.02	0.50	PSA < Urbain	PSA < Urbain
ritonavir	0.05	0.45	0.01	2.03	PSA < Urbain	PSA < Urbain
fluoxetine	0.00	0.33	0.00	0.26	PSA < Urbain	PSA < Urbain
nordiazepam	0.01	0.31	0.00	0.28	PSA < Urbain	PSA < Urbain
clindamycine	0.28	0.19	0.14	0.07	PSA > Urbain	PSA > Urbain
lincomycine	0.00	0.15	0.00	0.04	PSA < Urbain	PSA < Urbain
amitriptyline	0.00	0.15	0.00	0.25	PSA < Urbain	PSA < Urbain
cyclophosphamide	0.00	0.12	0.08	0.06	PSA < Urbain	PSA > Urbain
lamivudine	0.02	0.00	0.13	4.70	PSA > Urbain	PSA < Urbain

PSA < urbain en noir sur fond rouge clair indique que si les teneurs sont inférieures dans les effluents du PSA par rapport aux effluents urbains, les ordres de grandeur restent comparables.

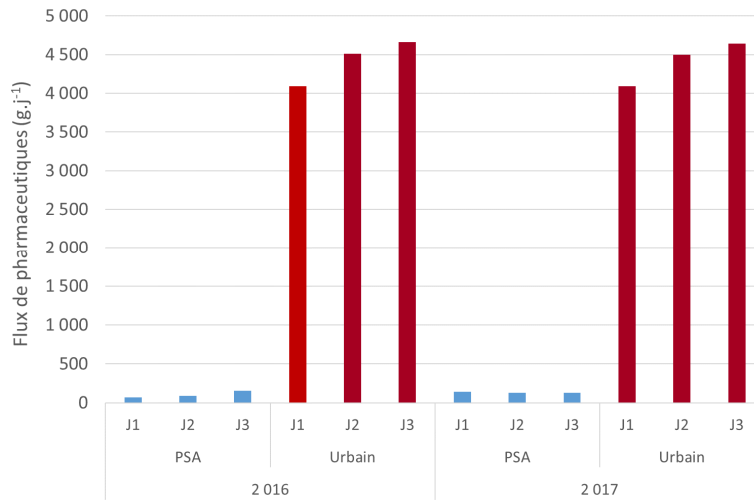


Figure 17. Flux totaux mesurés en entrée de la station d'épuration urbaine de la Teste et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) pour les pharmaceutiques et les antibiotiques.

4.4. Synthèse

Les analyses comparatives réalisées sur les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines montrent que :

- *Pour la majorité des molécules analysées, les concentrations sont supérieures dans les eaux brutes du Pôle de Santé que dans les eaux brutes urbaines.*
- *Les flux de médicaments dans les eaux brutes du PSA sont très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines.*
- *Pour un nombre limité de molécules, les flux du PSA sont soit équivalents soit plus importants que ceux de l'effluent urbain tout en restant faibles.*

5. Tensioactifs et biocides - Analyse des profils de consommation du Pôle de Santé

5.1. Objectif

Bien que développant l'utilisation du nettoyage vapeur, le PSA applique des méthodes classiques de nettoyage et de désinfection des locaux avec des substances détergentes et/ou biocides pour ses surfaces (sols, murs, mobilier). Par ailleurs, des produits spécifiques présentant une action bactéricide et/ou fongicide élevée sont employés pour le nettoyage du matériel médical réutilisable (ciseaux, pinces, endoscopes...). Selon les substances et les usages (entretien des sols, des surfaces, du matériel médical, blanchisserie...), une partie de ces produits sera rejetée avec les eaux usées du PSA, les autres seront volatilisées ou jetées avec les déchets solides (lingettes, compresses...).

Le travail réalisé ici a donc été, sur la base d'un inventaire des produits utilisés au PSA, de caractériser les substances utilisées, leurs quantités, et de tenter de déterminer les quantités éliminées dans les effluents. L'objectif était double : d'une part caractériser la spécificité éventuelle des effluents du PSA par rapport à des effluents urbains ; et d'autre part, cibler des molécules spécifiques qui, par les quantités utilisées et/ou leur activité biologique, sont susceptibles de présenter un risque pour l'environnement.

5.2. Définitions et rappels

5.2.1. Le bionettoyage

Le bionettoyage est un nettoyage « dont l'objectif est de réduire la quantité de micro-organismes présents sur les surfaces. Il combine un nettoyage classique avec une désinfection. Il se réalise notamment en milieu hospitalier, où les personnes ou les produits sont mis en présence de micro-organismes pathogènes, afin de lutter contre la propagation des maladies nosocomiales » (www.cclinparisnord.org).

De ce fait, le bionettoyage vise « à éviter toute diffusion de microorganismes dans l'environnement ; à protéger à la fois le patient mais aussi les professionnels qui travaillent dans les établissements de santé ; à répondre à la qualité visuelle de l'environnement et donc à la qualité attendue par le patient ; à répondre à la qualité de l'environnement adaptée aux soins qui sont prodigués, en réduisant le niveau du risque infectieux » (www.cclinparisnord.org).

5.2.2. Les biocides

On regroupe sous l'appellation de produits biocides un ensemble de produits destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre, par une action chimique ou biologique (developpement-durable.gouv.fr/produitsbiocides). Les produits désinfectants utilisés à l'hôpital en font donc partie. Les biocides sont régis par le règlement européen (UE) n°528/2012 qui fait suite à la directive européenne 98/8/CE visant à harmoniser la réglementation des États membres de l'Union européenne. Ces produits sont classés en quatre grands groupes, comprenant 22 types de produits différents :

- les désinfectants⁵, types de produits 1 à 5 (ex : désinfectants pour les mains, désinfectants pour l'eau) ; ce sont les produits qui nous concernent ici. Utilisés massivement et quotidiennement par les industriels et les consommateurs, les désinfectants représenteraient un marché mondial de plus de 8 milliards d'euros (www.formule-verte.com).

⁵ Dans le langage courant et pour la réglementation biocides, le terme désinfectant recouvre souvent à la fois les désinfectants au sens strict et les antiseptiques. En terme médical, les désinfectants au sens strict sont destinés aux milieux inertes (instruments, surfaces) ; les antiseptiques aux tissus vivants (peau, muqueuse).

- les produits de protection, types de produits 6 à 13 (ex : produits de protection du bois contre les insectes ou les champignons, produits de protection du cuir, produits de protection des fluides utilisés dans la transformation des métaux) ;
- les produits de lutte contre les nuisibles, types de produits 14 à 20 (rodenticides, insecticides) ;
- les autres produits, types de produits 21 et 22 (ex : peintures antisalissures appliquées sur les bateaux, fluides utilisés dans la taxidermie et la thanatopraxie).

5.2.3 Les tensioactifs

De manière générale, on désigne par détergents tous les produits susceptibles de permettre une opération de nettoyage (Boillot 2008) Leur rôle est de décrocher les salissures. Un des principes actifs des détergents est le tensioactif (ou agent de surface ou surfactant), qui constitue l'essentiel de la partie organique des détergents. Ces tensioactifs sont répartis en 4 grandes familles : anioniques, cationiques, non ioniques et amphotères.

5.3. Matériel et méthodes

5.3.1. Produits consommés et quantités utilisées au PSA en 2013

Les deux entités constituant le PSA (centre hospitalier et clinique) ont gracieusement fourni pour l'année 2013 les listes des produits d'entretien et de bionettoyage utilisés ainsi que les quantités employées. Ces quantités ont été fournies soit en nombre de contenants utilisés soit directement en litres.

5.3.2. Détermination de la composition des produits d'entretien et de bionettoyage

Afin de déterminer les constituants des produits utilisés et leurs proportions, les fiches de sécurité des produits ont été analysées. La fiche de sécurité (FDS) est un document qui fournit « *des informations détaillées sur une substance ou un mélange de substances contenues dans un produit commercialisé qui puissent être utilisables dans les cadres réglementaires de la gestion des produits chimiques dans le milieu de travail* » (www.medecinedutravail.net). Les employeurs et les travailleurs peuvent se servir des FDS comme source d'informations concernant les dangers, y compris les dangers pour l'environnement, ainsi que les mesures de sécurité correspondant à ces dangers. La FDS est composée de 16 rubriques dont notamment la rubrique 3 qui renseigne sur les substances ou mélanges utilisés, et sur les proportions de ces substances.

5.4. Résultats

5.4.1. Considérations préliminaires

1. Les résultats détaillés de l'étude (liste des produits utilisés et quantités, substances contenues dans les produits et proportions, catégories, types de produits pour les substances biocides, numéros CAS sont présentés dans le Tableau B de l'ANNEXE B). Les paragraphes suivants reprennent les familles de substances intéressantes à détailler.
2. **Les FDS ne donnent qu'une information partielle** de la composition d'un produit et notamment des proportions des substances le constituant (Cf. paragraphe 6.6.1.). Ainsi, on ne retrouve pas la concentration exacte d'une substance mais un intervalle : par exemple « entre 5% et 10% ». Dans ces conditions, les quantités des substances ont été calculées de 2 manières : une quantité maximale basée sur la valeur haute de l'intervalle et une quantité minimale basée sur la valeur basse de l'intervalle (Cf. ANNEXES B et D).
3. L'information sur les proportions est donnée sous forme de pourcentages mais il n'est pas précisé s'il s'agit de pourcentage en masse ou en volume (cette précision n'est pas requise dans les FDS ⁶). Pour les calculs, il a été considéré que l'information était donnée en pourcentage massique (ce qui semble le plus probable).

⁶ Pour plus d'informations, se référer au document suivant : INRS (2012). La fiche de données sécurité – Aide-mémoire technique ED 954. <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20954>.

4. Le mode de calcul simple utilisé peut être résumé par l'équation 2 suivante :

$$\text{Quantité} = \text{Qté} \times \text{unités} \times \text{volume} \times \rho \times 100$$

Quantité (Kg) : quantité estimée de substance utilisée au PSA pour une année.

Qté (%) : proportion maximale de substance dans le produit considéré (en %).

unités : unités (flacons, bidons, doses, boîtes...) de produit consommées au PSA sur une année.

Volume (L) : volume de produit contenu par unité (ou le cas échéant, masse de produit en Kg contenue par unité).

ρ : densité du produit (pour convertir en kg les produits dont les quantités sont exprimées en litres).

Équation 2. Détermination des quantités de substances actives (biocides et tensioactifs) dans les produits d'entretien et de bionettoyage utilisés au Pôle de Santé.

- Les résultats présentés dans les paragraphes suivants ont été déterminés sur la base des quantités calculées à partir de la valeur haute de l'intervalle, pour deux raisons : d'une part, cela entraîne moins de perte d'information sur les valeurs numériques (Cf. Tableau B) ; et d'autre part, quelle que soit la valeur utilisée, cela n'entraîne pas de changement majeur dans les résultats et leur interprétation.
- En conséquence, l'ensemble des résultats présentés ici est donc à considérer de manière semi-quantitative.**

5.4.2. Profil général des produits utilisés au PSA

La Figure 18 présente les résultats pour l'ensemble des catégories de substances utilisées au PSA en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage. Quatorze familles de substances ont été identifiées, **la famille majoritaire étant celle des biocides avec 32% des quantités totales utilisées.**

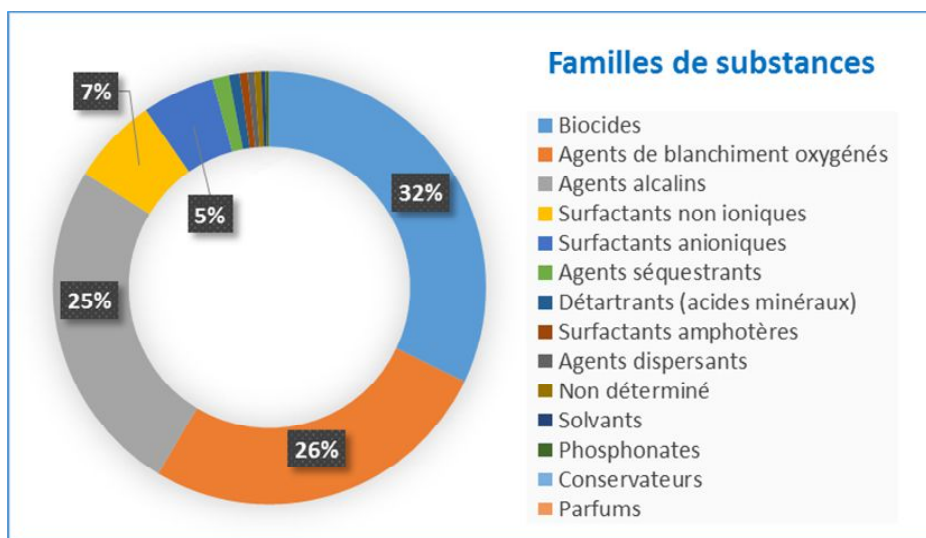


Figure 18. Répartition des familles de substances utilisées au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.

Les seconde et troisième familles les plus représentées sont celles des agents de blanchiment oxygénés et des agents alcalins qui représentent chacune 25% des quantités totales utilisées. Concernant ces deux familles, il est à noter que **près de la totalité des agents de blanchiment et près de 90% des agents alcalins ont pour origine un seul des produits utilisés au PSA** : une lessive en poudre pour le lavage du linge.

La Figure 19 présente les résultats pour les familles de substances hors biocides, agents de blanchiment et agents alcalins. Dans cette configuration, c'est la famille des tensioactifs non ioniques qui arrive en tête avec près de 40% des quantités de substances utilisées (soit 7% des quantités totales), suivie par la famille des tensioactifs anioniques (33% des quantités soit 5% des quantités totales).

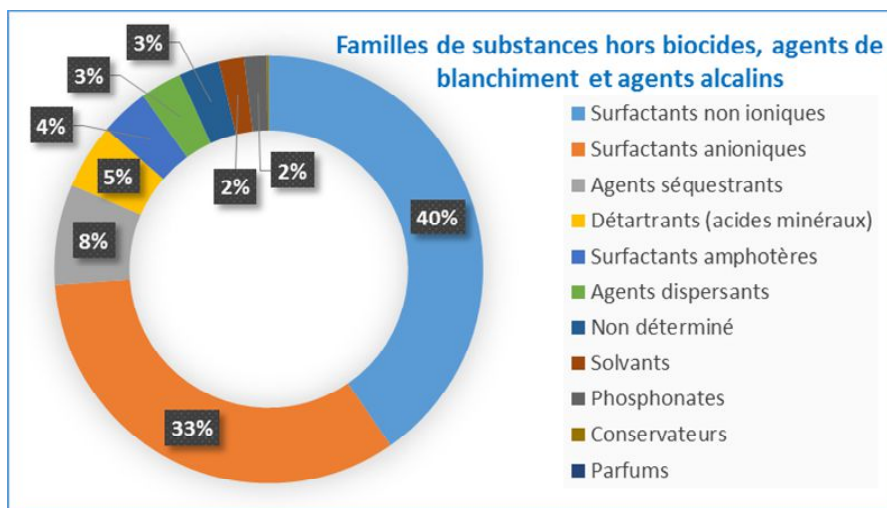


Figure 19. Répartition des familles de substances utilisées au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage, hors biocides, agents de blanchiment oxygénés et alcalins.

Les substances appartenant aux classes des conservateurs et des parfums sont probablement sous-estimées car n'apparaissant pas toujours dans la FDS (Cf. paragraphe 6.6.1.); certaines des substances utilisées comme conservateurs, comme la méthylisothiazolinone, et qui peuvent présenter un intérêt particulier, sont discutées dans le paragraphe 6.4.5.

5.4.3. Profil des substances biocides

Les résultats pour les biocides sont présentés dans le Tableau 13 (pour le détail des substances utilisées), et dans la Figure 20 (pour la répartition par famille). *Dix-neuf molécules sont utilisées que l'on peut répartir en 7 familles.*

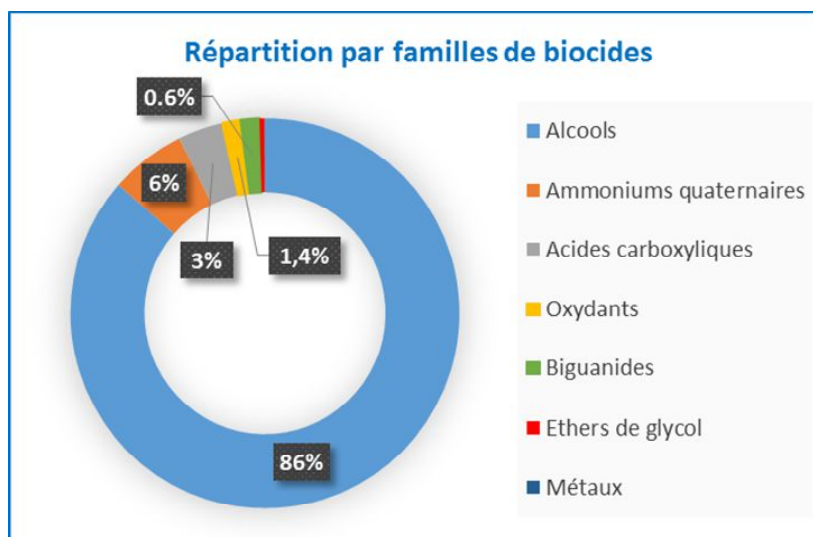


Figure 20. Répartition des familles de biocides au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.

- Les alcools

En association avec l'eau, les alcools peuvent franchir les parois de la cellule et pénétrer dans les bactéries où ils dénaturent les protéines cytoplasmiques et membranaires de la bactérie (Rihn et al., 2001, cité par Boillot 2008).

Les alcools représentent 86% de la quantité totale de biocides utilisés au PSA. Quatre substances sont recensées dont *une largement majoritaire : l'éthanol (82% des quantités*

d'alcools utilisées), suivi par le propane-2-ol ou isopropanol (4.5% des alcools). L'éthanol est également la substance majoritairement employée au PSA, toutes classes confondues (26% des quantités totales). *Une proportion très importante de ces 2 biocides est utilisée sous forme de gels hydro alcooliques* pour le nettoyage des mains (respectivement 96% et 44% pour l'éthanol et le propane-2-ol) ; seule une fraction des quantités utilisées de ces alcools est donc susceptible de se retrouver éliminée avec les rejets liquides du PSA.

Les alcools sont considérés comme biodégradables et sont bien éliminés (rendement d'élimination supérieur à 80%) dans les STEP.

Tableau 13. Quantités totales de substances biocides utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2013.

Substance	N° CAS	N° TP	Classe	Quantité utilisée max (Kg, année 2013)	Proportion (%)
Ethanol	64-17-5	TP 1-2-4	Alcool	4761.9	81.6
Chlorure de didécylidiméthylammonium	7173-51-5	TP 1-2-3-4	Ammonium IV ^{aire}	261.7	4.4
Propane-2-ol	67-63-0	TP 1-2	Alcool	258.5	4.5
Acide lactique	79-33-4	TP 2-3-4	Acide carboxylique	181.2	3.1
Chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethyl ammonium	85736-63-6	TP 1-2-3-4	Ammonium IV ^{aire}	96.9	1.7
Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	Biguanide	80.6	1.4
Peroxyde d'hydrogène	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	Oxydant	79.4	1.4
Acide citrique	5949-29-1	TP 1	Acide carboxylique	27.9	0.5
2-phenoxyethanol	122-99-6	TP 1-2-4	Ether de glycol	27.5	0.5
Propane-1-ol	71-23-8	TP 1-2-4	Alcool	17.1	0.3
Acide peracétique	79-21-0	TP 1-2-3-4-5	Oxydant	11.3	0.2
Chlorure de benzalkonium	8001-54-5	TP 1-2-3-4	Ammonium IV ^{aire}	10.2	0.2
Gluconate de chlorhexidine	18472-51-0	TP 1-2-3	Biguanide	9.5	0.2
Acide octanoïque	124-07-2	TP 4	Acide carboxylique	5.6	0.1
Acide peroxyotcanoïque	33734-57-5	TP 1-2-3-4-5	Oxydant	5.6	0.1
Acide glycolique	79-14-1	TP 2-3-4	Acide carboxylique	2	0.03
Sulfate de cuivre	7758-98-7	TP 2	Métal	1.7	0.03
Didecylmethylpoly(oxethyl) ammonium propionate	94667-33-1	TP 1-2-3-4	Ammonium IV ^{aire}	0.22	0.004
Quaternary ammoniums, benzyl-C12-14-alkyldimethyl	85409-22-9	TP 1-2-3-4	Ammonium IV ^{aire}	0.078	0.001
TOTAL				5838.9	

TP : type de produit (pour la classification des substances biocides) selon le règlement européen (UE) n°528/2012 ; Ammonium IV^{aire} : ammonium quaternaire.

- Les ammoniums quaternaires

Les ammoniums quaternaires (NR⁴⁺) sont très utilisés pour leurs propriétés biocides. Ils ont à la fois un pouvoir détergent et un pouvoir désinfectant. Ils se lient aux groupes phosphates et aux chaînes d'acides gras des lipides de la membrane cellulaire et altèrent ainsi les membranes (Russell et Hugo, 2004, cité par Boillot 2008). Ces tensioactifs cationiques sont principalement utilisés pour leurs propriétés fongicides et bactéricides irréversibles que leur confère leur caractère nitré.

Au PSA, deux principaux composés sont retrouvés : le chlorure de didécylidiméthylammonium (DIDAC), et le chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethylammonium. *Au PSA, le DIDAC est l'ammonium quaternaire le plus utilisé en 2013 (71% de la quantité totale d'ammoniums quaternaires utilisés), et représente un peu plus de 4% de la quantité totale de biocides.*

L'utilisation majoritaire des ammoniums quaternaires porte sur le nettoyage des surfaces et du matériel médical. Le nettoyage des surfaces à l'aide des produits contenant des ammoniums quaternaires ne requérant pas nécessairement de rinçage, seule une partie de ces substances est susceptible dans les effluents du PSA.

Les ammoniums quaternaires ne sont pas spécifiques aux établissements de soin et sont massivement utilisés que ce soit au niveau domestique dans de nombreux produits de soins personnels (Zhang et al., 2015) ou industriel. **Les usages industriel et domestique de produits contenant des ammoniums quaternaires sont ainsi la principale source de leur présence dans les STEP** (Clara et al, 2007 ; Li et al., 2014, cités par Zhang 2015). Les rejets hospitaliers, comme les eaux usées de blanchisserie (Kümmerer et al., 1997; Kreuzinger et al., 2007), et les eaux de ruissellement de toitures (Van de Voorde et al., 2012) représentent des sources ponctuelles locales d'ammoniums quaternaires.

Les ammoniums quaternaires atteignent les STEP dans des quantités importantes. Ils sont généralement considérés comme bien éliminés dans les STEP à boues activées (voir Zhang et al., 2015 pour revue) : des rendements d'élimination supérieurs à 90% ont été obtenus pour certains ammoniums (Clara et al, 2007 ; Kreuzinger et al, 2007). Cependant, cette élimination serait plutôt liée à une adsorption de ces substances sur les boues qu'à une biodégradation. Malgré cette forte élimination, on peut les retrouver dans les eaux de surface.

En général, les niveaux de contamination dans les eaux usées brutes sont dans la gamme de $\mu\text{g.L}^{-1}$ au mg.L^{-1} , et dans la gamme de $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour les eaux de surface ; dans les boues de STEP, les concentrations d'ammoniums quaternaires peuvent atteindre le mg/kg (poids sec) ; enfin, dans les sédiments (continentaux et marins), on les retrouve à des teneurs de l'ordre du $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (Voir Zhang et al., 2015 pour une revue détaillée).

- **Les acides**

Les acides carboxyliques arrivent en troisième position des biocides et représentent 3.3% des quantités utilisées. Les acides organiques tels que l'acide lactique ou l'acide citrique sont utilisés depuis longtemps pour leur activité biocide. L'acide lactique, par exemple, est utilisé depuis de nombreuses années pour nettoyer l'atmosphère (Genin 1960) ou encore pour réduire la contamination microbologique de surface des carcasses de bovins à l'abattoir (www.senat.fr). Les acides organiques sont des substances qui sont rapidement biodégradées. L'aspect biodégradable et biocompatible de ces substances est aujourd'hui avancé par les fournisseurs de produits biocides contenant ces substances.

- **Les agents oxydants**

Les agents oxydants représentent 1.4% des biocides en termes de quantité ; toutefois ces substances ont souvent une toxicité supérieure aux autres substances étudiées ici et sont spécifiquement utilisées dans le cadre des opérations de bionettoyage pour la désinfection du matériel chirurgical et opératoire.

Le peroxyde d'hydrogène est un agent oxydant qui a connu une croissance importante lors des deux dernières décennies. L'utilisation du peroxyde d'hydrogène reste importante dans l'industrie papetière mais ses utilisations sont devenues multiples : utilisation dans l'industrie chimique (synthèse des composés epoxy, acides péraécides, persulfates, peroxydes organiques, polymères, polyuréthanes...), utilisation dans l'agriculture (comme agent nettoyant), utilisation dans l'assainissement des eaux usées, utilisation dans l'industrie pharmaceutique (pour les synthèses), utilisation dans de nombreux secteurs comme désinfectant (TP 1 à 6) :

- dans l'industrie de la blanchisserie ;
- dans l'industrie des boissons (nettoyage des bouteilles en verre) ;
- dans le milieu hospitalier (par exemple en mélange avec acide péraécétique) ;
- dans l'industrie du traitement de l'eau de piscines comme algicide (en remplacement des produits chlorés).

Les quantités de peroxyde d'hydrogène utilisées au PSA sont probablement sous-évaluées : le peroxyde d'hydrogène est souvent généré de manière extemporanée (c'est-à-dire juste au moment de son utilisation), souvent au moment de la mise en solution d'agents de blanchiment oxygénés (comme le percarbonate de sodium) utilisés dans les lessives.

Le peroxyde d'hydrogène se dégrade rapidement en eau et en oxygène.

L'acide peracétique (APA) est très largement utilisé dans les hôpitaux où il a remplacé le glutaraldéhyde car nécessitant moins de précautions d'utilisation que ce dernier. Il est également utilisé dans l'industrie agroalimentaire, du textile et du papier ou encore pour la désinfection des eaux traitées. L'APA n'existe pratiquement pas à l'état pur et se présente sous forme de solution aqueuse en mélange avec l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène (Bonnard et al., 2001). C'est un oxydant fort qui agit en détruisant les protéines structurales et enzymatiques des cellules microbiennes. **C'est un puissant biocide, capable d'engendrer des impacts biologiques non négligeables. Néanmoins, il ne semble pas poser de problème d'un point de vue environnemental du fait de sa biodégradation rapide en acide acétique (peu toxique et lui aussi facilement dégradable) et en peroxyde d'hydrogène qui se décompose aisément.** Il n'a de fait jamais été détecté dans l'environnement (Boillot 2008). **Les quantités d'APA utilisés au PSA sont très probablement sous estimées** : certains produits utilisés au PSA sous forme poudre génèrent de l'APA de manière extemporanée au moment de leur mise en solution (ANNEXE E).

- Les biguanides

Les biguanides représentent la cinquième classe de biocides utilisés au PSA avec 0.65% des quantités. Les biguanides sont représentés par 2 substances : le chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide (majoritaire avec 77% des quantités) et le gluconate de chlorhexidine. Ces deux substances sont notamment utilisées pour le nettoyage et la désinfection du matériel médical.

Le chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide (PHMB) ou polyhexanide est un biocide non oxydant cationique ayant un large spectre antimicrobien. Il est bactériostatique à de faibles concentrations de l'ordre de 1 à 10 mg.L⁻¹. Il est utilisé comme substance active en tant que produits biocides dans les catégories désinfectants (TP 1 à 5) et produits de protection (TP 6 et TP 9) selon le règlement 528/212/UE. Cette substance active est utilisée dans des cosmétiques, des antiseptiques, des solutions hydro-alcooliques, des pansements... Cependant, on estime que la grande majorité du PHMB commercialisé (environ 95%) est utilisé pour le traitement de l'eau de piscine (Mogoa 2004) où il remplace les halogénés avec lesquels il est totalement incompatible. Nous n'avons pas retrouvé de données sur la présence de cette substance dans les eaux usées et en STEP. Une étude (Lucas, 2011) rapporte que le PHMB se fixerait rapidement aux sédiments.

Le gluconate de chlorhexidine a été détaillé dans la partie de ce livrable consacrée aux médicaments (Paragraphe 3.3.4.).

5.4.4. Profil des tensioactifs

Un des principaux composants des produits détergents (produits susceptibles de permettre une opération de nettoyage) est le tensioactif (ou agent de surface ou surfactant), qui constitue l'essentiel de la partie organique des détergents. Ces tensioactifs sont répartis en 4 grandes familles : anioniques, non ioniques, cationiques et amphotères. Les résultats pour les familles de tensioactifs utilisés au PSA sont présentés dans la Figure 21 et le Tableau 14.

Les **tensioactifs non-ioniques** représentent la principale classe de tensioactifs utilisés au PSA (45% des quantités). Cette famille de tensioactifs, de structure générale R-O-CH₂-(CH₂-O-CH₂)_n-1-CH₂OH, regroupe entre autres : les alcools alkoxylés, les alkyls polyglucosides, les alkanolamides non sulfatés et les acides gras éthoxylés. Vingt-cinq molécules sont utilisées au PSA dont la grande majorité est constituée d'alcools éthoxylés. Il est à noter qu'une fraction importante de cette famille (67%) provient d'un seul produit : une lessive pour le lavage du linge.

Les **tensioactifs anioniques** représentent la seconde classe de tensioactifs utilisés au PSA (37% des quantités). Dix substances différentes sont utilisées parmi lesquelles les dérivés de l'acide benzène sulfonique (LAS) sont largement majoritaires (plus de 80% des quantités), ce qui fait des LAS les tensioactifs parmi les plus utilisés au PSA (ce qui est cohérent avec le très large usage des LAS, Cf. paragraphe 6.3.2.). Les tensioactifs anioniques sont généralement des détergents d'origine naturelle tels que les savons (R-COO-M) et les sels d'acides gras. Cette classe de tensioactifs possède un pouvoir détersif important et sont de bons agents de solubilisation. Les tensioactifs anioniques présentent une faible activité bactériostatique réversible (Boillot 2008).

Tableau 14. Familles et quantités de tensioactifs utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon (année 2013).

Substance	N° CAS	Classe	Quantités utilisées (kg, année 2013)
Alcohols, C12-15-branched and linear, ethoxylated	106232-83-1	Tensioactifs non ioniques	400
Trideceth 12 (Alcohols, C11-14-iso-, C13-rich, ethoxylated)	78330-21-9		400
<i>Non déterminé</i>	ND		59.176
Amines, C12-14 (even numbered)-alkyldimethyl, N-oxides	308062-28-4		56.65625
Alcohols, C12-15-branched and linear, ethoxylated propoxylated	120313-48-6		47.4
D-Glucopyranose, oligomeric, decyl octyl glycosides	68515-73-1		28.4
D-Glucopyranose, oligomeric, C10-16-alkyl glycosides	110615-47-9		28
Alcools éthoxylés	ND		28
Alcohols, C13-15-branched and linear, butoxylated ethoxylated	111905-53-4		27.54
Alcohols, C12-18, ethoxylated propoxylated	69227-21-0		23.97
Ethoxylate d'isotridécanol	69011-36-5		20.12
Capryleth-7 carboxylic acid	53563-70-5		16
C12-14 pareth-12 (Alcohols, C12-14, ethoxylated)	68439-50-9		13.75
Ethanolamine	141-43-5		13.75
Mélange d'alkylpolyglucosides	ND		6.8544
Oxyde d'alkylamine (Amines, C12-18-alkyldimethyl, N-oxides)	68955-55-5		4
Alcohols, C12-15, ethoxylated propoxylated	68551-13-3		4
Alcohols, C9-11-branched and linear, butoxylated ethoxylated	111905-52-3		3.75
Alcohols, C13-15-branched and linear, ethoxylated	157627-86-6		2.75
Alcohols, C12-18, ethoxylated	68213-23-0		2.575
Oxyde d'alkylamine (N,N-Dimethyl-1-tetradecanamine-N-oxide)	3332-27-2		1.6
Oxanol KD 6 (Alcohols, C8-10, ethoxylated)	26183-52-8		1.04
N,N-Dimethyldecylamine N-oxide	2605-79-0		0.4
C14-15 Pareth-7 (Alcohols, C14-15, ethoxylated)	68951-67-7		0.36
Alcools gras éthoxylés	ND		ND
Acide benzènesulfonique et dérivés alkylés	68411-30-3		Tensioactifs anioniques
Dodécylbenzènesulfonate de sodium	25155-30-0	321.36	
Étasulfate de sodium	126-92-1	94.8	
Lauryléther sulfate de sodium et dérivés éthoxylés	68891-38-3	87.09	
<i>Non déterminé</i>	ND	29.988	
(9-Octadecenoic acid (9Z)-, sulfonated, potassium salts)	68609-93-8	22.6	
Lauryl sulfate de sodium (Sodium dodecyl sulfate)	68385-34-2	17.136	
Docusate de sodium	577-11-7	6.75	
Poly(oxy-1,2-ethanediyl), alpha-(C8-10) alkyl-omega-hydroxy, phosphate	68130-47-2	2	
Acide carboxylique alkyl éther	105391-15-9	2	
Chlorure de didécylidiméthylammonium	7173-51-5	Tensioactifs cationiques	261.7
Chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethyl ammonium	85736-63-6		96.9
Chlorure de benzalkonium	8001-54-5		10.2
Didecylmethylpoly(oxethyl) ammonium propionate	94667-33-1		0.22
Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkyldimethyl, chlorides	85409-22-9		0.078
Lauramine oxide (1-Dodecanamine, N,N-dimethyl-, N-oxide)	1643-20-5	Tensioactifs amphotères	88.29
Laurylamine dipropylenediamine	2372-82-9		19.24
N-lauryl-B-iminodipropionate de sodium	14960-06-6		0.88

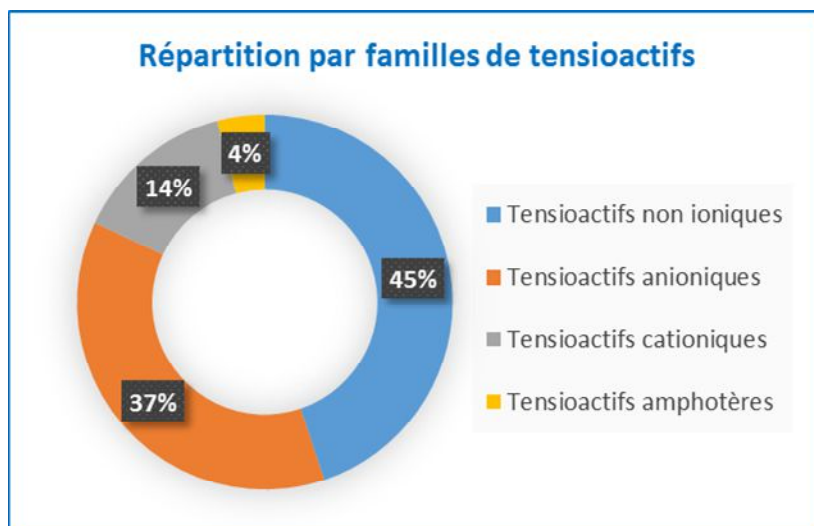


Figure 21. Répartition des familles de tensioactifs au Pôle de Santé en 2013 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.

Les *tensioactifs cationiques* arrivent en troisième position et représentent 14% des quantités de tensioactifs utilisées au PSA. Ils sont utilisés pour leurs propriétés biocides plutôt que pour leurs propriétés tensioactives (Cf. paragraphe précédent).

Le dernier groupe, minoritaire (4% des quantités de tensioactifs) est constitué par 3 composés appartenant à la famille des *tensioactifs amphotères*. Ces derniers possèdent une partie hydrophile qui s'ionise différemment selon le pH du milieu. En raison de leur coût élevé, cette classe de tensioactifs reste marginale (Lavoué et al., 2002 ; cité par Boillot 2008), ce qui semble confirmé ici.

Remarques : les données des FDS étant incomplètes, il n'a pu être retrouvé, pour certains produits, le nom du tensioactif employé mais seulement sa famille.

5.4.5. Autres composés

- Méthylisothiazolinone (MIT) et chlorométhylisothiazolinone (CMIT)

Ces deux molécules sont retrouvées comme conservateurs dans certains produits utilisés au PSA. Elles n'apparaissent pas dans la rubrique 3 des FDS mais dans la 15 (ANNEXE D) ; cela peut-être lié au fait que les concentrations utilisées sont inférieures à 0.01% ou au fait qu'elles sont utilisées comme conservateurs (TP 6 des biocides).

La MIT et la CMIT étaient en cours de réévaluation en 2016 dans le cadre du règlement « Biocides ». Ces deux substances appartiennent à la famille des isothiazolinones. Cette famille est constituée de plusieurs congénères dont 6 au moins sont utilisés pour leurs propriétés antimicrobiennes :

- méthylisothiazolinone (MIT) ;
- chlorométhylisothiazolinone (CMIT) ;
- benzisothiazolinone (BIT) ;
- octylisothiazolinone (OIT) ;
- dichlorooctylisothiazolinone (DCOIT) ;
- butylbenzisothiazolinone (BBIT), beaucoup moins utilisée que les précédentes.

Les isothiazolinones dont la MIT ne sont pas spécifiques des effluents hospitaliers : elles ont des applications diverses contre les bactéries, champignons et algues dans les systèmes de refroidissement, tours de réfrigération, papeterie, l'extraction de pétrole et la préservation du bois. Elles sont également utilisées dans les peintures, les antifouling et les vernis (ANSES 2016). Enfin, elles sont utilisées comme conservateurs dans de nombreux produits de soins corporels (où elles ont remplacé les parabènes) et lessives. A titre d'exemple, le mélange de MIT et de CMIT par exemple, parfois nommé sous l'appellation d'isothiazolinone est un agent conservateur utilisé dans les produits cosmétiques tels que les shampoings et soins pour cheveux.

Une récente étude (Wieck et al., 2016) recensant les biocides utilisés dans les foyers domestiques rapporte que la MIT a été retrouvée dans une centaine de produits de soin et environ 400 agents de nettoyage (lessive, vaisselle...); par exemple, le mélange MIT/BIT (benzisothiazolinone) était ces dernières années de plus en plus utilisé en tant que conservateur (ANSES 2016). On retrouve également la MIT dans de nombreuses formulations de peintures en phase aqueuse où elle a remplacé le formaldéhyde.

Au niveau toxicologique, la MIT est reconnue comme substance sensibilisante cutanée : depuis 2012, en France et dans d'autres pays de l'union européenne, il a été constaté une augmentation constante du nombre de patients sensibilisés à la MIT (ANSES 2016). Un rapport de l'ANSES (ANSES 2016) envisageait comme alternative, en raison des propriétés sensibilisantes de la MIT, le recours à d'autres conservateurs, en particulier les substances autorisées dans le cadre du TP6 du règlement « Biocides » ou d'autres isothiazolinones. Toutefois, ce même rapport indiquait que, concernant les substances inscrites en TP6, elles ne sont pas de parfaites candidates à la substitution de la MIT en raison de leur toxicité humaine et environnementale ou de leurs propriétés physico-chimiques : « *Le recours à ces substances pourrait engendrer un déplacement de risques et il conviendrait d'initier de nouvelles recherches sur des conservateurs ou des systèmes innovants* » (ANSES 2016).

La MIT a été réévaluée et est interdite depuis 2016 dans les produits « non-rincés ». La commission européenne prévoit d'en abaisser les concentrations autorisées.

- Acide étidronique

L'acide étidronique présente un caractère plus anecdotique, toutefois il est intéressant de noter que cette substance qui appartient à la famille des phosphonates, est utilisée à la fois dans la formulation de produits d'entretien (pour le lavage de la vaisselle) et comme médicament dans les traitements anti-ostéoporose.

5.5. Evolution des consommations en biocides entre 2013 et 2017

Comme pour les médicaments, compte-tenu de la durée du projet **REMPAR**, il a été possible de réaliser un suivi des consommations des produits d'entretien et de bionettoyage au niveau du PSA pour les années 2016 et 2017 afin d'en mesurer l'évolution de ces dernières. Ce travail s'est focalisé sur les biocides uniquement.

Les résultats sont détaillés dans l'ANNEXE B et ; ils sont présentés dans le Tableau 15 pour le détail des substances utilisées, et dans la Figure 22 pour la répartition par familles de biocides. **Treize molécules sont utilisées que l'on peut répartir en 6 familles.**

Par rapport à 2013, on note la disparition des éthers de glycol et des métaux (déjà d'un usage marginal en 2013), et l'apparition des isothiazolinones (Cf. paragraphe 5.4.5.), ce qui est lié pour ces dernières à l'évolution de la réglementation. On observe également une **diminution importante des quantités utilisées de biocides entre 2013 et 2017 avec des quantités divisées par 2.5. Cette diminution concerne principalement l'éthanol (dont les quantités estimées sont passées de 4700 à 1770 kg), le chlorure de didecyldiméthylammonium, et enfin le PHMB qui n'est plus utilisé.**

Pour l'éthanol, cette baisse vient d'une diminution notable de l'utilisation des gels hydroalcooliques. Pour le chlorure de didecyldiméthylammonium, ceci vient de la moindre utilisation de certains produits le contenant, notamment les lingettes imprégnées.

Nonobstant ces diminutions, on ne note que peu de différences entre les profils de 2013 et de 2017, l'éthanol restant largement prédominant avec 80% des quantités totales de biocides utilisées. Les autres familles, si elles voient leur classement changer par rapport à 2013, restent dans des proportions du même ordre de grandeur. Seuls les oxydants montrent un réel changement avec des quantités qui passent de 1.4 à 7%, avec une augmentation des quantités de produits utilisant de l'acide peracétique. Il reste toutefois une incertitude sur les quantités réelles car certains des produits utilisés en 2013 (comme en 2017) génèrent de l'acide peracétique au moment de leur mise en solution, ce composé n'apparaît donc pas dans la FDS.

Tableau 15. Quantités totales de substances biocides utilisées au Pôle de Santé d'Arcachon pour l'année 2017.

Substance	N° CAS	Classe	Quantité utilisée max (Kg, année 2017)	Proportion (%)
Ethanol	64-17-5	Alcool	1773.7	73.1
Propane-2-ol	67-63-0	Alcool	174.9	7.2
Acide lactique	79-33-4	Acide carboxylique	124.4	5.1
Chlorure de didécyl diméthyl ammonium	7173-51-5	Ammonium IVaire	105.6	4.4
Peroxyde d'hydrogène	7722-84-1	Oxydant	100.8	4.2
Hypochlorite de sodium	7681-52-9	Oxydant	36.2	1.5
Acide peracétique	79-21-0	Oxydant	34.4	1.4
Acide citrique	5949-29-1	Acide carboxylique	30.4	1.3
Acide glycolique	79-14-1	Acide carboxylique	17.1	0.7
N-(2-hydroxyethyl)-N,N-dimethyl alkyl-C12-14-(even numbered)-1-aminium chloride		Ammonium IVaire	16.1	0.7
Gluconate de chlorhexidine	18472-51-0	Biguanide	6.8	0.3
MIT + CMIT (mélange Kathon 886)	8001-54-5	Isothiazolinone	5.7	0.2
Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkyldimethyl, chlorides	85409-22-9	Ammonium IVaire	0.2	0.0
TOTAL			2426.4	

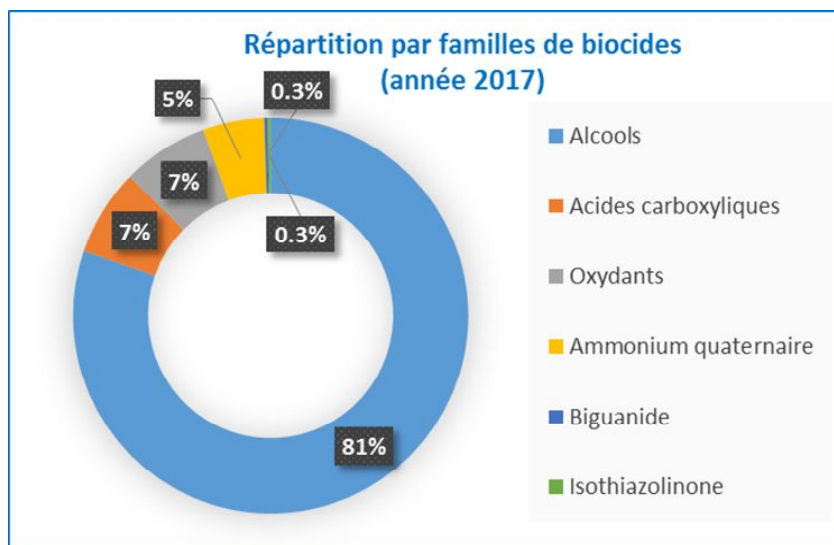


Figure 22. Répartition par familles de biocides au Pôle de Santé en 2017 dans les produits d'entretien et de bionettoyage.

5.6. Discussion et conclusion

5.6.1. Les FDS, des données incomplètes

L'information présente dans les FDS n'est pas complète et souvent différente de celle détaillant de la composition des produits (Cf. ANNEXES D et E) ; l'exercice de recensement des substances utilisées dans les produits détergents et de bionettoyage ne peut donc être exhaustif. En effet, les FDS indiquent uniquement les produits ou mélanges considérés comme dangereux (substances répondant aux critères de classification de substances dangereuses conformément au règlement (CE) 1272/2008 (CLP) ou de mélanges répondant aux critères de classification de mélanges dangereux conformément à la directive 1999/45/CE. Ainsi, en fonction de l'évolution de

la réglementation, des substances comme la MIT et la CMIT n'apparaissent pas dans la rubrique 3 des FDS jusqu'en 2016, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

De plus, comme décrit précédemment, il n'est pas possible de déterminer de manière précise les quantités de substances utilisées, celles-ci n'étant pas données de manière précise (ANNEXE D).

Enfin, les substances dont les concentrations sont inférieures à 0.1% n'ont, semble-t-il pas, d'obligation d'inscription à la FDS.

5.6.2. Des fortes incertitudes pour l'estimation des concentrations dans les effluents du PSA

Sur la base des informations présentées dans ce livrable, il n'est pas possible d'estimer de manière satisfaisante les concentrations en biocides et en tensioactifs (ou de toute autre substance utilisée dans les produits d'entretien ou de bionettoyage) dans les effluents du PSA : les biais sont trop nombreux. D'une part, il existe de fortes incertitudes sur les quantités de substances réellement utilisées, liée à l'information incomplète donnée par les FDS ; et d'autre part, les diverses utilisations et moyens d'application de ces produits (lingettes, lessives, sprays pour surfaces, produits d'entretien utilisés par autolaveuse) rendent hasardeuse toute tentative de déterminer des concentrations précises dans les rejets du PSA.

La seule démarche envisageable à ce stade est de se baser sur un scénario de pire cas, prenant en compte les valeurs maximales données par les FDS et de considérer que la totalité des substances se retrouve dans les effluents du PSA.

Enfin, l'enquête n'a porté ici que sur les produits d'entretien et de bionettoyage, toutefois, on va également *retrouver des tensioactifs dans la formulation de médicaments* (solutions de lavage externe et antiseptiques notamment) mais aussi de nombreux cosmétiques utilisés par les patients et le personnel et qui ne peuvent être pris en compte.

5.6.3. Quelle spécificité des effluents du PSA pour les biocides et les détergents ?

5.6.3.1. Biocides

Les effluents du PSA ne présentent pas de profil qualitatif spécifique en termes de biocides. Tous sont utilisés dans différents usages domestiques ou industriels et les rejets hospitaliers n'émergent pas comme la source principale de ces substances.

D'un point de vue quantitatif, il n'est pas possible de conclure à la présence de biocides en concentrations plus élevées dans les rejets du PSA que dans eaux usées urbaines. Cet aspect pourrait être vérifié ; pour ce faire, le chlorure de didécylméthylammonium semble être un bon candidat.

5.6.3.2. Tensioactifs

Les effluents du PSA ne semblent pas présenter de profil spécifique en termes de tensioactifs. Cette observation est confirmée par des analyses réalisées dans les rejets du PSA et les eaux usées brutes urbaines (Cf. chapitre suivant).

5.6.3.3. Traceurs d'un usage hospitalier

Il n'est pas possible, sur la base des résultats présentés ici, de proposer quelques molécules susceptibles d'être spécifiques ou présentes en plus grandes quantités dans les effluents hospitaliers. *D'un point de vue traceur, il n'y a donc a priori pas de molécule qui puisse ressortir comme traceur spécifique des effluents du PSA.*

5.7. Synthèse : ce qu'il faut retenir sur les produits d'entretien et de bionettoyage utilisés au Pôle de Santé

En termes profil pour les substances biocides :

- *Sur un plan quantitatif, les alcools restent les biocides les plus utilisés (80% des biocides). L'éthanol est le produit le plus représenté ; ceci est notamment lié à leur emploi dans la formulation de gels hydro alcooliques pour le nettoyage des mains.*

- *Les acides carboxyliques et les agents oxydants arrivent en seconde position avec environ 7 % des quantités totales de biocides.*
- *Les ammoniums quaternaires arrivent en quatrième position et représentent 5% des biocides utilisés. Le chlorure de didécyldiméthylammonium est le représentant majoritaire de cette classe (85%).*
- *Les résultats de l'enquête montrent une diminution des quantités de biocides utilisés au PSA entre 2013 et 2017. Cette diminution porte notamment sur l'éthanol, le chlorure de didecyldiméthylammonium et le chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide.*
- *Il n'est pas possible d'estimer précisément des concentrations en biocides dans les rejets du Pôle de Santé car les données des fiches de sécurité sont incomplètes.*

En termes de spécificité par rapport aux effluents urbains pour les biocides :

- *Les effluents du PSA ne présentent pas de profil qualitatif spécifique en termes de biocides : les substances utilisées n'étant pas dédiées à usage hospitalier.*

En termes de spécificité par rapport aux effluents urbains pour les tensioactifs :

- *Les effluents du PSA ne présentent pas de profil spécifique en termes de tensioactifs.*

En termes de substances traceurs de l'activité du PSA :

- *Compte-tenu de la non-spécificité des substances utilisées au PSA, il n'est pas possible de déterminer un traceur parmi les substances identifiées dans cette étude.*

En termes de voie d'entrée des biocides et des tensioactifs sur le réseau d'assainissement :

- *Comme pour les médicaments, et mêmes si des substances s'avéraient présentes en plus fortes concentrations que dans les eaux usées brutes urbaines, les rejets du PSA ne représentent, à l'heure actuelle, pas une entrée importante dans le réseau d'assainissement en raison de leurs faibles volumes relativement aux effluents urbains.*

6. Tensioactifs - Analyses chimiques des effluents du Pôle de Santé et comparaison avec les effluents urbains

6.1. Objectifs

L'objectif des campagnes réalisées était de comparer les profils en tensioactifs des rejets du PSA avec les rejets urbains (en particulier ceux de la STEP de La Teste de Buch).

6.2. Matériel et méthodes

6.2.1. Choix des molécules et des paramètres

Les tensioactifs suivis dans **REMPAR** sont les mêmes que ceux suivis dans les projets SIPIBEL⁷ et RILACT, de manière à pouvoir réaliser une comparaison des résultats obtenus entre les projets. Deux grands « groupes » de tensioactifs ont été suivis, les grandes familles de tensioactifs d'une part, et des molécules analysées spécifiquement dans le cadre de SIPIBEL-RILACT d'autre part.

6.2.1.1. Grandes familles

Les 3 principales familles de détergents : anioniques, non ioniques et cationiques, ont été suivies.

6.2.1.2. Détergents du projet RILACT

Seize molécules spécifiquement suivies dans le projet SIPIBEL-RILACT ont également été analysées : benzotriazole (agent anti-corrosif), BDDAC (Chlorure de didecyldiméthylammonium, tensioactif cationique), BDTAC (chlorure de benzyldiméthyltetradecyl ammonium, tensioactif cationique), Stepanquat GA 90, Lauryl pyridinium, Incromine SD (tensioactifs cationiques), sodium 2-ethylhexyl sulfate, sodium dodecyl sulfate, LAS C10, LAS C11, LAS C12, LAS C13, Texapon N 701 S (tensioactifs anioniques), Comperlan 100, Triton X100 (tensioactifs non ioniques), Cetyl Betaïne (tensioactif zwitterionique).

6.2.2. Campagnes réalisées

Trois prélèvements (moyennés 24h) ont été réalisés : le 20 décembre 2016 et les 11 et 12 juillet 2017.

6.2.3. Prélèvement des échantillons

Les méthodes de prélèvement sont les mêmes que celles décrites dans le paragraphe 4.2.2.

6.2.4. Stockage et transfert des échantillons

6.2.4.1. Grandes familles

Pour l'analyse des familles de détergents, après homogénéisation manuelle de l'échantillon moyen, des aliquotes sont prélevées selon la spécification du laboratoire sous-traitant les analyses (Eurofins SAS Est). Les échantillons sont ensuite envoyés le jour-même dans des glacières réfrigérées pour une livraison le lendemain matin.

6.2.4.2. Détergents du projet RILACT

Pour l'analyse des détergents spécifiques, 2 litres sont prélevés dans des flacons en verre après homogénéisation manuelle de l'échantillon moyen. Les échantillons sont ensuite envoyés le jour-même dans des glacières réfrigérées par transporteur à l'Institut des Sciences Analytiques (ISA, UMR CNRS 5280) de Lyon pour une livraison le lendemain matin.

⁷ www.sipibel.org ; www.onema.fr/sites/default/files/pdf/Fiches-RILACT-web.pdf

6.2.5. Préparation de l'échantillon

6.2.5.1. Grandes familles

La préparation de l'échantillon n'est pas indiquée dans les résultats d'analyse d'Eurofins. Les échantillons réalisés lors de la campagne de 2016 ont été congelés avant analyse. L'échantillon est filtré dans le cas des tensioactifs cationiques ; pour les deux autres familles, l'échantillon n'est normalement pas filtré mais cela peut arriver si l'échantillon est trop chargé en matières en suspension.

6.2.5.2. Détergents du projet RILACT

La totalité de l'échantillon est filtré à 0,7 µm dès sa réception ; la quantité déposée sur le filtre est pesée. Les fractions dissoute et particulaire sont traitées séparément. Des matrices synthétiques sont utilisées pour la quantification, après dopage avec les détergents recherchés.

La fraction dissoute est préconcentrée par SPE (Solid-phase extraction) puis analysés par LC-MS/MS. Les préconcentrations ont été réalisées sur un extracteur automatique de la marque Caliper nommé AutoTrace avec les conditions suivantes :

- cartouche : Cunax2, 3 mL, 200 mg ;
- volume extrait: 100 mL ;
- conditionnement au méthanol, puis eau pure puis au tampon phosphate ;
- chargement de l'échantillon puis rinçage avec du tampon phosphate ;
- élution avec de l'acétonitrile puis un mélange d'acétonitrile et d'ammoniaque ;
- récupération de l'éluat puis évaporation de l'extrait puis reprise du résidu par 1 mL du mélange eau/acétonitrile (35/65).

Pour la fraction particulaire lyophilisée puis broyée, l'extraction est dérivée de la méthode dite QuEChERS, c'est-à-dire une extraction au solvant (10 mL d'acétonitrile en présence de 6 mL d'eau et 3 mL d'heptane) assistée par des sels (tampon citrate composé de 1 g de citrate de sodium, 0,5 g de citrate d'hydrogène disodique sesquihydraté et 4 g de sulfate de magnésium anhydre). Cette première étape d'extraction est suivie d'une acidification à l'acide sulfurique concentré. L'extrait est transféré dans 150 mL d'eau dé-ionisée et soumis à une purification selon le protocole décrit pour la fraction dissoute.

6.2.6. Protocole analytique

6.2.6.1. Grandes familles

Les échantillons sont analysés comme suit :

- Pour les tensioactifs cationiques, l'analyse est réalisée par Eurofins Hydrologie SAS par spectrophotométrie UV/visible selon une méthode interne.
- Pour les tensioactifs non ioniques, les analyses sont sous traitées à Eurofins Analyses pour l'environnement France, et réalisées par spectrophotométrie (colorimétrie UV) selon une méthode interne.
- Pour les tensioactifs anioniques, l'analyse est réalisée par Eurofins Hydrologie Est SAS selon la norme NF ISO/IEC 17025 :2005, COFRAC 1-0685 ; flux continu NF EN ISO 16265.

6.2.6.2. Détergents du projet RILACT

L'analyse est effectuée par couplage entre la chromatographie liquide et la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). L'appareillage utilisé pour l'analyse est de marque Agilent/ série 1200 pour la chromatographie liquide et ABSciex/ 3200 QTRAP pour la spectrométrie de masse. Les données sont acquises et retraitées grâce au logiciel Analyst. L'analyse est réalisée avec les conditions suivantes :

- Colonne : Acclaim Surfactant Plus 3,0 µm (150 x 3) mm ;
- Conditions d'élution (phase mobile) :
 - (A)= acétate d'ammonium 0,1 M dans de l'eau qualité MilliQ ;
 - (B)= Eau qualité MilliQ ;
 - (C)= Acétonitrile ;
- Source d'ionisation électrospray en modes positif et négatif avec acquisition en mode MRM (Multiple Reaction Monitoring).

Chaque molécule est identifiée par son temps de rétention, par 2 transitions MRM (ion parent-ion fils) et des rapports d'ions de l'ordre de +/- 20% par rapport à l'étalon. Chaque extrait est injecté 2 fois et les résultats présentés sont la moyenne des deux mesures.

6.3. Résultats

6.3.1. Grandes familles

Les profils des 2 STEP apparaissent similaires avec des concentrations en tensioactifs cationiques inférieures par rapport aux autres familles et souvent inférieures à la LQ de 0.4 mg/L (Figure 23) ; ceci est probablement à l'opération de filtration des échantillons qui entraîne une sous-estimation des teneurs totales en tensioactifs cationiques. Les tensioactifs non ioniques et anioniques sont détectés dans tous les échantillons et leurs concentrations sont du même ordre de grandeur (entre 1.7 et 2 mg/L).

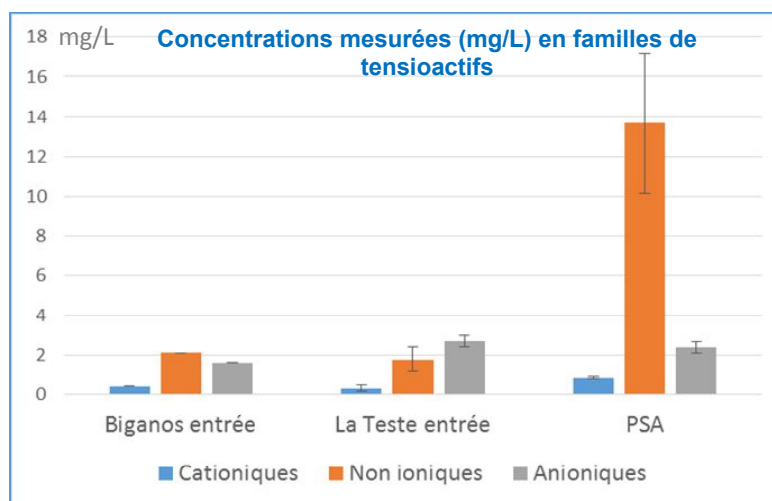


Figure 23. Concentrations mesurées en familles de tensioactifs (cationiques, non ioniques et anioniques) en entrée des stations d'épuration de Biganos et de La Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon.

n=1 campagne de prélèvements pour Biganos, n= 3 campagnes de prélèvements pour La Teste et le PSA.

Le profil du PSA se différencie de celui des STEP par des concentrations en tensioactifs non ioniques qui prédominent largement. Le profil des tensioactifs non ioniques et anioniques est lui comparable à ce qui est observé au niveau de l'entrée des STEP. Par ordre décroissant, on retrouve donc les non ioniques suivis par les anioniques et les cationiques, ce qui était également observé avec les résultats de l'enquête.

Compte-tenu des faibles volumes d'eaux usées rejetés par le PSA par rapport aux volumes d'eaux usées urbaines, les flux générés par le PSA sont inférieurs aux flux urbains. Par exemple, pour la classe des non ioniques qui prédomine dans les effluents du PSA, le flux journalier calculé est d'environ 1.1 kg contre 27 kg pour les eaux usées brutes urbaines ; pour les anioniques, il est d'environ 170 g contre environ 30 kg.

6.3.2. Détergents du projet RILACT

6.3.2.1. Fréquence de détection

Les résultats (concentrations totales, exprimées en µg/L) sont présentés dans la Figure 24. Le benzotriazole (agent anti-corrosif) et le lauryl pyridinium (tensioactif cationique) ne sont jamais détectés que ce soit dans les effluents urbains ou hospitaliers. Le stepanquat n'est détecté que dans les effluents urbains ; enfin l'incromine SD n'est détectée qu'une fois sur les 3 campagnes dans les effluents du PSA et uniquement dans la phase dissoute alors qu'elle est tout le temps détectée dans les effluents urbains. Les autres composés sont détectés dans 100% des échantillons.

Les congénères de LAS sont majoritaires avec des teneurs dépassant le mg/L dans les effluents urbains et hospitaliers. Cette prédominance des LAS est cohérente avec les résultats de l'enquête (Cf. paragraphe 6.4.4.) et avec le fait que les LAS sont les tensioactifs les plus utilisés au monde : ils ont de large applications que ce soit au niveau domestique ou industriel. Quatre-vingt à 85% des LAS sont utilisés comme détergents ménagers, dans les lessives en poudre ou liquide, le produit vaisselle... On peut également les retrouver dans certains cosmétiques (Cadoret 2004).

6.3.2.2. Comparaison des profils entre les effluents urbains et hospitaliers

D'une manière générale, **les tensioactifs analysés sont présents en plus grandes concentrations dans les effluents urbains** que dans ceux du PSA à l'exception des composés suivants :

- le triton X-100, qui est présent à des niveaux similaires entre les effluents urbains et hospitaliers, mais affiche une grande variabilité dans les résultats (non détecté au en sortie du PSA dans lors de la 3^{ème} campagne de prélèvements) ;
- le sodium 2-éthylhexyl sulfate, présent en concentrations plus importantes dans les rejets du PSA avec également une forte variabilité (non détecté en sortie du PSA lors de la première campagne).

Par ailleurs, l'incromine SD et le stepanquat ne sont pas retrouvés dans les effluents du PSA ; la cetyl-bétaïne n'est retrouvée que ponctuellement et à de très faibles niveaux dans les effluents du PSA. Le benzotriazole enfin, n'est détecté dans aucun effluent.

Les flux générés par le PSA sont faibles avec une médiane journalière de 220 g de tensioactifs contre 100 kg pour les eaux usées brutes au niveau de la STEP de La Teste de Buch.

6.3.2.3. Comparaison avec les résultats du projet SIPIBEL - RILACT

Les suivis réalisés dans le cadre de **REMPAR** et du projet SIPIBEL-RILACT ayant été réalisés dans les mêmes conditions, il est possible de comparer les résultats.

D'une manière générale, et contrairement aux résultats de SIPIBEL (Bergé et al., 2017), les concentrations de toutes les substances mesurées au PSA sont très inférieures à ce que l'on retrouve dans les effluents urbains sauf pour le triton X-100 et le sodium 2-éthylhexyl sulfate ; cette dernière molécule n'est pas détectée dans les effluents urbains du Bassin.

Les ammoniums quaternaires BDDAC et BDTAC ne sont que faiblement quantifiés dans les effluents du PSA, contrairement à SIPIBEL-RILACT où ces composés sont majoritaires dans les effluents hospitaliers. Ceci vient très probablement d'un faible d'autres ammoniums au PSA dont le chlorure de didecyltriméthylammonium.

Le stepanquat 90 n'est pas détecté dans les effluents du PSA et la cetyl-betain présente des teneurs très faibles dans les effluents du PSA par rapport aux effluents urbains. On retrouve et ce même profil dans les résultats de SIPIBEL-RILACT (Bergé et al., 2017). L'ensemble de ces résultats suggèrent une origine urbaine pour ces deux substances.

6.4. Synthèse

Les analyses comparatives réalisées sur les eaux usées brutes du PSA et les eaux usées brutes urbaines montrent que :

- **Pour les grandes familles de tensioactifs, les concentrations sont du même ordre de grandeur entre les rejets du PSA et les rejets urbains pour les anioniques et les cationiques. A l'inverse, les tensioactifs non ioniques affichent des concentrations plus élevées dans les rejets du PSA.**
- **Sur les 16 molécules spécifiques analysées, les concentrations mesurées pour 14 d'entre elles sont inférieures dans les rejets du PSA par rapport aux rejets urbains.**
- **Les flux de tensioactifs dans les eaux brutes du PSA sont très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines.**
- **Parmi les molécules suivies, il n'a pas été identifié de traceur des rejets hospitaliers.**

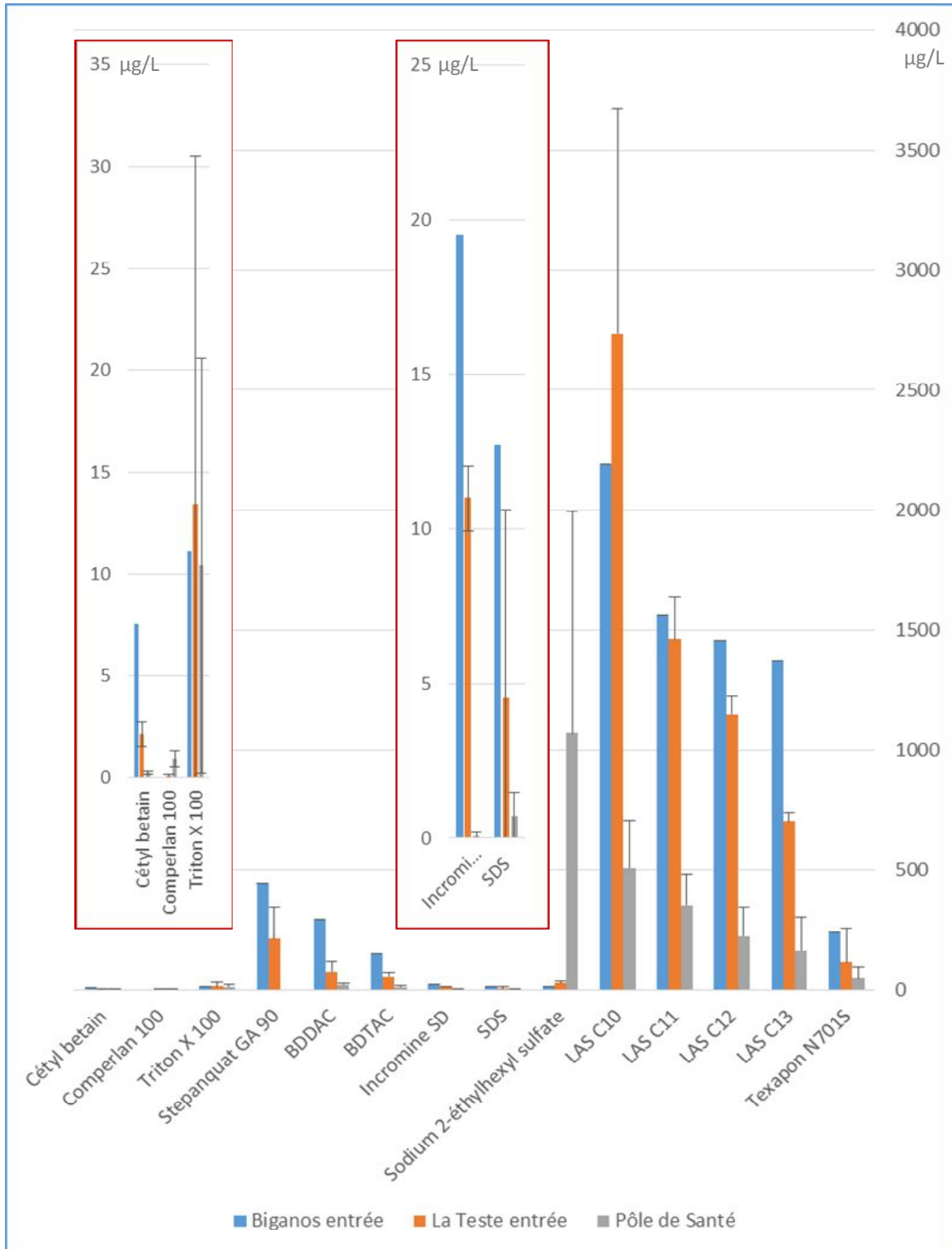


Figure 24. Concentrations totales mesurées (µg/L) en tensioactifs spécifiques (molécules suivies dans le projet SIPIBEL) en entrée des stations d'épuration de Biganos et de La Teste de Buch et en sortie du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA).

n=1 pour Biganos, n= 3 pour La Teste de Buch et le PSA.

7. Conclusion

7.1. Pas de nécessité d'un traitement spécifique des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon à l'heure actuelle

Les résultats des enquêtes et des analyses ont montré :

- la non spécificité des rejets du PSA par rapports aux rejets urbains pour les paramètres étudiés (médicaments, biocides et tensioactifs) ;
- la faiblesse des flux générés par le PSA par rapports aux rejets urbains.

A l'heure actuelle, *il n'apparaît donc pas nécessaire de traiter de manière spécifique les effluents du PSA*. Ces derniers vont rester traités de manière conjointe avec les effluents urbains du Sud-Bassin au niveau de la station d'épuration de La Teste de Buch. La convention spéciale de déversement ne sera pas modifiée pour intégrer des pharmaceutiques, biocides ou tensioactifs identifiés dans cette étude.

Les conclusions de ce livrable rejoignent celles d'autres projets et notamment celles de SIPIBEL-RILACT pour lequel, il n'a pas été rapporté la nécessité de traiter séparément les effluents du Centre Hospitalier Alpes Léman des effluents urbains.

Les enquêtes et éventuellement les analyses devraient être reconduites d'ici 5 ans afin d'évaluer des changements liés à un accroissement et/ou des changements dans les activités du PSA.

7.2. Et pour les hôpitaux en général ?

Certains auteurs ont suggéré qu'un traitement spécifique devrait être appliqué aux effluents des établissements de santé (Pauwels et Verstraete, 2006 ; Verlicchi et al., 2012). *D'une manière générale, et concernant la question des micropolluants, il n'apparaît pas nécessaire de traiter de manière séparée les effluents hospitaliers*, notamment dans le cas d'un hôpital généraliste raccordé à un réseau de type séparatif.

Ainsi, l'hypothèse que les hôpitaux sont pourvoyeurs de molécules plus actives ou toxiques que ne le sont les rejets urbains n'est pas fondée dans la mesure où pour les médicaments :

- beaucoup de molécules réservées à usage hospitalier sont maintenant disponibles dans les officines de ville ;
- les rejets urbains contiennent des résidus médicamenteux que l'on ne retrouvera pas dans les rejets hospitaliers, beaucoup de médicaments n'étant pas utilisés à l'hôpital ;
- le développement des traitements ambulatoires et le raccourcissement des temps de séjour à l'hôpital font que de plus en plus de médicaments sont rejetés de manière diffuse au niveau urbain.

De plus, pour les biocides et les tensioactifs, tous les produits utilisés font l'objet d'usages industriels et domestiques et les effluents hospitaliers n'apparaissent pas être une source majeure de rejet de ces substances.

Enfin, les flux que représentent les rejets hospitaliers sont souvent faibles par rapport aux flux urbains : cette étude ainsi que des travaux antérieurs rapportent des flux de l'ordre à 5%.

D'une manière générale, la question de la nécessité de traiter de manière spécifique devrait se faire au cas par cas en tenant compte de :

- l'ensemble des activités de l'hôpital et des rejets potentiels pour préconiser le cas échéant les pratiques, prétraitements et suivis nécessaires ;
- la taille de l'hôpital par rapport à l'agglomération (et plus particulièrement le nombre de lits d'hospitalisation rapporté à la taille de la population) qui reste un facteur majeur : un petit hôpital dans une grosse agglomération ne contribuera que pour une faible part aux rejets, alors qu'à l'inverse, un hôpital de grande taille pourra représenter une entrée majeure de micropolluants sur le réseau d'une petite agglomération ;
- le type de réseau (séparatif ou unitaire), sa configuration, son éventuelle vétusté et la capacité des stations d'épuration.

Enfin, il est important de considérer que ces conclusions se basent sur les seuls suivis des micropolluants, et non sur d'autres paramètres, comme par exemple la dissémination de bactéries antibio-résistantes, et sur lequel on ne dispose encore que de peu d'éléments quant à la contribution des rejets hospitaliers par rapports aux rejets urbains.

Bibliographie

- Andreozzi R., Caprio V., Ciniglia C., De Champdore M., Lo Giudice R., Marotta R., Zuccato E. 2004.** Antibiotics in the environment: Occurrence in Italian STPs, fate, and preliminary assessment on algal toxicity of amoxicillin. *Environmental Science and Technology* 38(24) ; 6832-6838.
- ANSES 2016.** Méthylisothiazolinone : état des lieux des usages et risques associés de sensibilisation cutanée (n° CAS : 2682-20-4). Rapport d'expertise collective. Comité d'Experts Spécialisés « Evaluation des risques chimiques liés aux articles et produits de consommation ».
- Bergé A., Wiest L., Baudot R., Giroud B., Vulliet E. 2017.** Occurrence of multi-class surfactants in urban wastewater: contribution of a healthcare facility to the pollution transported into the sewerage system. *Environmental Science and Pollution Research* (In Press).
- Besse J-P., Latour J-F., Garric J. 2012.** Anticancer drugs in surface waters. What can we say about the occurrence and environmental significance of cytotoxic, cytostatic and endocrine therapy drugs ? *Environment International* 39 ; 73-86.
- Besse J-P. 2010.** Impact environnemental des médicaments à usage humain sur le milieu récepteur : évaluation de l'exposition et des effets pour les écosystèmes d'eau douce. Thèse de doctorat- Université de Metz.
- Boillot C. 2008.** Evaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques. Contribution à l'amélioration de la phase " caractérisation des effets ". Thèse de doctorat. INSA Lyon.
- Boillot C, Bazin C, Tissot-Guerraz F, Droguet J, Perraud M, Cetre JC, et al. 2008.** Daily physico-chemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent according to technical and care activities. *Science of the Total Environment* 403 ; 113–29.
- Bonnard N., Brondeau M.T., Jargot D., Lafon D., Protois J.C., Schneider O., Serre P. 2001.** Fiche toxicologique n° 239-Acide peracétique. Paris, INRS,FT 239,
- Buerge I.J., Buser H.R., Poiger T., Müller M.D. 2006.** Occurrence and fate of the cytostatic drugs cyclophosphamide and ifosfamide in wastewater and surface waters. *Environmental Science and Technology* 40 ; 7242 -7250.
- Cadoret A. 2004.** Devenir des sulfonates d'alkylbenzènes linéaires (LAS) dans les milieux environnementaux. Thèse de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Nancy.
- Carvalho I., Santos L. 2016.** Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario. *Environment International* 95 ; 736-757.
- Clara, M., Scharf, S., Scheffknecht, C., Gans, O. 2007.** Occurrence of selected surfactants in untreated and treated sewage. *Water Research* 41(19) ; 4339-4348.
- Deloffre-Bonnamour N. 1995.** Les rejets des établissements de santé : des effluents liquides aux déchets solides. Mémoire de maîtrise - IUP Génie de l'Environnement - Ecodéveloppement - Université Claude Bernard - Lyon 1.
- Dinh Q.T., Alliot F., Guigon E.M. et al. 2011.** Measurement of trace levels of antibiotics in river water using on-line enrichment and triple–quadrupole LC–MS/MS. *Talanta* 85 ; 1238–1245.
- Dynes J., Lawrence J., Korber D., Swerhone G. Leppard G., Hitchcock A. 2006.** Quantitative mapping of chlorhexidine in natural river biofilms. *Science of the Total Environment* 369 ; 369–383.
- EMA 2006.** Guideline on the Environmental Risk Assessment of Medicinal Products for Human Use. The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products: Committee for Medicinal Products for Human Use; 2006. EMA/CHMP/SWP/4447/00.
- Emmanuel E. 2004.** Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse INSA de Lyon.

Emmanuel E., Keck G., Blanchard J.M., Vermande P., Perrodin Y. 2004. Toxicological effects of disinfections using sodium hypochlorite on aquatic organisms and its contribution to AOX formation in hospital wastewater. *Environment International* 30 ; 891-900.

Escher B.I., Baumgartner R., Koller M., Treyer K., Lienert J., McArdell C.S. 2011. Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater. *Water Research* 45 ; 75–92.

Feitosa-Felizzola J.F., Chiron S. 2009. Occurrence and distribution of selected antibiotics in a small Mediterranean stream (Arc River, Southern France). *Journal of Hydrology* 364 ; 50–57.

Ferrando-Climent L., Rodriguez-Mozaz S., Barcelo D. 2013. Incidence of anticancer drugs in an aquatic urban system: From hospital effluents through urban wastewater to natural environment. *Environmental Pollution* 193 ; 216-223.

Gros M., Mozaz S.R., Barceló D. 2013. Rapid analysis of multiclass antibiotic residues and some of their metabolites in hospital, urban wastewater and river water by ultra-high performance liquid chromatography coupled to quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1292 ; 173–188.

Kosjek T., Perko S., Žigon D., Heath E. 2013. Fluorouracil in the environment: analysis, occurrence, degradation and transformation. *Journal of Chromatography A* 1290 ; 62 - 72.

Kovalova L., Siegrist H., Singer H., Wittmer A., McArdell CS. 2012. Hospital Wastewater Treatment by Membrane Bioreactor: Performance and Efficiency for Organic Micropollutant Elimination. *Environmental Science and Technology* 46 ; 1536–1545.

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.

Kümmerer K. 2009. The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use: Present knowledge and future challenges. *Journal of Environmental Management*. 90 ; 2354–2366.

Kümmerer K. 2001. Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. *Chemosphere* 45 ;957-969.

Kümmerer K., Steger-Hartmann T., Meyer M. 1997. Biodegradability of the anti-tumour agent ifosfamide and its occurrence in hospital effluents and communal sewage. *Water Research* 31 ; 2705-271.

Langford K.H., Thomas KV. 2009. Determination of pharmaceutical compounds in hospital effluents and their contribution to wastewater treatment works. *Environment International* 35 ; 766–70.

Lavoué J., Bégin D., Gérin M. 2002. La substitution des solvants par les nettoyants aqueux - Le dégraissage des métaux. IRSST; Université de Montréal. Bilans de connaissances / Rapport B-064. Montréal: 138p.

Li W.C. 2014. Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil. *Environmental Pollution* 187 ; 193–201.

Li X., Luo X., Mai B., Liu J., Chen L., Lin S. 2014. Occurrence of quaternary ammonium compounds (QACs) and their application as a tracer for sewage derived pollution in urban estuarine sediments. *Environmental Pollution* 185 ; 127–133.

Lin A.Y.C., Wang X.H., and Lee W.N. 2013. Phototransformation Determines the Fate of 5-Fluorouracil and Cyclophosphamide in Natural Surface Waters. *Environmental Science and Technology* 47 ; 4104-4112.

Lindberg R., Jarnheimer P.A., Olsen B. et al. 2004. Determination of antibiotic substances in hospital sewage water using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry and group analogue internal standards. *Chemosphere* 57 ; 1479–1488.

Lucas A.D., Gordon E.A., Stratmeyer M. 2009. Analysis of polyhexamethylene biguanide in multipurpose contact lens solutions. *Talanta* 80 ; 1016-1019.

Mahnik S.N., Lenz K., Weissenbacher N., Mader R.M., Fuerhacker M. 2007. Fate of 5-fluorouracil, doxorubicin, epirubicin, and daunorubicin in hospital wastewater and their elimination by activated sludge and treatment in a membrane-bio-reactor system 66 ; 30 - 37.

Mendoza A., Aceña J., Pérez S. et al. 2015. Pharmaceuticals and iodinated contrast media in a hospital wastewater: A case study to analyse their presence and characterize their environmental risk and hazard. *Environmental Research*. 140, 225–241.

Minguez L., Pedelucq J., Farcy E., Ballandonne C., Budzinski H., Halm-Lemeille M.P. 2016. Toxicities of 48 pharmaceuticals and their freshwater and marine environmental assessment in northwestern France. *Environmental Science and Pollution Research*. 3 (6) ; 4992-5001.

Mitchell S.M., Ullman J.L., Teel A.L., Watts R.J. 2014. pH and temperature effects on the hydrolysis of three β -lactam antibiotics: ampicillin, cefalotin and cefoxitin. *Science of the Total Environment* 466-467 ; 547–555.

Mogoa E. 2004. Etude du mécanisme d'action de biocides oxydants sur *Acanthamoeba Castellani*. Thèse. Université de Poitiers.

Mulot J.U. 2010. Modélisation des flux de médicaments dans les Effluents hospitaliers. Thèse de doctorat. Université Paris-Sud 11.

Odin I., Nathan N. 2005. Anesthésiques halogénés. EMC (Elsevier SAS, Paris), Anesthésie Réanimation, 36-285-A-10.

OMS. 2011. Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe (Copenhagen).

Orias F. 2015. Contribution à l'évaluation des risques écotoxicologiques des effluents hospitaliers : bioconcentration, bioaccumulation et bioamplification des résidus pharmaceutiques. Thèse de doctorat. ENTPE Lyon.

Orias F., Perrodin Y. 2013. Characterisation of the ecotoxicity of hospital effluents: a review. *Science of the Total Environment* 454–455 ; 250–276.

Ort C., Lawrence M.G., Reungoat J., Eaglesham G., Carter S., Keller J. 2010. Determining the fraction of pharmaceutical residues in wastewater originating from a hospital. *Water Research* 44 ; 605–615.

Pauwels B., Verstraete W. 2006. The treatment of hospital wastewater: an appraisal. *Journal of Water and Health* 4 ; 405–16.

Pin G., Ding Y., Li H., Xagorarakis I. 2012. Occurrence of pharmaceuticals in a municipal wastewater treatment plant: Mass balance and removal processes. *Chemosphere* 88 (1) ;17-24.

Rihn B.H., Hdou T., Le Faou A. 2001. Virus, produits antiseptiques et désinfectants La norme et ses limites. Dossier médico-technique (DMT) 86 ; 143-149.

Russell A.D., Hugo W.B. 2004. Principles and Practice of Disinfection, preservation and Sterilization. 4 ed. Ayliffe GA. Oxford: Blackwell Science. 688p.

Santiago S., Becker van Slooten K., Chèvre N., Pardos M., Benninghoff C., Thybaud E., Garrivier F. 2002. Guide pour l'utilisation des tests écotoxicologiques, avec les daphnies, les bactéries luminescentes et les algues vertes, appliqués aux échantillons de l'environnement. Soluval Institut Forel, Université de Genève, École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Suisse. 55p.

Santos L., Araújo A., Fachini A., Pena A., Delerue-Matos C., Montenegro, M. 2010. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. *Journal of Hazardous Materials* 175 ; 45–95.

Santos L.H.M.L.M., Gros M., Mozaz S.R. et al. 2013. Contribution of hospital effluents to the load of pharmaceuticals in urban wastewaters: identification of ecologically relevant pharmaceuticals. *Science of the Total Environment* 461-462 ; 302–316.

Straub J.O. 2010. Combined environmental risk assessment for 5-fluorouracil and capecitabine in Europe. *Integrated Environmental Assessment and Management* 6 540 - 566.

Van de Voorde A., Lorgeoux C., Gromaire M.C., Chebbo G., 2012. Analysis of quaternary ammonium compounds in urban stormwater samples. *Environmental Pollution* 164 ; 150–157.

Verlicchi, P., Al Aukidy, M., Galletti, A., et al. 2012. Hospital effluent: Investigation of the concentrations and distribution of pharmaceuticals and environmental risk assessment. *Science of the Total Environment* 430 ; 109–118.

Verlicchi P., Galletti A., Masotti L. 2010a. Management of hospital wastewaters: the case of the effluent of a large hospital situated in a small town. *Water Science and Technology* 61 ; 2507–2519.

Verlicchi P., Galletti A., Petrovic M., Barceló D. 2010b. Hospital effluents as a source of emerging pollutants: an overview of micropollutants and sustainable treatment options. *Journal of Hydrology* 389 ; 416–28.

Weissbrodt D., Kovalova L., Ort C., Pazhepurackel V., Moser R., Hollender J., Siegrist H., Mcardell C.S. 2009. Mass flows of X-ray contrast media and cytostatics in hospital wastewater. *Environmental Science and Technology* 43 ; 4810-4817.

Stefanie Wieck, Oliver Olsson, Klaus Kümmerer. 2016. Possible underestimations of risks for the environment due to unregulated emissions of biocides from households to wastewater. *Environment International* 94 ; Pages 695-705.

Zhang C., Cui F., Zeng G.M., Jiang 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* 15 ; 518-519.

ANNEXE A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017 – Flux et concentrations estimées dans les rejets.
Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents.

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
POVIDONE IODEE	D08	Antiseptiques	1	50904520	128633940	148127020	139464.44	352421.75	405827.45	1603.04	3012.15	5072.84	1603.04	3012.15	5072.84
IOMEPROL	V08	Produits de contraste	1	20400000	86720400	123726000	55890.41	237590.14	338975.34	642.42	2030.68	4237.19	642.42	2030.68	4237.19
PARACETAMOL	N02	Analgésiques non opiacés	0.85	130277140	85222115	87933090	356923.67	233485.25	240912.58	4102.57	1995.60	3011.41	3487.19	1696.26	2559.70
DESFLURANE	N01	Anesthésiques généraux halogénés	1	0	64694400	63991200	0.00	177244.93	175318.36	0.00	1514.91	2191.48	0.00	1514.91	2191.48
AMOXICILLINE	J01	Antibiotiques	0.9	22297250	24547300	25271250	61088.36	67252.88	69236.30	702.17	574.81	865.45	631.95	517.33	778.91
IOPAMIDOL	V08	Produits de contraste	Nd	0	14006640	22686620	0.00	38374.36	62155.12	0.00	327.99	776.94	-	-	-
IOVERSOL	V08	Produits de contraste	1	0	13133400	18290300	0.00	35981.92	50110.41	0.00	307.54	626.38	0.00	307.54	626.38
PIPERACILLINE	J01	Antibiotiques	1	3208000	13652000	13808000	8789.04	37402.74	37830.14	101.02	319.68	472.88	101.02	319.68	472.88
ACIDE DIATRIZOIQUE	V08	Produits de contraste	1	2584000	10374000	9804000	7079.45	28421.92	26860.27	81.37	242.92	335.75	81.37	242.92	335.75
CEFTRIAXONE	J01	Antibiotiques	1	3013500	7245500	7689500	8256.16	19850.68	21067.12	94.90	169.66	263.34	94.90	169.66	263.34
CEFAZOLINE	J01	Antibiotiques	1	2244000	4427000	5575000	6147.95	12128.77	15273.97	70.67	103.66	190.92	70.67	103.66	190.92
FLUOROURACILE	L01	Antinéoplasiques	0.2	0	4935000	5275000	0.00	13520.55	14452.05	0.00	115.56	180.65	0.00	23.11	36.13
METFORMINE	A10	Antidiabétiques	1	3030850	4171500	5160950	8303.70	11428.77	14139.59	95.44	97.68	176.74	95.44	97.68	176.74
LIDOCAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	1365358.75	3857200	3720705	3740.71	10567.67	10193.71	43.00	90.32	127.42	-	-	-
PROPOFOL	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	617000	2688400	3236000	1690.41	7365.48	8865.75	19.43	62.95	110.82	-	-	-
METRONIDAZOLE	J01	Antibiotiques	0.18	1324000	2371750	2869000	3627.40	6497.95	7860.27	41.69	55.54	98.25	7.50	10.00	17.69
KETOPROFENE	M01	AINS et apparentés	0.85	2630550	2388600	2603300	7206.99	6544.11	7132.33	82.84	55.93	89.15	70.41	47.54	75.78
ACIDE ACETYSALICYLIQUE	N02	AINS et apparentés	Nd	3182385	2818485	2520855	8718.86	7721.88	6906.45	100.22	66.00	86.33	-	-	-
ACIDE CLAVULANIQUE	J01	Antibiotiques	Nd	2255350	2505539.5	2413479	6179.04	6864.49	6612.27	71.02	58.67	82.65	-	-	-
LEVETIRACETAM	N03	Antiépileptiques	0.66	2139500	2243850	2406000	5861.64	6147.53	6591.78	67.38	52.54	82.40	44.47	34.68	54.38
IBUPROFENE	M01	AINS et apparentés	0.25	832000	2146780	2393000	2279.45	5881.59	6556.16	26.20	50.27	81.95	6.55	12.57	20.49
ACIDE TRANEXAMIQUE	V03	Tous autres médicaments	0.95	162500	1476500	2082500	445.21	4045.21	5705.48	5.12	34.57	71.32	4.86	32.85	67.75
PHLOROGLUCINOL	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	1413560	1782240	1885110	3872.77	4882.85	5164.68	44.51	41.73	64.56	-	-	-
CHLORHEXIDINE	D08	Antiseptiques	1	1204035.5	1505306.8	1808613.65	3298.73	4124.13	4955.11	37.92	35.25	61.94	37.92	35.25	61.94
TAZOBACTAM	J01	Antibiotiques	0.8	401000	1706500	1726000	1098.63	4675.34	4728.77	12.63	39.96	59.11	10.10	31.97	47.29
FUROSEMIDE	C03	Diurétiques	1	2025320	1877260	1698650	5548.82	5143.18	4653.84	63.78	43.96	58.17	63.78	43.96	58.17
CEFUROXIME	J01	Antibiotiques	1	6000	1352500	1687500	16.44	3705.48	4623.29	0.19	31.67	57.79	0.19	31.67	57.79
AMPHOTERICINE B	J02	Antifongiques	1	1505500	3474000	1507450	4124.66	9517.81	4130.00	47.41	81.35	51.63	47.41	81.35	51.63
PANTOPRAZOLE	A02	Antiacides	0.01	190040	1258480	1422860	520.66	3447.89	3898.25	5.98	29.47	48.73	0.06	0.29	0.49
SULFAMETHOXAZOLE	J01	Antibiotiques	0.4	555000	1560400	1387000	1520.55	4275.07	3800.00	17.48	36.54	47.50	6.99	14.62	19.00
CLINDAMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	268800	1275900	1384800	736.44	3495.62	3793.97	8.46	29.88	47.42	-	-	-
VALSARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	0.8	329680	720712	1351099.5	903.23	1974.55	3701.64	10.38	16.88	46.27	8.31	13.50	37.02
SPIRAMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	391950	1081762	1312558	1073.84	2963.73	3596.05	12.34	25.33	44.95	-	-	-
AMIODARONE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	1167050	905600	1201250	3197.40	2481.10	3291.10	36.75	21.21	41.14	-	-	-
CIMETIDINE	A02	Antiacides	0.5	241600	1572000	1182000	661.92	4306.85	3238.36	7.61	36.81	40.48	3.80	18.41	20.24
CEFTAZIDIME	J01	Antibiotiques	1	760000	888000	1060000	2082.19	2432.88	2904.11	23.93	20.79	36.30	23.93	20.79	36.30
TRAMADOL	N02	Analgésiques opiacés	0.3	982400	967112.5	1048625	2691.51	2649.62	2872.95	30.94	22.65	35.91	9.28	6.79	10.77
RIFAXIMINE	J01	Antibiotiques	0.1	0	993300	1039500	0.00	2721.37	2847.95	0.00	23.26	35.60	0.00	2.33	3.56
OXYDE DE GADOLINIUM	V08	Produits de contraste	1	1390830	1522078	990053	3810.49	4170.08	2712.47	43.80	35.64	33.91	43.80	35.64	33.91
TRIMEBUTINE	A03	Troubles gastro-intestinaux	0.03	1142550	1163948	983250	3130.27	3188.90	2693.84	35.98	27.26	33.67	1.08	0.82	1.01
SACUBITRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	Nd	0	341208	864458	0.00	934.82	2368.38	0.00	7.99	29.60	-	-	-
CHLOROBUTANOL	A04	Antémétiques et anti-nauséux	Nd	464500	906800	863650	1272.60	2484.38	2366.16	14.63	21.23	29.58	-	-	-
BOSENTAN	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	681625	854000	829500	1867.47	2339.73	2272.60	21.47	20.00	28.41	-	-	-
LINEZOLIDE	J01	Antibiotiques	0.35	132300	513600	821400	362.47	1407.12	2250.41	4.17	12.03	28.13	1.46	4.21	9.85
CEFOTAXIME	J01	Antibiotiques	0.36	186000	564000	794500	509.59	1545.21	2176.71	5.86	13.21	27.21	2.11	4.75	9.80
ACETYLLEUCINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	811500	831000	774000	2223.29	2276.71	2120.55	25.56	19.46	26.51	-	-	-
GABAPENTINE	N03	Antiépileptiques	1	571000	949300	755000	1564.38	2600.82	2068.49	17.98	22.23	25.86	17.98	22.23	25.86
ACIDE VALPROIQUE	N03	Antiépileptiques	0.53	927300	477650	753750	2540.55	1308.63	2065.07	29.20	11.18	25.81	15.48	5.93	13.68

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
VANCOMYCINE	J01	Antibiotiques	1	339000	554500	736000	928.77	1519.18	2016.44	10.68	12.98	25.21	10.68	12.98	25.21
LEVODOPA	N04	Antiparkinsoniens	Nd	1123700	1340500	715600	3078.63	3672.60	1960.55	35.39	31.39	24.51	-	-	-
EMTRICITABINE	J05	Antiviraux	0.86	474000	677800	702000	1298.63	1856.99	1923.29	14.93	15.87	24.04	12.84	13.65	20.68
LAMIVUDINE	J05	Antiviraux	0.95	730800	666000	684000	2002.19	1824.66	1873.97	23.01	15.60	23.42	21.86	14.82	22.25
TENOFOVIR	J05	Antiviraux	1	632100	830305	681300	1731.78	2274.81	1866.58	19.91	19.44	23.33	19.91	19.44	23.33
VALACICLOVIR	J05	Antiviraux	0.01	385000	930000	666000	1054.79	2547.95	1824.66	12.12	21.78	22.81	0.12	0.22	0.23
CIPROFLOXACINE	J01	Antibiotiques	0.5	447900	357000	638200	1227.12	978.08	1748.49	14.10	8.36	21.86	7.05	4.18	10.93
DARUNAVIR	J05	Antiviraux	0.49	1620000	696000	588000	4438.36	1906.85	1610.96	51.02	16.30	20.14	25.00	7.99	9.87
ACICLOVIR	J05	Antiviraux	0.85	399110	591235	584285	1093.45	1619.82	1600.78	12.57	13.84	20.01	10.68	11.77	17.01
MEPIVACAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	97800	615200	583000	267.95	1685.48	1597.26	3.08	14.41	19.97	-	-	-
PHENYTOINE	N03	Antiépileptiques	Nd	450000	2434000	578500	1232.88	6668.49	1584.93	14.17	57.00	19.81	-	-	-
OFLOXACINE	J01	Antibiotiques	1	470897.5	546747	538122.5	1290.13	1497.94	1474.31	14.83	12.80	18.43	14.83	12.80	18.43
METHYLPREDNISOLONE	H02	Corticoïdes	0.08	246920	475286	530525	676.49	1302.15	1453.49	7.78	11.13	18.17	0.62	0.89	1.45
EFAVIRENZ	J05	Antiviraux	Nd	378000	701400	504000	1035.62	1921.64	1380.82	11.90	16.42	17.26	-	-	-
IRBESARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	0.8	416850	421725	502050	1142.05	1155.41	1375.48	13.13	9.88	17.19	10.50	7.90	13.75
GEMCITABINE	L01	Antinéoplasiques	0.1	0	199000	495000	0.00	545.21	1356.16	0.00	4.66	16.95	0.00	0.47	1.70
CEFOXITINE	J01	Antibiotiques	1	177000	353000	486000	484.93	967.12	1331.51	5.57	8.27	16.64	5.57	8.27	16.64
VERAPAMIL	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.05	268535	388185	473580	735.71	1063.52	1297.48	8.46	9.09	16.22	0.42	0.45	0.81
ACETYLCYSTEINE	V03	Tous autres médicaments	Nd	633100	383200	448000	1734.52	1049.86	1227.40	19.94	8.97	15.34	-	-	-
PREGABALINE	N03	Antiépileptiques	0.99	282650	429225	440350	774.38	1175.96	1206.44	8.90	10.05	15.08	8.81	9.95	14.93
CILASTATINE	J01	Antibiotiques	0.7	165000	488500	437000	452.05	1338.36	1197.26	5.20	11.44	14.97	3.64	8.01	10.48
IMIPENEM	J01	Antibiotiques	Nd	165000	488500	437000	452.05	1338.36	1197.26	5.20	11.44	14.97	-	-	-
FELBAMATE	N03	Antiépileptiques	Nd	16200	25200	411000	44.38	69.04	1126.03	0.51	0.59	14.08	-	-	-
LEVOFLOXACINE	J01	Antibiotiques	0.92	442500	553750	401750	1212.33	1517.12	1100.68	13.93	12.97	13.76	12.82	11.93	12.66
RIFAMPICINE	J04	Antituberculeux	0.18	393604.8	339000.12	395102.4	1078.37	928.77	1082.47	12.40	7.94	13.53	2.23	1.43	2.44
PRISTINAMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	579000	350000	375000	1586.30	958.90	1027.40	18.23	8.20	12.84	-	-	-
ABACAVIR	J05	Antiviraux	0.32	482400	369000	342000	1321.64	1010.96	936.99	15.19	8.64	11.71	4.86	2.77	3.75
OXYCODONE	N02	Analgésiques opiacés	Nd	211300	240730	329855	578.90	659.53	903.71	6.65	5.64	11.30	-	-	-
ENTACAPONE	N04	Antiparkinsoniens	0.02	1020000	820000	326200	2794.52	2246.58	893.70	32.12	19.20	11.17	0.64	0.38	0.22
ATORVASTATINE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.01	205330	244630	316480	562.55	670.22	867.07	6.47	5.73	10.84	0.06	0.06	0.11
ETRAVIRINE	J05	Antiviraux	Nd	72000	216000	312000	197.26	591.78	854.79	2.27	5.06	10.68	-	-	-
ROPIVACAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	165270	325285	303801	452.79	891.19	832.33	5.20	7.62	10.40	-	-	-
SULFATE DE BARYUM	V08	Produits de contraste	1	300000	600000	300000	821.92	1643.84	821.92	9.45	14.05	10.27	9.45	14.05	10.27
NEFOPAM	N02	Analgésiques non opiacés	Nd	106920	307200	294960	292.93	841.64	808.11	3.37	7.19	10.10	-	-	-
TRIMETHOPRIME	J01	Antibiotiques	0.5	111000	316880	293800	304.11	868.16	804.93	3.50	7.42	10.06	1.75	3.71	5.03
ECONAZOLE	J02	Antifongiques	1	221862	265719	291291	607.84	728.00	798.06	6.99	6.22	9.98	6.99	6.22	9.98
IBRUTINIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	289800	289800	0.00	793.97	793.97	0.00	6.79	9.92	-	-	-
CLOPIDOGREL	B01	Antithrombotiques	Nd	270750	255225	279375	741.78	699.25	765.41	8.53	5.98	9.57	-	-	-
URAPIDIL	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	185750	236515	273950	508.90	647.99	750.55	5.85	5.54	9.38	-	-	-
OLAPARIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	257600	0.00	0.00	705.75	0.00	0.00	8.82	-	-	-
CLOXACILLINE	J01	Antibiotiques	1	2204000	1510500	251000	6038.36	4138.36	687.67	69.41	35.37	8.60	69.41	35.37	8.60
AMIKACINE	J01	Antibiotiques	1	77550	208550	248550	212.47	571.37	680.96	2.44	4.88	8.51	2.44	4.88	8.51
SOFOSBUVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	212000	246400	0.00	580.82	675.07	0.00	4.96	8.44	-	-	-
ERYTHROMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	80500	256500	241500	220.55	702.74	661.64	2.54	6.01	8.27	-	-	-
ATAZANAVIR	J05	Antiviraux	0.27	321000	227400	234000	879.45	623.01	641.10	10.11	5.32	8.01	2.73	1.44	2.16
ALLOPURINOL	M04	Antigoutteux	0.12	342600	256200	225000	938.63	701.92	616.44	10.79	6.00	7.71	1.29	0.72	0.92
DICLOFENAC	M01	AINS et apparentés	0.15	150510	203486	220990	412.36	557.50	605.45	4.74	4.76	7.57	0.71	0.71	1.14

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
BEVACIZUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	287100	218300	0.00	786.58	598.08	0.00	6.72	7.48	-	-	-
VALPROMIDE	N03	Antiépileptiques	Nd	181800	79200	211200	498.08	216.99	578.63	5.73	1.85	7.23	-	-	-
OXCARBAZEPINE	N03	Antiépileptiques	0.01	43500	51300	210000	119.18	140.55	575.34	1.37	1.20	7.19	0.01	0.01	0.07
ACEBUTOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.57	132200	125400	194500	362.19	343.56	532.88	4.16	2.94	6.66	2.37	1.67	3.80
ANASTROZOLE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	347000	60000	193023	950.68	164.38	528.83	10.93	1.40	6.61	-	-	-
SULFADIAZINE	J01	Antibiotiques	Nd	100000	0	190000	273.97	0.00	520.55	3.15	0.00	6.51	-	-	-
PREDNISOLONE	H02	Corticoïdes	0.24	150694.2	171195	183400	412.86	469.03	502.47	4.75	4.01	6.28	1.14	0.96	1.51
RITONAVIR	J05	Antiviraux	0.5	384000	237000	183000	1052.05	649.32	501.37	12.09	5.55	6.27	6.05	2.77	3.13
CLORAZEPATE	N05	Anxiolytiques	0.01	23740	168955	176625	65.04	462.89	483.90	0.75	3.96	6.05	0.01	0.04	0.06
HYDROXYZINE	N05	Anxiolytiques	Nd	186575	161375	171250	511.16	442.12	469.18	5.88	3.78	5.86	-	-	-
CARBAMAZEPINE	N03	Antiépileptiques	0.03	121600	127000	171000	333.15	347.95	468.49	3.83	2.97	5.86	0.11	0.09	0.18
PRILOCAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	133618.75	223600	170287.5	366.08	612.60	466.54	4.21	5.24	5.83	-	-	-
HYDROXYCARBAMIDE	L01	Antinéoplasiques	0.5	75000	190000	163000	205.48	520.55	446.58	2.36	4.45	5.58	1.18	2.22	2.79
DILTIAZEM	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.05	109300	135300	160820	299.45	370.68	440.60	3.44	3.17	5.51	0.17	0.16	0.28
FLECAINIDE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	0.5	140100	145150	160200	383.84	397.67	438.90	4.41	3.40	5.49	2.21	1.70	2.74
RACECADOTRIL	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	156400	177600	159480	428.49	486.58	436.93	4.93	4.16	5.46	-	-	-
OXAZEPAM	N05	Anxiolytiques	1	87500	175080	159130	239.73	479.67	435.97	2.76	4.10	5.45	2.76	4.10	5.45
MORPHINE	N02	Analgésiques opiacés	0.75	37881	118432	152231.2	103.78	324.47	417.07	1.19	2.77	5.21	0.89	2.08	3.91
CARBOPLATINE	L01	Antinéoplasiques	1	0	118100	152100	0.00	323.56	416.71	0.00	2.77	5.21	0.00	2.77	5.21
GENTAMICINE	J01	Antibiotiques	1	142400	164140	151860	390.14	449.70	416.05	4.48	3.84	5.20	4.48	3.84	5.20
KETAMINE	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	191500	152650	149450	524.66	418.22	409.45	6.03	3.57	5.12	-	-	-
NICARDIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.01	86460	114970	148590	236.88	314.99	407.10	2.72	2.69	5.09	0.03	0.03	0.05
CELIPROLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1	94000	154800	146000	257.53	424.11	400.00	2.96	3.62	5.00	2.96	3.62	5.00
RALTEGRAVIR	J05	Antiviraux	0.83	525600	264000	144000	1440.00	723.29	394.52	16.55	6.18	4.93	13.74	5.13	4.09
PYRIDOSTIGMINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	3600	114600	139800	9.86	313.97	383.01	0.11	2.68	4.79	-	-	-
FENOFIBRATE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.01	132800	107800	138650	363.84	295.34	379.86	4.18	2.52	4.75	0.04	0.03	0.05
IRINOTECAN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	123300	138600	0.00	337.81	379.73	0.00	2.89	4.75	-	-	-
CODEINE	N02	Analgésiques opiacés	0.9	102620	145410	136170	281.15	398.38	373.07	3.23	3.40	4.66	2.91	3.06	4.20
ACIDE MYCOPHENOLIQUE	L04	Immunosuppresseurs	0.01	49000	24400	133200	134.25	66.85	364.93	1.54	0.57	4.56	0.02	0.01	0.05
FOSFOMYCINE	J01	Antibiotiques	1	45000	227000	132000	123.29	621.92	361.64	1.42	5.32	4.52	1.42	5.32	4.52
CETUXIMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	132000	128200	0.00	361.64	351.23	0.00	3.09	4.39	-	-	-
NEVIRAPINE	J05	Antiviraux	Nd	288000	114000	126000	789.04	312.33	345.21	9.07	2.67	4.32	-	-	-
CEFIXIME	J01	Antibiotiques	1	9600	108800	118600	26.30	298.08	324.93	0.30	2.55	4.06	0.30	2.55	4.06
MESALAZINE	A07	Antiinflammatoires intestinaux	Nd	210000	100000	118000	575.34	273.97	323.29	6.61	2.34	4.04	-	-	-
COBICISTAT	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	31500	117000	0.00	86.30	320.55	0.00	0.74	4.01	-	-	-
ELVITEGRAVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	31500	117000	0.00	86.30	320.55	0.00	0.74	4.01	-	-	-
MIFEPRISTONE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	117200	123000	116400	321.10	336.99	318.90	3.69	2.88	3.99	-	-	-
CEFEPIME	J01	Antibiotiques	0.85	43000	118000	115000	117.81	323.29	315.07	1.35	2.76	3.94	1.15	2.35	3.35
LUMACAFTOR	S01	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	0	0	112000	0.00	0.00	306.85	0.00	0.00	3.84	-	-	-
LEVOBUPIVACAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	0	101250	107656.875	0.00	277.40	294.95	0.00	2.37	3.69	-	-	-
ACAMPROSATE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	226440	99900	99234	620.38	273.70	271.87	7.13	2.34	3.40	-	-	-
FLUCONAZOLE	J02	Antifongiques	0.8	58650	77750	97200	160.68	213.01	266.30	1.85	1.82	3.33	1.48	1.46	2.66
ATENOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1	80880	81515	95445	221.59	223.33	261.49	2.55	1.91	3.27	2.55	1.91	3.27
SOTALOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1	60480	76000	94560	165.70	208.22	259.07	1.90	1.78	3.24	1.90	1.78	3.24
OXALIPLATINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	89400	89200	0.00	244.93	244.38	0.00	2.09	3.05	-	-	-
SITAGLIPTINE	A10	Antidiabétiques	0.84	65000	73900	88500	178.08	202.47	242.47	2.05	1.73	3.03	1.72	1.45	2.55
HYDROCHLOROTHIAZIDE	C03	Diurétiques	1	93075	83012.5	87512.5	255.00	227.43	239.76	2.93	1.94	3.00	2.93	1.94	3.00
BENSERAZIDE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	121550	157500	87025	333.01	431.51	238.42	3.83	3.69	2.98	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
PACLITAXEL	L01	Antinéoplasiques	0.18	0	79300	82500	0.00	217.26	226.03	0.00	1.86	2.83	0.00	0.33	0.51
SPIRONOLACTONE	C03	Diurétiques	0.01	73225	107800	81250	200.62	295.34	222.60	2.31	2.52	2.78	0.0231	0.0252	0.0278
OSIMERTINIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	26400	79200	0.00	72.33	216.99	0.00	0.62	2.71	-	-	-
MIDAZOLAM	N05	Anxiolytiques	Nd	48965	63930	71685	134.15	175.15	196.40	1.54	1.50	2.45	-	-	-
ATRACURIUM	M03	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	43000	66375	70925	117.81	181.85	194.32	1.35	1.55	2.43	-	-	-
ACIDE PIPEMIDIQUE	J01	Antibiotiques	Nd	36400	0	70800	99.73	0.00	193.97	1.15	0.00	2.42	-	-	-
IVACAFTOR	S01	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	0	0	70000	0.00	0.00	191.78	0.00	0.00	2.40	-	-	-
DABIGATRAN ETEXILATE	B01	Antithrombotiques	0.5	267450	75450	69950	732.74	206.71	191.64	8.42	1.77	2.40	4.21	0.88	1.20
TICAGRELOR	B01	Antithrombotiques	Nd	122940	130410	69480	336.82	357.29	190.36	3.87	3.05	2.38	-	-	-
DEXAMETHASONE	H02	Corticoïdes	Nd	2618.04	46232.956	69452.294	7.17	126.67	190.28	0.08	1.08	2.38	-	-	-
CETIRIZINE	R06	Antihistaminiques	0.7	47890	65580	67510	131.21	179.67	184.96	1.51	1.54	2.31	1.06	1.07	1.62
FEBUXOSTAT	M04	Antigoutteux	Nd	0	50960	67200	0.00	139.62	184.11	0.00	1.19	2.30	-	-	-
POSACONAZOLE	J02	Antifongiques	0.66	132000	116200	67200	361.64	318.36	184.11	4.16	2.72	2.30	2.74	1.80	1.52
DULOXETINE	N06	Antidépresseurs	Nd	24210	40680	66540	66.33	111.45	182.30	0.76	0.95	2.28	-	-	-
VENLAFAXINE	N06	Antidépresseurs	0.07	60037.5	69525	66525	164.49	190.48	182.26	1.89	1.63	2.28	0.132	0.114	0.159
PROPRANOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.24	59555	61025	63925	163.16	167.19	175.14	1.88	1.43	2.19	0.450	0.343	0.525
NAFTIDROFURYL	C04	Vasodilatateurs périphériques	Nd	20000	73600	63600	54.79	201.64	174.25	0.63	1.72	2.18	-	-	-
IDELALISIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	36000	63000	0.00	98.63	172.60	0.00	0.84	2.16	-	-	-
AZITHROMYCINE	J01	Antibiotiques	0.5	51200	31120	61800	140.27	85.26	169.32	1.61	0.73	2.12	0.806	0.364	1.058
CARBIDOPA	N04	Antiparkinsoniens	Nd	146625	138400	61215	401.71	379.18	167.71	4.62	3.24	2.10	-	-	-
LOSARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	Nd	0	50150	60200	0.00	137.40	164.93	0.00	1.17	2.06	-	-	-
PIPERONYL BUTOXYDE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	50000	50000	60000	136.99	136.99	164.38	1.57	1.17	2.05	-	-	-
FLUINDIONE	B01	Antithrombotiques	Nd	75300	62920	59580	206.30	172.38	163.23	2.37	1.47	2.04	-	-	-
PHENYLEPHRINE	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	47667.5	56006	0.00	130.60	153.44	0.00	1.12	1.92	-	-	-
SILDENAFIL	G04	Médicaments urologiques	0.01	122400	75600	56000	335.34	207.12	153.42	3.85	1.77	1.92	0.039	0.018	0.019
NATALIZUMAB	L04	Immunosuppresseurs	Nd	7500	42300	55800	20.55	115.89	152.88	0.24	0.99	1.91	-	-	-
ZOLPIDEM	N05	Hypnotiques	0.01	49700	65800	53800	136.16	180.27	147.40	1.57	1.54	1.84	0.016	0.015	0.018
LAMOTRIGINE	N03	Antiépileptiques	1	40025	50100	53575	109.66	137.26	146.78	1.26	1.17	1.83	1.26	1.17	1.83
GLICLAZIDE	A10	Antidiabétiques	Nd	122930	90240	53110	336.79	247.23	145.51	3.87	2.11	1.82	-	-	-
SUXAMETHONIUM	M03	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	36600	65050	52950	100.27	178.22	145.07	1.15	1.52	1.81	-	-	-
SUGAMMADEX	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	25200	52400	0.00	69.04	143.56	0.00	0.59	1.79	-	-	-
TRASTUZUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	61510	52310	0.00	168.52	143.32	0.00	1.44	1.79	-	-	-
CHLORURE DE BENZALKONIUM	D08	Antiseptiques	1	63970	60190	52090	175.26	164.90	142.71	2.01	1.41	1.78	2.01	1.41	1.78
BISOPROLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.6	29285	36620	51493.75	80.23	100.33	141.08	0.92	0.86	1.76	0.553	0.515	1.058
CAFEINE	V03	Tous autres médicaments	Nd	33500	123000	50780	91.78	336.99	139.12	1.05	2.88	1.74	-	-	-
SULTIAME	N03	Antiépileptiques	Nd	0	75000	50000	0.00	205.48	136.99	0.00	1.76	1.71	-	-	-
ZOPICLONE	N05	Hypnotiques	0.04	28132.5	47752.5	49890	77.08	130.83	136.68	0.89	1.12	1.71	0.0354	0.0447	0.0683
TADALAFIL	G04	Médicaments urologiques	Nd	4480	24080	49200	12.27	65.97	134.79	0.14	0.56	1.68	-	-	-
RANITIDINE	A02	Antiacides	0.5	5000	271700	48900	13.70	744.38	133.97	0.16	6.36	1.67	0.0787	3.1811	0.8373
AMLODIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.1	24845	46930	48845	68.07	128.58	133.82	0.78	1.10	1.67	0.0782	0.1099	0.1673
LERCANIDIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.01	22030	25760	48750	60.36	70.58	133.56	0.69	0.60	1.67	0.0069	0.0060	0.0167
CHLORPROMAZINE	N05	Antipsychotiques	Nd	30375	26975	48650	83.22	73.90	133.29	0.96	0.63	1.67	-	-	-
PYRAZINAMIDE	J04	Antituberculeux	Nd	12000	60000	48000	32.88	164.38	131.51	0.38	1.40	1.64	-	-	-
THALIDOMIDE	L04	Immunosuppresseurs	Nd	12600	30800	47600	34.52	84.38	130.41	0.40	0.72	1.63	-	-	-
TERBUTALINE	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	55875	61613	47382.5	153.08	168.80	129.82	1.76	1.44	1.62	-	-	-
NORFLOXACINE	J01	Antibiotiques	0.7	94400	36800	46000	258.63	100.82	126.03	2.97	0.86	1.58	2.08	0.60	1.10
METOCLOPRAMIDE	A03	Troubles gastro-intestinaux	0.3	38210	56660	43510	104.68	155.23	119.21	1.20	1.33	1.49	0.361	0.398	0.447
DAPTOMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	64800	43250	0.00	177.53	118.49	0.00	1.52	1.48	-	-	-
PAROXETINE	N06	Antidépresseurs	0.03	31640	38180	42820	86.68	104.60	117.32	1.00	0.89	1.47	0.030	0.027	0.044
CYAMEMAZINE	N05	Antipsychotiques	Nd	54725	16050	42800	149.93	43.97	117.26	1.72	0.38	1.47	-	-	-
FOSPHENYTOINE	N03	Antiépileptiques	0.05	40500	31500	42000	110.96	86.30	115.07	1.28	0.74	1.44	0.064	0.037	0.072
MEXILETINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	50000	110000	42000	136.99	301.37	115.07	1.57	2.58	1.44	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
SALBUTAMOL	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	27526.55	38551.5	40480.9	75.42	105.62	110.91	0.87	0.90	1.39	-	-	-
RITUXIMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	13200	39400	0.00	36.16	107.95	0.00	0.31	1.35	-	-	-
COLCHICINE	M04	Antigoutteux	Nd	51080	36610	37732	139.95	100.30	103.38	1.61	0.86	1.29	-	-	-
RIVAROXABAN	B01	Antithrombotiques	0.43	17215	34705	37145	47.16	95.08	101.77	0.54	0.81	1.27	0.23311132	0.34944737	0.54699829
EPHEDRINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	0	35847	37110	0.00	98.21	101.67	0.00	0.84	1.27	-	-	-
ERTAPENEM	J01	Antibiotiques	0.4	187000	166000	37000	512.33	454.79	101.37	5.89	3.89	1.27	2.36	1.55	0.51
TIEMONIUM	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	51000	36000	37000	139.73	98.63	101.37	1.61	0.84	1.27	-	-	-
ESCITALOPRAM	N06	Antidépresseurs	0.08	30270	38520	36900	82.93	105.53	101.10	0.95	0.90	1.26	0.07625886	0.07216017	0.10109589
VELPATASVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	0	36400	0.00	0.00	99.73	0.00	0.00	1.25	-	-	-
FOSCARNET	J05	Antiviraux	0.9	72000	0	36000	197.26	0.00	98.63	2.27	0.00	1.23	2.04	0	1.11
PROPAFENONE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	31500	22500	36000	86.30	61.64	98.63	0.99	0.53	1.23	-	-	-
FLUOXETINE	N06	Antidépresseurs	0.1	29400	38744	35780	80.55	106.15	98.03	0.93	0.91	1.23	0.093	0.091	0.123
LACOSAMIDE	N03	Antiépileptiques	0.4	4150	7800	35000	11.37	21.37	95.89	0.13	0.18	1.20	0.052	0.073	0.479
AMITRIPTYLINE	N06	Antidépresseurs	0.01	33325	34950	34800	91.30	95.75	95.34	1.05	0.82	1.19	0.010	0.008	0.012
PRAVASTATINE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.5	53360	44840	34100	146.19	122.85	93.42	1.68	1.05	1.17	0.840	0.525	0.584
VENETOCLAX	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	33600	0.00	0.00	92.05	0.00	0.00	1.15	-	-	-
AFLIBERCEPT	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	11900	33500	0.00	32.60	91.78	0.00	0.28	1.15	-	-	-
DIPYRIDAMOLE	B01	Antithrombotiques	Nd	0	18	30750	0.00	0.05	84.25	0.00	0.00	1.05	-	-	-
CLARITHROMYCINE	J01	Antibiotiques	0.18	41000	15525	30500	112.33	42.53	83.56	1.29	0.36	1.04	0.23	0.065	0.19
OSELTAMIVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	6375	30150	0.00	17.47	82.60	0.00	0.15	1.03	-	-	-
ROCURONIUM BROMURE	M03	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	1750	9750	30050	4.79	26.71	82.33	0.06	0.23	1.03	-	-	-
DOXYCYCLINE	J01	Antibiotiques	0.72	46000	55600	30000	126.03	152.33	82.19	1.45	1.30	1.03	1.04	0.94	0.74
HYDROXYCHLOROQUINE	P01	Antiprotozoaires	Nd	0	20000	30000	0.00	54.79	82.19	0.00	0.47	1.03	-	-	-
METHYLDOPA	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	17500	15000	30000	47.95	41.10	82.19	0.55	0.35	1.03	-	-	-
MORNIFLUMATE	M01	AINS et apparentés	Nd	102400	40000	29600	280.55	109.59	81.10	3.22	0.94	1.01	-	-	-
PANITUMUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	15400	29200	0.00	42.19	80.00	0.00	0.36	1.00	-	-	-
BUPIVACAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	12440	32520	29040	34.08	89.10	79.56	0.39	0.76	0.99	-	-	-
LITHIUM	N05	Antipsychotiques	Nd	13000	17750	29000	35.62	48.63	79.45	0.41	0.42	0.99	-	-	-
DOMPERIDONE	A03	Troubles gastro-intestinaux	0.07	49040	21202	28940	134.36	58.09	79.29	1.54	0.50	0.99	0.1081	0.0348	0.0694
BROMAZEPAM	N05	Anxiolytiques	0.03	39012	21960	28512	106.88	60.16	78.12	1.23	0.51	0.98	0.0369	0.0154	0.0293
APIXABAN	B01	Antithrombotiques	Nd	0	22685	28052.5	0.00	62.15	76.86	0.00	0.53	0.96	-	-	-
ROSUVASTATINE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.8	43700	28550	27555	119.73	78.22	75.49	1.38	0.67	0.94	1.1009	0.5348	0.7549
TIAPRIDE	N05	Antipsychotiques	Nd	45720	41260	27530	125.26	113.04	75.42	1.44	0.97	0.94	-	-	-
MICONAZOLE	J02	Antifongiques	Nd	29800	86950	26400	81.64	238.22	72.33	0.94	2.04	0.90	-	-	-
VILDAGLIPTINE	A10	Antidiabétiques	0.3	11500	22050	26050	31.51	60.41	71.37	0.36	0.52	0.89	0.1086	0.1549	0.2676
PEMETREXED	L01	Antinéoplasiques	0.9	0	7000	25500	0.00	19.18	69.86	0.00	0.16	0.87	0	0.14752371	0.7859589
ALISKIRENE	C02	Antihypertenseurs (autres)	0.25	45600	30450	25050	124.93	83.42	68.63	1.44	0.71	0.86	0.359	0.178	0.214
INFLIXIMAB	L04	Immunosuppresseurs	Nd	0	17800	24900	0.00	48.77	68.22	0.00	0.42	0.85	-	-	-
ONDANSETRON	A04	Antiémétiques et antinauséux	0.1	3688	6696	24800	10.10	18.35	67.95	0.12	0.16	0.85	0.012	0.016	0.085
OPIUM	N02	Analgésiques opiacés	Nd	22850	45930	24540	62.60	125.84	67.23	0.72	1.08	0.84	-	-	-
FIDAXOMICINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	11800	24200	0.00	32.33	66.30	0.00	0.28	0.83	-	-	-
ACETAZOLAMIDE	S01	Médicaments ophtalmologiques	Nd	45500	87500	24000	124.66	239.73	65.75	1.43	2.05	0.82	-	-	-
LOPINAVIR	J05	Antiviraux	0.22	132000	144000	24000	361.64	394.52	65.75	4.16	3.37	0.82	0.915	0.742	0.181
MIFLASONE	H02	Corticoïdes	Nd	0	0	24000	0.00	0.00	65.75	0.00	0.00	0.82	-	-	-
BENZYLPENICILLINE	J01	Antibiotiques	1	268520	86385	23750	735.67	236.67	65.07	8.46	2.02	0.81	8.46	2.02	0.81
RAMIPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	0.02	19387.5	22177.5	23553.75	53.12	60.76	64.53	0.61	0.52	0.81	0.012	0.010	0.016
ACARBOSE	A10	Antidiabétiques	Nd	21700	8500	23250	59.45	23.29	63.70	0.68	0.20	0.80	-	-	-
CYCLOPHOSPHAMIDE	L01	Antinéoplasiques	0.25	36500	23500	23000	100.00	64.38	63.01	1.15	0.55	0.79	0.2874	0.1376	0.1969
DIAZEPAM	N05	Anxiolytiques	0.01	34430	21560	22370	94.33	59.07	61.29	1.08	0.50	0.77	0.0108	0.0050	0.0077
PERINDOPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	0.1	32550	20384	21987	89.18	55.85	60.24	1.03	0.48	0.75	0.1025	0.0477	0.0753
LOXAPINE	N05	Antipsychotiques	Nd	11150	4700	21350	30.55	12.88	58.49	0.35	0.11	0.73	-	-	-
ALFUZOSINE	G04	Médicaments urologiques	Nd	900	16107.5	20957.5	2.47	44.13	57.42	0.03	0.38	0.72	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
PITOLISANT	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	10755	20115	0.00	29.47	55.11	0.00	0.25	0.69	-	-	-
SERTRALINE	N06	Antidépresseurs	0.14	13825	15950	19675	37.88	43.70	53.90	0.44	0.37	0.67	0.0610	0.0523	0.0943
DOLUTEGRAVIR	J05	Antiviraux	0.6	0	7500	19500	0.00	20.55	53.42	0.00	0.18	0.67	0.00	0.1054	0.4007
MIANSERINE	N06	Antidépresseurs	Nd	9220	8610	19390	25.26	23.59	53.12	0.29	0.20	0.66	-	-	-
CANDESARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	0.82	21044	14560	18912	57.65	39.89	51.81	0.66	0.34	0.65	0.5434	0.2796	0.5311
RILPIVIRINE	J05	Antiviraux	0.25	3750	18750	18750	10.27	51.37	51.37	0.12	0.44	0.64	0.0295	0.1098	0.1605
ZONISAMIDE	N03	Antiépileptiques	0.35	24150	33950	18550	66.16	93.01	50.82	0.76	0.79	0.64	0.2662	0.2782	0.2223
HYDROCORTISONE	H02	Corticoïdes	Nd	13433	13716	18527	36.80	37.58	50.76	0.42	0.32	0.63	-	-	-
ACIDE NIFLUMIQUE	M01	AINS et apparentés	Nd	117500	76800	18000	321.92	210.41	49.32	3.70	1.80	0.62	-	-	-
TRIAMCINOLONE	H02	Corticoïdes	Nd	23220	13990.28	17950	63.62	38.33	49.18	0.73	0.33	0.61	-	-	-
HEPTAMINOL	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	11268	28170	17841	30.87	77.18	48.88	0.35	0.66	0.61	-	-	-
ETHOSUXIMIDE	N03	Antiépileptiques	Nd	0	250	17500	0.00	0.68	47.95	0.00	0.01	0.60	-	-	-
ACIDE HYDROXYBUTYRIQUE	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	19200	15540	17160	52.60	42.58	47.01	0.60	0.36	0.59	-	-	-
HYDROQUINIDINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	0	8400	16800	0.00	23.01	46.03	0.00	0.20	0.58	-	-	-
BENZATHINE BENZYLPENICILLINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	16614	16614	0.00	45.52	45.52	0.00	0.39	0.57	-	-	-
CISATRACURIUM	M03	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	8920	26015	16475	24.44	71.27	45.14	0.28	0.61	0.56	-	-	-
NEOMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	4584.2	17304.8	16178.5	12.56	47.41	44.32	0.14	0.41	0.55	-	-	-
AMISULPRIDE	N05	Antipsychotiques	0.8	24000	9000	16000	65.75	24.66	43.84	0.76	0.21	0.55	0.6046	0.1686	0.4384
ESLICARBAZEPINE	N03	Antiépileptiques	0.9	16000	40000	16000	43.84	109.59	43.84	0.50	0.94	0.55	0.4535	0.8430	0.4932
NITROFURANTOINE	J01	Antibiotiques	0.5	11000	5100	15500	30.14	13.97	42.47	0.35	0.12	0.53	0.1732	0.0597	0.2654
RIFAMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	1582	13231	15350	4.33	36.25	42.05	0.05	0.31	0.53	-	-	-
LEDIPASVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	15000	15120	0.00	41.10	41.42	0.00	0.35	0.52	-	-	-
TETRACYCLINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	0	15000	0.00	0.00	41.10	0.00	0.00	0.51	-	-	-
ACIDE FUSIDIQUE	J01	Antibiotiques	Nd	21625	16125	13875	59.25	44.18	38.01	0.68	0.38	0.48	-	-	-
TEMOZOLOMIDE	L01	Antinéoplasiques	Nd	15400	13235	13800	42.19	36.26	37.81	0.48	0.31	0.47	-	-	-
ALIMEMAZINE	R06	Antihistaminiques	Nd	4800	16350	13575	13.15	44.79	37.19	0.15	0.38	0.46	-	-	-
NICORANDIL	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	13980	6200	13400	38.30	16.99	36.71	0.44	0.15	0.46	-	-	-
MIRTAZAPINE	N06	Antidépresseurs	Nd	9300	13095	13380	25.48	35.88	36.66	0.29	0.31	0.46	-	-	-
NIFEDIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	Nd	12190	15600	13380	33.40	42.74	36.66	0.38	0.37	0.46	-	-	-
QUETIAPINE	N05	Antipsychotiques	Nd	0	17400	13300	0.00	47.67	36.44	0.00	0.41	0.46	-	-	-
DOCETAXEL	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	11520	13280	0.00	31.56	36.38	0.00	0.27	0.45	-	-	-
MESNA	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	800	13200	0.00	2.19	36.16	0.00	0.02	0.45	-	-	-
NALBUPHINE	N02	Analgésiques opiacés	Nd	4080	7320	13060	11.18	20.05	35.78	0.13	0.17	0.45	-	-	-
ETIFOXINE	N05	Anxiolytiques	Nd	0	13000	13000	0.00	35.62	35.62	0.00	0.30	0.45	-	-	-
CLOMIPRAMINE	N06	Antidépresseurs	Nd	9425	8100	12925	25.82	22.19	35.41	0.30	0.19	0.44	-	-	-
PHENOBARBITAL	N03	Antiépileptiques	0.25	37020	30510	12530	101.42	83.59	34.33	1.17	0.71	0.43	0.2915	0.1786	0.1073
DISOPYRAMIDE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	0.5	13000	24000	12500	35.62	65.75	34.25	0.41	0.56	0.43	0.2047	0.2810	0.2140
QUININE	P01	Antiprotozoaires	Nd	24000	15000	12000	65.75	41.10	32.88	0.76	0.35	0.41	-	-	-
SCOPOLAMINE	A04	Antiémétiques et antinauséux	Nd	343	6282.5	11998	0.94	17.21	32.87	0.01	0.15	0.41	-	-	-
LENALIDOMIDE	L04	Immunosuppresseurs	0.8	2835	9450	11970	7.77	25.89	32.79	0.09	0.22	0.41	0.0714	0.1770	0.3279
EZETIMIBE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.8	11050	11620	11670	30.27	31.84	31.97	0.35	0.27	0.40	0.2784	0.2177	0.3197
NEBIVOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	Nd	8100	12950	11570	22.19	35.48	31.70	0.26	0.30	0.40	-	-	-
TROSPIMUM	G04	Médicaments urologiques	Nd	0	7400	11260	0.00	20.27	30.85	0.00	0.17	0.39	-	-	-
TELMISARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	Nd	0	800	11240	0.00	2.19	30.79	0.00	0.02	0.38	-	-	-
ATOSIBAN	V03	Tous autres médicaments	Nd	9534.75	13615.5	11220	26.12	37.30	30.74	0.30	0.32	0.38	-	-	-
ACIDE CLODRONIQUE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	24000	16000	11200	65.75	43.84	30.68	0.76	0.37	0.38	0.7558	0.3747	0.3836
METOPROLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.05	1000	6925	11075	2.74	18.97	30.34	0.03	0.16	0.38	0.0016	0.0081	0.0190
SULPIRIDE	N05	Antipsychotiques	Nd	5400	1500	11000	14.79	4.11	30.14	0.17	0.04	0.38	-	-	-
CHLOROPROCAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	0	4000	10500	0.00	10.96	28.77	0.00	0.09	0.36	-	-	-
PIRIBEDIL	N04	Antiparkinsoniens	Nd	9600	5800	10100	26.30	15.89	27.67	0.30	0.14	0.35	-	-	-
APREPITANT	A04	Antiémétiques et antinauséux	Nd	0	7715	10085	0.00	21.14	27.63	0.00	0.18	0.35	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
IDARUCIZUMAB	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	20000	10000	0.00	54.79	27.40	0.00	0.47	0.34	-	-	-
THIOPENTAL	N05	Hypnotiques	Nd	0	5000	10000	0.00	13.70	27.40	0.00	0.12	0.34	-	-	-
METOPIMAZINE	A04	Antiémétiques et antinauséux	Nd	13897.5	8865	9917.5	38.08	24.29	27.17	0.44	0.21	0.34	-	-	-
TERBINAFINE	J02	Antifongiques	Nd	28300	12800	9800	77.53	35.07	26.85	0.89	0.30	0.34	-	-	-
BACLOFENE	V03	Tous autres médicaments	0.8	31900	12580	9730	87.40	34.47	26.66	1.00	0.29	0.33	0.8037	0.2357	0.2666
SIMVASTATINE	C10	Hypolipémiants (statines)	0.01	6140	12480	9560	16.82	34.19	26.19	0.19	0.29	0.33	0.0019	0.0029	0.0033
PRAZEPAM	N05	Anxiolytiques	0.03	7130	7445	9300	19.53	20.40	25.48	0.22	0.17	0.32	0.0067	0.0052	0.0096
PHENELZINE	N06	Anti-démence	Nd	0	0	9000	0.00	0.00	24.66	0.00	0.00	0.31	-	-	-
TOPIRAMATE	N03	Antiépileptiques	0.7	15670	20150	8800	42.93	55.21	24.11	0.49	0.47	0.30	0.3454	0.3303	0.2110
VECURONIUM	M03	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	8	0	8588	0.02	0.00	23.53	0.0003	0.0000	0.29	-	-	-
NIIVOLUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	6900	8500	0.00	18.90	23.29	0.00	0.16	0.29	-	-	-
LISINOPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	0.01	0	7750	8220	0.00	21.23	22.52	0.00	0.18	0.28	0.00	0.0018	0.0028
IPRATROPIUM BROMURE	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	7342.97	9288.04	8014.25	20.12	25.45	21.96	0.23	0.22	0.27	-	-	-
IFOSFAMIDE	L01	Antinéoplasiques	0.5	0	16000	8000	0.00	43.84	21.92	0.00	0.37	0.27	0.00	0.1873	0.1370
ETOMIDATE	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	8720	10340	7620	23.89	28.33	20.88	0.27	0.24	0.26	-	-	-
EPIRUBICINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	3200	7600	0.00	8.77	20.82	0.00	0.07	0.26	-	-	-
ESDEPALLETHRINE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	6150	6150	7380	16.85	16.85	20.22	0.19	0.14	0.25	-	-	-
TRINITRINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	18340	9900	7315	50.25	27.12	20.04	0.58	0.23	0.25	-	-	-
MILNACIPRAN	N06	Antidépresseurs	0.74	10225	3750	7300	28.01	10.27	20.00	0.32	0.09	0.25	0.24	0.065	0.185
NIMODIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	Nd	0	0	7130	0.00	0.00	19.53	0.00	0.00	0.24	-	-	-
INDOMETACINE	M01	AINS et apparentés	Nd	0	6000	7000	0.00	16.44	19.18	0.00	0.14	0.24	-	-	-
HYDROXYPROGESTERONE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	0	3500	6500	0.00	9.59	17.81	0.00	0.08	0.22	-	-	-
NYSTATINE	J01	Antibiotiques	1	1977.6	1112.4	6365.4	5.42	3.05	17.44	0.06	0.03	0.22	0.062	0.026	0.22
CITALOPRAM	N06	Antidépresseurs	0.4	18860	18540	6340	51.67	50.79	17.37	0.59	0.43	0.22	0.24	0.17	0.087
AMBRISENTAN	C02	Antihypertenseurs (autres)	0.59	4200	8100	6300	11.51	22.19	17.26	0.13	0.19	0.22	0.078	0.11	0.13
LEVOPROMAZINE	N05	Antipsychotiques	Nd	39050	31500	6250	106.99	86.30	17.12	1.23	0.74	0.21	-	-	-
LOPERAMIDE	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	3060	6508	6200	8.38	17.83	16.99	0.10	0.15	0.21	-	-	-
DROPERIDOL	N05	Antipsychotiques	Nd	852.5	5571.25	6161.25	2.34	15.26	16.88	0.03	0.13	0.21	-	-	-
ACIDE 5 AMINOSALICYLIQUE	A07	Antiinflammatoires intestinaux	Nd	0	0	6000	0.00	0.00	16.44	0.00	0.00	0.21	-	-	-
ISONIAZIDE	J04	Antituberculeux	Nd	2000	10000	6000	5.48	27.40	16.44	0.06	0.23	0.21	-	-	-
ISOSORBIDE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	24220	16060	5850	66.36	44.00	16.03	0.76	0.38	0.20	-	-	-
DEXCHLORPHENIRAMINE	R06	Antihistaminiques	Nd	2885	6538	5760	7.90	17.91	15.78	0.09	0.15	0.20	-	-	-
BETAMETHASONE	H02	Corticoïdes	Nd	2788	3828	5575.5	7.64	10.49	15.28	0.09	0.09	0.19	-	-	-
PYRIMETHAMINE	P01	Antiprotozoaires	Nd	1000	0	5500	2.74	0.00	15.07	0.03	0.00	0.19	-	-	-
TIANEPTINE	N06	Antidépresseurs	0.08	8162.5	4250	5275	22.36	11.64	14.45	0.26	0.10	0.18	0.0206	0.0080	0.0145
RIVASTIGMINE	N06	Antidépresseurs	Nd	21285	8733	5199	58.32	23.93	14.24	0.67	0.20	0.18	-	-	-
PERTUZUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	5040	0.00	0.00	13.81	0.00	0.00	0.17	-	-	-
CARBIMAZOLE	H03	Médicaments de la thyroïde	0.01	1950	4000	5005	5.34	10.96	13.71	0.06	0.09	0.17	0.0006	0.0009	0.0017
BUSPIRONE	N05	Antipsychotiques	Nd	11500	6900	4980	31.51	18.90	13.64	0.36	0.16	0.17	-	-	-
PILOCARPINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	20000	4968	0.00	54.79	13.61	0.00	0.47	0.17	-	-	-
CLOBAZAM	N05	Anxiolytiques	0.03	11100	3152	4900	30.41	8.64	13.42	0.35	0.07	0.17	0.0105	0.0022	0.0050
KETOCONAZOLE	J02	Antifongiques	Nd	6200	3200	4800	16.99	8.77	13.15	0.20	0.07	0.16	-	-	-
PHENAZONE	N02	Analgsiques non opiacés	Nd	15000	60000	4800	41.10	164.38	13.15	0.47	1.40	0.16	-	-	-
BECLOMETASONE	H01	Corticoïdes	Nd	11274	7250	4762	30.89	19.86	13.05	0.36	0.17	0.16	-	-	-
ACIDE GADOTERIQUE	V08	Produits de contraste	1	0	2978	4748.1	0.00	8.16	13.01	0.00	0.07	0.16	0.00	0.07	0.16
BETAHISTINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	8872	7000	4560	24.31	19.18	12.49	0.28	0.16	0.16	-	-	-
CICLETANINE	C03	Diurétiques	Nd	8250	6000	4500	22.60	16.44	12.33	0.26	0.14	0.15	-	-	-
BENDAMUSTINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	4400	0.00	0.00	12.05	0.00	0.00	0.15	-	-	-
HALOPERIDOL	N05	Antipsychotiques	Nd	1446	2216	4325	3.96	6.07	11.85	0.05	0.05	0.15	-	-	-
NEOSTIGMINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	905.5	2868.5	4283.5	2.48	7.86	11.74	0.03	0.07	0.15	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
OLMESARTAN	C09	Antihypertenseurs (sartans)	1	6200	26450	4150	16.99	72.47	11.37	0.20	0.62	0.14	0.1952	0.6194	0.1421
METHADONE	N02	Analgésiques opiacés	Nd	3060	884	4034	8.38	2.42	11.05	0.10	0.02	0.14	-	-	-
PREDNISONNE	H02	Corticoïdes	Nd	3780	3065	3960	10.36	8.40	10.85	0.12	0.07	0.14	-	-	-
OXYBUTYNINE	G04	Médicaments urologiques	0.01	2840	1655	3930	7.78	4.53	10.77	0.09	0.04	0.13	0.0009	0.0004	0.0013
PIPERAQUINE	P01	Antiprotozoaires	Nd	0	0	3840	0.00	0.00	10.52	0.00	0.00	0.13	-	-	-
IVABRADINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	5630	5020	3760	15.42	13.75	10.30	0.18	0.12	0.13	-	-	-
ALBENDAZOLE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	0	3600	3600	0.00	9.86	9.86	0.00	0.08	0.12	-	-	-
WARFARINE	B01	Antithrombotiques	Nd	3030	2095	3580	8.30	5.74	9.81	0.10	0.05	0.12	-	-	-
RIOCIGUAT	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	0	2562	3507	0.00	7.02	9.61	0.00	0.06	0.12	-	-	-
FLUBENDAZOLE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	100	4600	3500	0.27	12.60	9.59	0.00	0.11	0.12	-	-	-
FENTANYL	N02	Analgésiques opiacés	0.08	1539.8	3060.5	3398	4.22	8.38	9.31	0.05	0.07	0.12	0.0039	0.0057	0.0093
CLOZAPINE	N05	Hypnotiques	Nd	3675	5625	3275	10.07	15.41	8.97	0.12	0.13	0.11	-	-	-
FONDAPARINUX	B01	Antithrombotiques	0.8	7190	2792.5	3270	19.70	7.65	8.96	0.23	0.07	0.11	0.1811	0.0523	0.0896
APOMORPHINE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	10300	2160	3200	28.22	5.92	8.77	0.32	0.05	0.11	-	-	-
MEMANTINE	N06	Anti-démence	0.74	7770	7330	3190	21.29	20.08	8.74	0.24	0.17	0.11	0.1811	0.1270	0.0808
OMBITASVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	2800	3150	0.00	7.67	8.63	0.00	0.07	0.11	-	-	-
ALTIZIDE	C03	Diurétiques	Nd	4425	4020	3120	12.12	11.01	8.55	0.14	0.09	0.11	-	-	-
CANRENOATE DE POTASSIUM	C03	Diurétiques	Nd	120300	32900	3100	329.59	90.14	8.49	3.79	0.77	0.11	-	-	-
EPLERENONE	C03	Diurétiques	Nd	4500	1000	3050	12.33	2.74	8.36	0.14	0.02	0.10	-	-	-
ALTEPLASE	B01	Antithrombotiques	Nd	1100	1980	3020	3.01	5.42	8.27	0.03	0.05	0.10	-	-	-
FINASTERIDE	G04	Médicaments urologiques	Nd	1975	1350	3020	5.41	3.70	8.27	0.06	0.03	0.10	-	-	-
TOBRAMYCINE	J01	Antibiotiques	1	3450	2715	3015	9.45	7.44	8.26	0.11	0.06	0.10	0.1086	0.0636	0.1033
BICALUTAMIDE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	12250	8900	3000	33.56	24.38	8.22	0.39	0.21	0.10	-	-	-
CAPECITABINE	L01	Antinéoplasiques	0.03	0	0	3000	0.00	0.00	8.22	0.00	0.00	0.10	0.0000	0.0000	0.0031
GALANTAMINE	N06	Anti-démence	Nd	5600	6240	2936	15.34	17.10	8.04	0.18	0.15	0.10	-	-	-
MONTELUKAST	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	2123	3275	2925	5.82	8.97	8.01	0.07	0.08	0.10	-	-	-
ALPRAZOLAM	N05	Anxiolytiques	0.01	2015.5	2459.25	2845.5	5.52	6.74	7.80	0.06	0.06	0.10	0.0006	0.0006	0.0010
FOSINOPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	Nd	0	3160	2840	0.00	8.66	7.78	0.00	0.07	0.10	-	-	-
LABETALOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.6	7100	7100	2800	19.45	19.45	7.67	0.22	0.17	0.10	0.1342	0.0998	0.0575
TETRABENAZINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	0	2800	0.00	0.00	7.67	0.00	0.00	0.10	-	-	-
ESOMEPRAZOLE	A02	Antiacides	0.01	661300	840	2770	1811.78	2.30	7.59	20.825	0.020	0.095	0.2083	0.0002	0.0009
ROTIGOTINE	N04	Antiparkinsoniens	0.6	4014	711	2753	11.00	1.95	7.54	0.126	0.017	0.094	0.0758	0.0100	0.0566
TROPICAMIDE	S01	Médicaments ophtalmologiques	Nd	140	2310	2744	0.38	6.33	7.52	0.004	0.054	0.094	-	-	-
BUTYLSCOPOLAMINE	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	0	2520	2700	0.00	6.90	7.40	0.000	0.059	0.092	-	-	-
RISPERIDONE	N05	Antipsychotiques	Nd	1817	743	2639	4.98	2.04	7.23	0.057	0.017	0.090	-	-	-
PRIMIDONE	N03	Antiépileptiques	Nd	0	0	2500	0.00	0.00	6.85	0.000	0.000	0.086	-	-	-
DUPILUMAB	V03	Tous autres médicaments	Nd	0	0	2400	0.00	0.00	6.58	0.000	0.000	0.082	-	-	-
OXYTETRACYCLINE	J01	Antibiotiques	1	159.6	1959.51	2378.76	0.44	5.37	6.52	0.005	0.046	0.081	0.005	0.046	0.082
OXELADINE	V03	Tous autres médicaments	Nd	3750	1125	2375	10.27	3.08	6.51	0.118	0.026	0.081	-	-	-
JOSAMYCINE	J01	Antibiotiques	0.2	1000	1250	2250	2.74	3.42	6.16	0.031	0.029	0.077	0.0063	0.0059	0.0154
NADOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	Nd	0	0	2240	0.00	0.00	6.14	0.000	0.000	0.077	-	-	-
CISPLATINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	2200	2200	0.00	6.03	6.03	0.000	0.052	0.075	-	-	-
DOXORUBICINE	L01	Antinéoplasiques	0.5	0	2370	2190	0.00	6.49	6.00	0.000	0.055	0.075	0.0000	0.0277	0.0375
METHOTREXATE	L01	Antinéoplasiques	0.9	1055	2400	2140	2.89	6.58	5.86	0.033	0.056	0.073	0.0299	0.0506	0.0660
NALTREXONE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	0	2100	0.00	0.00	5.75	0.000	0.000	0.072	-	-	-
PALBOCICLIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	2100	0.00	0.00	5.75	0.000	0.000	0.072	-	-	-
LORAZEPAM	N05	Anxiolytiques	0.85	2495	2137.5	2020	6.84	5.86	5.53	0.079	0.050	0.069	0.0668	0.0425	0.0588
INDAPAMIDE	C03	Diurétiques	Nd	2743.5	1649.375	1996.5	7.52	4.52	5.47	0.086	0.039	0.068	-	-	-
ATROPINE	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	1963	2069.5	1897.5	5.38	5.67	5.20	0.062	0.048	0.065	-	-	-
REPAGLINIDE	A10	Antidiabétiques	0.02	1973	3113	1874	5.41	8.53	5.13	0.062	0.073	0.064	0.0012	0.0015	0.0013
BUMETANIDE	C03	Diurétiques	1	200	600	1800	0.55	1.64	4.93	0.006	0.014	0.062	0.0063	0.0140	0.0616

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
BUDESONIDE	H02	Corticoïdes	0.01	2400.76	2129.34	1796.8	6.58	5.83	4.92	0.076	0.050	0.062	0.0008	0.0005	0.0006
POLYMYXINE B	J01	Antibiotiques	Nd	423.36	1347.84	1795.2	1.16	3.69	4.92	0.013	0.032	0.061	-	-	-
RALOXIFENE	G04	Médicaments urologiques	Nd	0	0	1680	0.00	0.00	4.60	0.000	0.000	0.058	-	-	-
FELODIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	Nd	50	-312.5	1667.5	0.14	0.00	4.57	0.002	0.000	0.057	-	-	-
CLONAZEPAM	N03	Antiépileptiques	Nd	2551	521	1658	6.99	1.43	4.54	0.080	0.012	0.057	-	-	-
GLIBENCLAMIDE	A10	Antidiabétiques	0.1	3635	4225	1550	9.96	11.58	4.25	0.114	0.099	0.053	0.0114	0.0099	0.0053
RILUZOLE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	700	1550	0.00	1.92	4.25	0.000	0.016	0.053	-	-	-
PERMETHRINE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	0	5000	1500	0.00	13.70	4.11	0.000	0.117	0.051	-	-	-
TRAZODONE	N06	Antidépresseurs	Nd	0	9000	1500	0.00	24.66	4.11	0.000	0.211	0.051	-	-	-
DORZOLAMIDE	S01	Médicaments ophtalmologiques	Nd	600	420	1400	1.64	1.15	3.84	0.019	0.010	0.048	-	-	-
ARIPIRAZOLE	N05	Hypnotiques	Nd	1285	235	1310	3.52	0.64	3.59	0.040	0.006	0.045	-	-	-
CEFPODOXIME	J01	Antibiotiques	0.8	8200	3300	1300	22.47	9.04	3.56	0.258	0.077	0.045	0.2066	0.0618	0.0356
EXEMESTANE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	750	0	1300	2.05	0.00	3.56	0.024	0.000	0.045	-	-	-
METHOXYFLURANE	N01	Anesthésiques généraux halogénés	Nd	0	0	1278	0.00	0.00	3.50	0.000	0.000	0.044	-	-	-
AZATHIOPRINE	L04	Immunosuppresseurs	Nd	1250	1875	1250	3.42	5.14	3.42	0.039	0.044	0.043	-	-	-
TROPATEPINE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	730	1300	1240	2.00	3.56	3.40	0.023	0.030	0.042	-	-	-
PROMETHAZINE	R06	Antihistaminiques	Nd	3000	0	1200	8.22	0.00	3.29	0.094	0.000	0.041	-	-	-
RILMENIDINE	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	1450	1195	1195	3.97	3.27	3.27	0.046	0.028	0.041	-	-	-
TETRACAINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	900	720	1140	2.47	1.97	3.12	0.028	0.017	0.039	-	-	-
DANTROLENE	V03	Tous autres médicaments	Nd	34790	360	1040	95.32	0.99	2.85	1.096	0.008	0.036	-	-	-
ALIZAPRIDE	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	0	1000	1000	0.00	2.74	2.74	0.000	0.023	0.034	-	-	-
CEFACLOR	J01	Antibiotiques	0.9	0	125	1000	0.00	0.34	2.74	0.000	0.003	0.034	0.00	0.0026	0.0308
CYPROTERONE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	13400	4500	1000	36.71	12.33	2.74	0.422	0.105	0.034	-	-	-
MIDODRINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	1417.5	2050	1000	3.88	5.62	2.74	0.045	0.048	0.034	-	-	-
OLANZAPINE	N05	Antipsychotiques	Nd	932.5	645	952.5	2.55	1.77	2.61	0.029	0.015	0.033	-	-	-
REMIFENTANIL	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	0	510	912	0.00	1.40	2.50	0.000	0.012	0.031	-	-	-
ENALAPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	0.25	500	560	900	1.37	1.53	2.47	0.016	0.013	0.031	0.0039	0.0033	0.0077
ACIDE ALENDRONIQUE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	3150	490	840	8.63	1.34	2.30	0.099	0.011	0.029	0.0992	0.0115	0.0288
CABAZITAXEL	L01	Antinéoplasiques	0.02	0	720	840	0.00	1.97	2.30	0.000	0.017	0.029	0.00	0.0003	0.0006
LANSOPRAZOLE	A02	Antiacides	Nd	0	0	840	0.00	0.00	2.30	0.000	0.000	0.029	-	-	-
ACIDE PAMIDRONIQUE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	0	2250	810	0.00	6.16	2.22	0.000	0.053	0.028	0.00	0.0527	0.0277
TENECTEPLASE	B01	Antithrombotiques	Nd	1050	1000	800	2.88	2.74	2.19	0.033	0.023	0.027	-	-	-
GLIMEPIRIDE	A10	Antidiabétiques	0.01	910	650	780	2.49	1.78	2.14	0.029	0.015	0.027	0.0003	0.0002	0.0003
MOLSIDOMINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	1224	1270	730	3.35	3.48	2.00	0.039	0.030	0.025	-	-	-
ALFENTANIL	N01	Anesthésiques généraux et adjuvants	Nd	168	788	696	0.46	2.16	1.91	0.005	0.018	0.024	-	-	-
ETONOGESTREL	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	1428	2312	680	3.91	6.33	1.86	0.045	0.054	0.023	-	-	-
SUMATRIPTAN	N02	Antimigraineux	Nd	480	550	672	1.32	1.51	1.84	0.015	0.013	0.023	-	-	-
POMALIDOMIDE	L04	Immunosuppresseurs	Nd	0	0	602	0.00	0.00	1.65	0.000	0.000	0.021	-	-	-
BUPRENORPHINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	0.49	606	46	588	1.66	0.13	1.61	0.019	0.001	0.020	0.0094	0.0005	0.0099
LEVOTHYROXINE SODIQUE	H03	Médicaments de la thyroïde	Nd	550.875	397.85	572.4	1.51	1.09	1.57	0.017	0.009	0.020	-	-	-
DIGOXINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	0.7	3613.5	606.875	556.25	9.90	1.66	1.52	0.114	0.014	0.019	0.0797	0.0099	0.0133
PRAZOSINE	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	225	487.5	545	0.62	1.34	1.49	0.007	0.011	0.019	-	-	-
ACENOCOUMAROL	B01	Antithrombotiques	Nd	680	200	540	1.86	0.55	1.48	0.021	0.005	0.018	-	-	-
MITOMYCINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	2540	540	0.00	6.96	1.48	0.000	0.059	0.018	-	-	-
DONEPEZIL	N06	Antidépresseurs	Nd	2720	765	525	7.45	2.10	1.44	0.086	0.018	0.018	-	-	-
IVERMECTINE	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	321	612	504	0.88	1.68	1.38	0.010	0.014	0.017	-	-	-
PIPOBROMAN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	500	0.00	0.00	1.37	0.000	0.000	0.017	-	-	-
ARTENIMOL	P01	Antiprotozoaires	Nd	0	0	480	0.00	0.00	1.32	0.000	0.000	0.016	-	-	-
TRIMETHYLPHLOROGLUCINOL	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	0	381.2	478.36	0.00	1.04	1.31	0.000	0.009	0.016	-	-	-
PEMBROLIZUMAB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	450	0.00	0.00	1.23	0.000	0.000	0.015	-	-	-
SUFENTANIL	N02	Analgésiques opiacés	Nd	355.95	515.21	431.21	0.98	1.41	1.18	0.011	0.012	0.015	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
ACIDE RISEDRONIQUE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	0	315	420	0.00	0.86	1.15	0.000	0.007	0.014	0.00	0.0074	0.0144
CASPOFUNGINE	J02	Antifongiques	Nd	0	320	420	0.00	0.88	1.15	0.000	0.007	0.014	-	-	-
VINORELBINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	450	390	0.00	1.23	1.07	0.000	0.011	0.013	-	-	-
TAMSULOSINE	G04	Médicaments urologiques	Nd	662	383.6	388	1.81	1.05	1.06	0.021	0.009	0.013	-	-	-
TIMOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	0.2	621.25	146.25	335	1.70	0.40	0.92	0.020	0.003	0.011	0.0039	0.0007	0.0023
ACIDE CROMOGLICIQUE	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	1	868	504	322	2.38	1.38	0.88	0.027	0.012	0.011	0.0273	0.0118	0.0110
BENAZEPRIL	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	0	0	300	0.00	0.00	0.82	0.000	0.000	0.010	-	-	-
MANIDIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	Nd	150	300	300	0.41	0.82	0.82	0.005	0.007	0.010	-	-	-
TIXOCORTOL	H01	Corticoïdes	Nd	400	900	300	1.10	2.47	0.82	0.013	0.021	0.010	-	-	-
TRIHÉXYPHÉNYDYL	N04	Antiparkinsoniens	Nd	1540	1215	300	4.22	3.33	0.82	0.048	0.028	0.010	-	-	-
LORMETAZÉPAM	N05	Anxiolytiques	Nd	460	275	293	1.26	0.75	0.80	0.014	0.006	0.010	-	-	-
LANREOTIDE	H01	Dérivés hormonaux (autres)	Nd	0	210	264	0.00	0.58	0.72	0.000	0.005	0.009	-	-	-
NALMEFÈNE	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	0	252	0.00	0.00	0.69	0.000	0.000	0.009	-	-	-
AMORZOLFINE	J02	Antifongiques	Nd	250	0	250	0.68	0.00	0.68	0.008	0.000	0.009	-	-	-
LETROZOLE	L02	Thérapeutique endocrine	0.06	200	495	250	0.55	1.36	0.68	0.006	0.012	0.009	0.0004	0.0007	0.0005
COLISTINE	J01	Antibiotiques	Nd	1171.2	488	244	3.21	1.34	0.67	0.037	0.011	0.008	-	-	-
ROPINIROLE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	234.75	612.5	231	0.64	1.68	0.63	0.007	0.014	0.008	-	-	-
CLONIDINE	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	39.45	271.5	229.95	0.11	0.74	0.63	0.001	0.006	0.008	-	-	-
CLOTIAZÉPAM	N05	Antipsychotiques	Nd	0	350	225	0.00	0.96	0.62	0.000	0.008	0.008	-	-	-
DESCLORATADINE	R06	Antihistaminiques	Nd	0	0	225	0.00	0.00	0.62	0.000	0.000	0.008	-	-	-
LEVONORGESTREL	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	263.5	147	211	0.72	0.40	0.58	0.008	0.003	0.007	-	-	-
RUXOLITINIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	210	0.00	0.00	0.58	0.000	0.000	0.007	-	-	-
BORTEZOMIB	L01	Antinéoplasiques	Nd	73.5	24.5	203	0.20	0.07	0.56	0.002	0.001	0.007	-	-	-
FLUTICASONE	H01	Corticoïdes	0.95	1572	351.625	197	4.31	0.96	0.54	0.050	0.008	0.007	0.0470	0.0078	0.0064
FLUDARABINE	L01	Antinéoplasiques	0.13	0	0	150	0.00	0.00	0.41	0.000	0.000	0.005	0.0000	0.0000	0.0007
MISOPROSTOL	G03	Prostaglandines	Nd	109.2	164	141.6	0.30	0.45	0.39	0.0034	0.0038	0.0048	-	-	-
LOPRAZOLAM	N05	Anxiolytiques	Nd	100	200	140	0.27	0.55	0.38	0.0031	0.0047	0.0048	-	-	-
TOPOTECAN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	24	136	0.00	0.07	0.37	0.0000	0.0006	0.0047	-	-	-
ACIDE ZOLEDRONIQUE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	104	84	132	0.28	0.23	0.36	0.0033	0.0020	0.0045	0.0033	0.0020	0.0045
DENOSUMAB	M05	Traitement de l'ostéoporose	Nd	0	120	120	0.00	0.33	0.33	0.0000	0.0028	0.0041	-	-	-
DINOPROSTONE	G02	Prostaglandines et analogues	Nd	2071	1712	120	5.67	4.69	0.33	0.0652	0.0401	0.0041	-	-	-
PRASUGREL	B01	Anti-thrombotiques	0.01	1060	60	120	2.90	0.16	0.33	0.0334	0.0014	0.0041	0.0003	0.0000140	0.0000411
FLUDROCORTISONE	H02	Corticoïdes	Nd	8.5	703.95	119.3	0.02	1.93	0.33	0.0003	0.0165	0.0041	-	-	-
MELPHALAN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	100	0.00	0.00	0.27	0.0000	0.0000	0.0034	-	-	-
TAMOXIFÈNE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	500	1100	100	1.37	3.01	0.27	0.0157	0.0258	0.0034	-	-	-
PICLOXYDINE	D08	Antiseptiques	Nd	34.6	157.949	98.61	0.09	0.43	0.27	0.0011	0.0037	0.0034	-	-	-
ERIBULIN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	27.6	97.52	0.00	0.08	0.27	0.0000	0.0006	0.0033	-	-	-
FROVATRIPTAN	N02	Antimigraineux	Nd	30	30	90	0.08	0.08	0.25	0.0009	0.0007	0.0031	-	-	-
LIRAGLUTIDE	A10	Antidiabétiques	Nd	0	18	90	0.00	0.05	0.25	0.0000	0.0004	0.0031	-	-	-
PRAMIPEXOLE	N04	Antiparkinsoniens	0.9	74.05	214.64	79.82	0.20	0.59	0.22	0.0023	0.0050	0.0027	0.0021	0.0045	0.0025
FLUMAZENIL	V03	Tous autres médicaments	Nd	139	97.5	78	0.38	0.27	0.21	0.0044	0.0023	0.0027	-	-	-
NALOXONE	V03	Tous autres médicaments	Nd	74.8	146	65	0.20	0.40	0.18	0.0024	0.0034	0.0022	-	-	-
CHLORAMBUCIL	L01	Antinéoplasiques	Nd	120	0	60	0.33	0.00	0.16	0.0038	0.0000	0.0021	-	-	-
MUPIROCINE	J02	Antifongiques	Nd	0	720	60	0.00	1.97	0.16	0.0000	0.0169	0.0021	-	-	-
OCTREOTIDE	H01	Dérivés hormonaux (autres)	Nd	2.4	22.5	52.1	0.01	0.06	0.14	0.0001	0.0005	0.0018	-	-	-
AMILORIDE	C03	Diurétiques	1	450	0	50	1.23	0.00	0.14	0.0142	0.0000	0.0017	0.0142	0.0000	0.0017
ANAGRELIDE	L01	Antinéoplasiques	0.01	0	0	50	0.00	0.00	0.14	0.0000	0.0000	0.0017	0.00	0.00	0.00
BRIMONIDINE	S01	Médicaments ophtalmologiques	Nd	80	60	50	0.22	0.16	0.14	0.0025	0.0014	0.0017	-	-	-
BRINZOLAMIDE	S01	Médicaments ophtalmologiques	Nd	50	0	50	0.14	0.00	0.14	0.0016	0.0000	0.0017	-	-	-
ISRADIPINE	C08	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0.01	0	0	50	0.00	0.00	0.14	0.0000	0.0000	0.0017	0.00	0.00	0.000017
ATOVAQUONE	P01	Antiprotozoaires	0.95	48750	28635	45	133.56	78.45	0.12	1.5352	0.6705	0.0015	1.4584	0.6370	0.0015

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
DESONIDE	H02	Corticoïdes	Nd	60	30	45	0.16	0.08	0.12	0.0019	0.0007	0.0015	-	-	-
ENTECAVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	15	45	0.00	0.04	0.12	0.0000	0.0004	0.0015	-	-	-
ETHINYLESTRADIOL	G03	Hormones sexuelles et dérivés	0.4	128.3	29.4	42.2	0.35	0.08	0.12	0.0040	0.0007	0.0014	0.0016	0.00028	0.00058
MOXONIDINE	C02	Antihypertenseurs (autres)	Nd	132	82	36	0.36	0.22	0.10	0.0042	0.0019	0.0012	-	-	-
SOLIFENACINE	G04	Médicaments urologiques	Nd	500	0	35	1.37	0.00	0.10	0.0157	0.0000	0.0012	-	-	-
TERLIPRESSINE	H01	Dérivés hormonaux (autres)	Nd	76	11	35	0.2082	0.0301	0.0959	0.0024	0.0003	0.0012	-	-	-
SULPROSTONE	G03	Prostaglandines	Nd	24.5	26	33	0.0671	0.0712	0.0904	0.0008	0.0006	0.0011	-	-	-
OXYTOCINE	H01	Dérivés hormonaux (autres)	Nd	32.121	31.374	31.125	0.0880	0.0860	0.0853	0.0010	0.0007	0.0011	-	-	-
EBASTINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	30	0.0000	0.0000	0.0822	0.0000	0.0000	0.0010	-	-	-
RASAGILINE	N04	Antiparkinsoniens	0.01	420	241	30	1.1507	0.6603	0.0822	0.0132	0.0056	0.0010	0.000132	0.000056	0.000010
TEMSIROLIMUS	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	30	0.0000	0.0000	0.0822	0.0000	0.0000	0.0010	-	-	-
INDACATEROL	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	0.5	0	370.5	27.9	0.0000	1.0151	0.0764	0.0000	0.0087	0.0010	0.0000	0.0043	0.0005
SALMETEROL	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	0.01	261.4	0.25	23	0.7162	0.0007	0.0630	0.0082	0.0000	0.0008	0.000082	0.0000006	0.00000788
LEUPRORELIN	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	11.25	0	22.5	0.0308	0.0000	0.0616	0.0004	0.0000	0.0008	-	-	-
FLUVOXAMINE	N06	Antidépresseurs	Nd	0	0	20	0.0000	0.0000	0.0548	0.0000	0.0000	0.0007	-	-	-
HYDROMORPHONE	N02	Analgésiques opiacés	Nd	264	528	20	0.7233	1.4466	0.0548	0.0083	0.0124	0.0007	-	-	-
CHLORMETHINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	0	19.2	0.0000	0.0000	0.0526	0.0000	0.0000	0.0007	-	-	-
FILGRASTIM	L03	Immunostimulants	Nd	0.48	15.12	17.16	0.0013	0.0414	0.0470	0.0000	0.0004	0.0006	-	-	-
TRANDOLAPRIL	C09	Antihypertenseurs (IEC)	0.01	239.5	27	14	0.6562	0.0740	0.0384	0.0075	0.0006	0.0005	0.0000754	0.0000063	0.0000048
DIETHYLSTILBESTROL	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	65	24	13	0.1781	0.0658	0.0356	0.0020	0.0006	0.0004	-	-	-
TRABECTEDINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	6	12	0.0000	0.0164	0.0329	0.0000	0.0001	0.0004	-	-	-
VINCISTINE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	34	10	0.0000	0.0932	0.0274	0.0000	0.0008	0.0003	-	-	-
FORMOTEROL	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	12.3895	3.9465	5.1915	0.0339	0.0108	0.0142	0.0004	0.0001	0.0002	-	-	-
DESMOPRESSINE	G04	Médicaments urologiques	Nd	4.364	0.084	4.21	0.0120	0.0002	0.0115	0.000137	0.000002	0.000144	-	-	-
TETRACOSACTIDE	H01	Dérivés hormonaux (autres)	Nd	5.75	0.75	4	0.0158	0.0021	0.0110	0.000181	0.000018	0.000137	-	-	-
CARBACHOL	N07	Autres médicaments du système nerveux	Nd	0	1.65	3.45	0.0000	0.0045	0.0095	0.000000	0.000039	0.000118	-	-	-
ILOPROST	B01	Antithrombotiques	Nd	24.5	0.95	2.15	0.0671	0.0026	0.0059	0.000772	0.000022	0.000074	-	-	-
SECNIDAZOLE	P01	Antiprotozoaires	Nd	4	0	2	0.0110	0.0000	0.0055	0.000126	0.000000	0.000068	-	-	-
LATANOPROST	G02	Prostaglandines et analogues	0.01	0.625	0.7625	1.8625	0.0017	0.0021	0.0051	0.000020	0.000018	0.000064	0.00000020	0.00000018	0.00000064
BIMATOPROST	G02	Prostaglandines et analogues	Nd	2.7	0	1.8	0.0074	0.0000	0.0049	0.000085	0.000000	0.000062	-	-	-
LIOTHYRONINE SODIQUE	H03	Médicaments de la thyroïde	Nd	2.25	0.9	1.5	0.0062	0.0025	0.0041	0.000071	0.000021	0.000051	-	-	-
KETOTIFENE	R06	Antihistaminiques	Nd	0	0	1.25	0.0000	0.0000	0.0034	0.000000	0.000000	0.000043	-	-	-
FINGOLIMOD	L04	Immunosuppresseurs	Nd	10	3.5	1	0.0274	0.0096	0.0027	0.000315	0.000082	0.000034	-	-	-
PALONOSETRON	A04	Antiémétiques et antinauséux	Nd	0	0	1	0.0000	0.0000	0.0027	0.000000	0.000000	0.000034	-	-	-
DESOGESTREL	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	126	0.075	0.75	0.3452	0.0002	0.0021	0.003968	0.000002	0.000026	-	-	-
TRAVOPROST	G02	Prostaglandines et analogues	Nd	0.5	0.4	0.3	0.0014	0.0011	0.0008	0.000016	0.000009	0.000010	-	-	-
EXENATIDE	A10	Antidiabétiques	Nd	0	6.04	0.09	0.0000	0.0165	0.0002	0.00	0.000141	0.000003	-	-	-
ABIRATERONE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	30000	0	0	82.19	0.00	0	0.9447	0.00	0.00	-	-	-
ACIDE GADOPENTETIQUE	V08	Produits de contraste	1	429135	110215	0	1175.71	301.96	0	13.51	2.58	0.00	13.51	2.58	0.00
ACIDE IOXAGLIQUE	V08	Produits de contraste	1	0	3537000	0	0.00	9690.41	0	0.00	82.82	0.00	0.0000	82.8240	0.00
ACIDE IOXITALAMIQUE	V08	Produits de contraste	1	99090	176160	0	271.48	482.63	0	3.12	4.13	0.00	3.1205	4.1250	0.00
ACIDE SALICYLIQUE	M02	AINS et apparentés	0.01	12000	0	0	32.88	0.00	0	0.38	0.00	0.00	0.00378	0.00	0.00
ACIDE SPAGLUMIQUE	V03	Tous autres médicaments	Nd	392	1176	0	1.07	3.22	0	0.01234	0.02754	0.00	-	-	-
AGOMELATINE	N06	Antidépresseurs	0.01	700	1400	0	1.92	3.84	0	0.02204	0.03278	0.00	0.00022	0.0003	0.00
ALPROSTADIL	V03	Tous autres médicaments	Nd	2	1	0	0.005	0.003	0	0.00006	0.00002	0.00	-	-	-
AMANTADINE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	5000	15000	0	13.70	41.10	0	0.15746	0.35125	0.00	-	-	-
ARTICAINE	N01	Anesthésiques locaux	0.02	127200	60000	0	348.49	164.38	0	4.00567	1.40499	0.00	0.0801	0.0281	0.00
AXITINIB	L01	Antinéoplasiques	0.62	280	0	0	0.77	0.00	0	0.00882	0.00	0.00	0.0055	0.00	0.00
AZTREONAM	J01	Antibiotiques	0.67	26000	0	0	71.23	0.00	0	0.81877	0.00	0.00	0.5486	0.00	0.00
BAMBUTEROL	R03	Antiasthmatiques et système respiratoire	Nd	300	0	0	0.82	0.00	0	0.00945	0.00	0.00	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
BENZOATE DE BENZYLE	P03	Antiparasitaires et insecticides	1	237500	50000	0	650.68	136.99	0	7.48	1.17	0.00	7.4791	1.1708	0.00
BIPERIDENE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	40	0	0	0.11	0.00	0	0.0013	0.0000	0.00	-	-	-
BRENTUXIMAB VEDOTIN	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	600	0	0.00	1.64	0	0.0000	0.0140	0.00	-	-	-
BROMOCRIPTINE	N04	Antiparkinsoniens	Nd	2300	0	0	6.30	0.00	0	0.0724	0.0000	0.00	-	-	-
BUPROPION	N06	Antidépresseurs	Nd	18000	0	0	49.32	0.00	0	0.5668	0.0000	0.00	-	-	-
CARVEDILOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	Nd	0	525	0	0.00	1.44	0	0.0000	0.0123	0.00	-	-	-
CHLORMADINONE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	1920	0	0	5.26	0.00	0	0.0605	0.0000	0.00	-	-	-
CHLORQUINALDOL	D08	Antiseptiques	Nd	3600	0	0	9.86	0.00	0	0.1134	0.0000	0.00	-	-	-
CHLORTALIDONE	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	Nd	162.5	375	0	0.45	1.03	0	0.0051	0.0088	0.00	-	-	-
CIBENZOLINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	3640	2600	0	9.97	7.12	0	0.1146	0.0609	0.00	-	-	-
CICLOPIROX	J02	Antifongiques	Nd	0.48	3500	0	0.00	9.59	0	0.0000	0.0820	0.00	-	-	-
CLIDINIUM	A03	Troubles gastro-intestinaux	Nd	25	0	0	0.07	0.00	0	0.0008	0.0000	0.00	-	-	-
CLOBETASOL	H02	Corticoïdes	Nd	365	0	0	1.00	0.00	0	0.0115	0.0000	0.00	-	-	-
CRIZOTINIB	L01	Antinéoplasiques	0.55	45000	0	0	123.29	0.00	0	1.4171	0.0000	0.00	0.7794	0.00	0.00
DACARBAZINE	L01	Antinéoplasiques	0.5	0	4700	0	0.00	12.88	0	0.0000	0.1101	0.00	0.00	0.0550	0.00
DACLATASVIR	J05	Antiviraux	0.5	0	13440	0	0.00	36.82	0	0.0000	0.3147	0.00	0.00	0.1574	0.00
DASAVUBIR	J05	Antiviraux		0	56000	0	0.00	153.42	0	0.0000	1.3113	0.00	0.00	0.00	0.00
DIDANOSINE	J05	Antiviraux	0.4	36000	0	0	98.63	0.00	0	1.1337	0.0000	0.00	0.4535	0.00	0.00
DIHYDROERGOTAMINE	N02	Antimigraigneux	Nd	225	0	0	0.62	0.00	0	0.0071	0.0000	0.00	-	-	-
DOBUTAMINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	0	1000	0	0.00	2.74	0	0.0000	0.0234	0.00	-	-	-
DROSPIRENONE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	1890	0	0	5.18	0.00	0	0.0595	0.0000	0.00	-	-	-
ELBASVIR	J05	Antiviraux	Nd	0	8400	0	0.00	23.01	0	0.0000	0.1967	0.00	-	-	-
ENZALUTAMIDE	L02	Thérapeutique endocrine	Nd	13440	0	0	36.82	0.00	0	0.4232	0.0000	0.00	-	-	-
ESMOLOL	C07	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	Nd	1000	0	0	2.74	0.00	0	0.0315	0.0000	0.00	-	-	-
ETHAMBUTOL	J04	Antituberculeux	Nd	25000	25000	0	68.49	68.49	0	0.7873	0.5854	0.00	-	-	-
ETOPOSIDE	L01	Antinéoplasiques	Nd	0	4000	0	0.00	10.96	0	0.0000	0.0937	0.00	-	-	-
FLUCYTOSINE	J02	Antifongiques	Nd	102.5	0	0	0.28	0.00	0	0.0032	0.0000	0.00	-	-	-
GLATIRAMER ACETATE	L03	Immunostimulants	Nd	560	0	0	1.53	0.00	0	0.0176	0.0000	0.00	-	-	-
GRAZOPREVR	J05	Antiviraux	Nd	0	16800	0	0.00	46.03	0	0.0000	0.3934	0.00	-	-	-
HEXAMIDINE	D08	Antiseptiques	1	2010	0	0	5.51	0.00	0	0.0633	0.0000	0.00	0.0633	0.00	0.00
IMATINIB	L01	Antinéoplasiques	0.25	12000	0	0	32.88	0.00	0	0.3779	0.0000	0.00	0.0945	0.00	0.00
IMIPRAMINE	N06	Antidépresseurs	Nd	500	0	0	1.37	0.00	0	0.0157	0.0000	0.00	-	-	-
IMIQUIMOD	J02	Antifongiques	Nd	0	450	0	0.00	1.23	0	0.0000	0.0105	0.00	-	-	-
IOBITRIDOL	V08	Produits de contraste	1	4771310	0	0	13072.08	0.00	0	150.2538	0.0000	0.00	150.2538	0.00	0.00
IODIXANOL	V08	Produits de contraste	1	0	154000	0	0.00	421.92	0	0.00	3.61	0.00	0.0000	3.6061	0.00
IOHEXOL	V08	Produits de contraste	1	63549400	0	0	174107.95	0.00	0	2001.24	0.00	0.00	2001.2407	0.00	0.00
LEFLUNOMIDE	L04	Immunosuppresseurs	Nd	600	0	0	1.64	0.00	0	0.0189	0.00	0.00	-	-	-
LENOGRASTIM	L03	Immunostimulants	Nd	3.36	0	0	0.01	0.00	0	0.0001	0.00	0.00	-	-	-
LOFLAZEPATE	N05	Anxiolytiques	Nd	60	0	0	0.16	0.00	0	0.0019	0.00	0.00	-	-	-
MALATHION	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	550	0	0	1.51	0.00	0	0.0173	0.00	0.00	-	-	-
MAPROTILINE	N06	Antidépresseurs	Nd	1050	0	0	2.88	0.00	0	0.0331	0.00	0.00	-	-	-
MODAFINIL	N06	Anti-démence	0.1	2000	0	0	5.48	0.00	0	0.0630	0.00	0.00	0.0063	0.00	0.00
MOMETASONE	H01	Corticoïdes	Nd	6	0.15	0	0.02	0.00	0	0.0002	0.00	0.00	-	-	-
NAPHAZOLINE	N01	Anesthésiques locaux	Nd	0	1200	0	0.00	3.29	0	0.0000	0.0281	0.00	-	-	-
NIFUROXAZIDE	J01	Antibiotiques	1	4800	6800	0	13.15	18.63	0	0.15	0.16	0.00	0.1512	0.1592	0.00
OXACILLINE	J01	Antibiotiques	Nd	268000	520000	0	734.25	1424.66	0	8.44	12.18	0.00	-	-	-
OXOMEMAZINE	R06	Antihistaminiques	Nd	792000	148500	0	2169.86	406.85	0	24.94	3.48	0.00	-	-	-
PARITAPREVR	J05	Antiviraux	Nd	0	16800	0	0.00	46.03	0	0.00	0.39	0.00	-	-	-
PEFLOXACINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	13200	0	0.00	36.16	0	0.00	0.31	0.00	-	-	-
PENTOXIFYLLINE	C04	Vasodilatateurs périphériques	Nd	12000	0	0	32.88	0.00	0	0.38	0.00	0.00	-	-	-
PERAMPANEL	N03	Antiépileptiques	Nd	0	84	0	0.00	0.23	0	0.00	0.00	0.00	-	-	-

Tableau A. Classement détaillé des médicaments utilisés au Pôle de Santé d'Arcachon pour les années 2013, 2016 et 2017. Flux journaliers et concentrations estimées dans les effluents (suite).

Molécule	Classe ATC	Classe	Taux d'excrétion	Quantités (mg)			Flux (mg/J)			Concentrations prédites (µg/L)					
				2013	2016	2017	2013	2016	2017	PECa 2013	PECa 2016	PECa 2017	PECb 2013	PECb 2016	PECb 2017
PETHIDINE	N02	Analgésiques opiacés	Nd	1300	500	0	3.56	1.37	0	0.04	0.01	0.00	-	-	-
PHENOXYMETHYLPENICILLINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	192000	0	0.00	526.03	0	0.00	4.50	0.00	-	-	-
PIPAMPERONE	N05	Antipsychotiques	Nd	0	800	0	0.00	2.19	0	0.00	0.02	0.00	-	-	-
PIZOTIFEN	N02	Analgésiques opiacés	Nd	0	12.5	0	0.00	0.03	0	0.00	0.00	0.00	-	-	-
PROGUANIL	P01	Antiprotozoaires	Nd	6000	11400	0	16.44	31.23	0	0.19	0.27	0.00	-	-	-
PROMESTRIENE	G03	Hormones sexuelles et dérivés	Nd	180	0	0	0.49	0.00	0	0.01	0.00	0.00	-	-	-
PROPYLTHIOURACILE	H03	Médicaments de la thyroïde	Nd	57000	2000	0	156.16	5.48	0	1.79	0.05	0.00	-	-	-
PROSTIGMINE	J04	Antituberculeux	Nd	0	531	0	0.00	1.45	0	0.00	0.01	0.00	-	-	-
QUINIDINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	Nd	69000	0	0	189.04	0.00	0	2.17	0.00	0.00	-	-	-
RABEPRAZOLE	A02	Antiacides	0.01	61700	0	0	169.04	0.00	0	1.94	0.00	0.00	0.0194	0.00	0.00
REGORAFENIB	L01	Antinéoplasiques	0.64	36960	0	0	101.26	0.00	0	1.16	0.00	0.00	0.7449	0.00	0.00
RIBAVIRINE	J05	Antiviraux	Nd	0	257600	0	0.00	705.75	0	0.00	6.03	0.00	-	-	-
RIFABUTINE	J04	Antituberculeux	Nd	7500	0	0	20.55	0.00	0	0.24	0.00	0.00	-	-	-
RIMEXOLONE	V03	Tous autres médicaments	Nd	150	0	0	0.41	0.00	0	0.00472	0.00	0.00	-	-	-
ROXYTHROMYCINE	J01	Antibiotiques	Nd	0	6000	0	0.00	16.44	0	0.00	0.14	0.00	-	-	-
SAXAGLIPTINE	A10	Antidiabétiques	Nd	0	100	0	0.00	0.27	0	0.00	0.00	0.00	-	-	-
STRONTUM RANELATE	M05	Traitement de l'ostéoporose	1	110000	0	0	301.37	0.00	0	3.46	0.00	0.00	3.4640	0.00	0.00
SULFASALAZINE	A07	Antiinflammatoires intestinaux	Nd	50000	50000	0	136.99	136.99	0	1.57	1.17	0.00	-	-	-
TACROLIMUS	L04	Immunosuppresseurs	Nd	0	300	0	0.00	0.82	0	0.00	0.0070	0.00	-	-	-
TELITHROMYCINE	J01	Antibiotiques	0.2	4000	0	0	10.96	0.00	0	0.13	0.00	0.00	0.0252	0.00	0.00
TETRAZEPAM	N05	Anxiolytiques	Nd	21000	0	0	57.53	0.00	0	0.66	0.00	0.00	-	-	-
THIAMAZOLE	H03	Médicaments de la thyroïde	Nd	100	200	0	0.27	0.55	0	0.00315	0.0047	0.00	-	-	-
THIOLCHICOSIDE	V03	Tous autres médicaments	Nd	4176	3480	0	11.44	9.53	0	0.13	0.0815	0.00	-	-	-
TILBROQUINOL	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	6000	0	0	16.44	0.00	0	0.19	0.00	0.00	-	-	-
TILQUINOL	P03	Antiparasitaires et insecticides	Nd	3000	0	0	8.22	0.00	0	0.09	0.00	0.00	-	-	-
TRIAMTERENE	C03	Diurétiques	Nd	1500	0	0	4.11	0.00	0	0.05	0.00	0.00	-	-	-
TRIMETAZIDINE	C01	Cardiologie / antiarythmiques	0.9	8050	0	0	22.05	0.00	0	0.25	0.00	0.00	0.2282	0.00	0.00
ULIPRISTAL	G04	Médicaments urologiques	Nd	780	480	0	2.14	1.32	0	0.02	0.0112	0.00	-	-	-
VARENICLINE	N07	Autres médicaments du système nerveux	0.9	392.25	336	0	1.07	0.92	0	0.012	0.0079	0.00	0.0111	0.0071	0.0000
VINBURNINE	C04	Vasodilatateurs périphériques	Nd	900	0	0	2.47	0.00	0	0.028	0.00	0.00	-	-	-
VORICONAZOLE	J02	Antifongiques	0.02	92000	0	0	252.05	0.00	0	2.90	0.00	0.00	0.0579	0.00	0.00
ZIDOVUDINE	J05	Antiviraux	Nd	78000	2610	0	213.70	7.15	0	2.46	0.0611	0.00	-	-	-
ZOLMITRIPTAN	N02	Antimigraigneux	Nd	2.5	0	0	0.01	0.00	0	0.000079	0.00	0.00	-	-	-
ZUCLOPENTHIXOL	N05	Antipsychotiques	Nd	400	0	0	1.10	0.00	0	0.01	0.00	0.00	-	-	-

PEC a : concentration prédite dans les effluents du Pôle de Santé ne tenant pas compte du métabolisme humain.

PEC a : concentration prédite dans les effluents du Pôle de Santé tenant compte du métabolisme humain.

Les PEC sont calculées sur la base des volumes d'eaux mesurées au Poste de relevage du Pôle de Santé soit 31696 m³ pour l'année 2013, 42782 m³ pour l'année 2016 et 29154 m³ pour l'année 2017.

Nd : non déterminé.

Les PEC sont calculées sur la base d'un débit moyen de 25000 m³/an pour les effluents du pôle de santé.

ANNEXE B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013.

Tableau B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013, unités utilisées et quantités totales, composition des produits selon les FDS, calcul des quantités utilisées au PSA pour chaque substance entrant dans la composition des produits.

	Désignation	Composition (nom systématique)	Catégorie	Numéro CAS	Classification biocide (TP)	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (Litres ou Kg)	Quantité de produit (litres ou Kg, année 2013)	Quantité minimale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Quantité maximale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg, année 2013)
Clinique parties communes	TURBO EMULSION	Hydroxyde de sodium	Agent alcalin	1310-73-2		5.00%	10.00%			80	4	8	1	8
		Butyloctanol	ND	3913-02-8		10.00%	25.00%			80	8	20	1	20
		Tetrasodium etidronate	Phosphonate	3794-83-0		2.00%	5.00%			80	1.6	4	1	4
		Alcools éthoxylés	Surfactant non ionique	ND		5.00%	35.00%			80	4	28	1	28
	OZONIT 40	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	8.00%	35.00%			100	8	35	1.13	39.55
		Acide acétique	ND	64-19-7		ND	10.00%			100	NC	10	1.13	11.3
		Acide octanoïque	Biocide	124-07-2	TP 4	1.00%	5.00%			100	1	5	1.13	5.65
		Acide étidronique	Phosphonate	2809-21-4		1.00%	5.00%			100	1	5	1.13	5.65
		Acide peroxyotcanoïque	Biocide	33734-57-5		1.00%	5.00%			100	1	5	1.13	5.65
		(9-Octadecenoic acid (9Z)-, sulfonated, potassium salts)	Surfactant anionique	68609-93-8		10.00%	20.00%			100	10	20	1.13	22.6
	ELTRA SANTE	Acide peracétique	Biocide	79-21-0	TP 1-2-3-4-5	5.00%	10.00%			100	5	10	1.13	11.3
		Percarbonate de disodium	Agent de blanchiment oxygéné	15630-89-4		10.00%	20.00%			20	2	4	0.6	2.4
		Carbonate de sodium	Agent de blanchiment oxygéné	497-19-8		1.00%	5.00%			20	0.2	1	0.6	0.6
		Benzenesulfonic acid, C10-13-alkyl derivs., sodium salts	Surfactant anionique	68411-30-3		5.00%	7.00%			20	1	1.4	0.6	0.84
		C14-15 Pareth-7 (Alcohols, C14-15, ethoxylated)	Surfactant non ionique	68951-67-7		1.00%	3.00%			20	0.2	0.6	0.6	0.36
	ULTRASAN ULTRA RAPID	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	2.50%			260	2.6	6.5	1.02	6.63
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			260	NC	13	1.02	13.26
		ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%			260	NC	13	1.02	13.26
	ULTRASAN RAPID VAPOS	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	2.50%			14	0.14	0.35	1.02	0.357
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			14	NC	0.7	1.02	0.714
		ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%			14	NC	0.7	1.02	0.714
	SURFANIOS	Préparation 350	ND			50.00%	100.00%			70	35	70	1	70
		Chlorure de didécyldiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1 - 2 - 3 - 4	2.50%	10.00%			70	1.75	7	1	7
		Laurylamine dipropylenediamine (N-(3-aminopropyl)-N-dodécylpropane -1,3-diamine)	Surfactant amphotère	2372-82-9		2.50%	10.00%			70	1.75	7	1	7
		ND	Parfum			ND	ND			70	NC	NC	1	NC
		Propane-2-ol	Biocide	67-63-0		ND	2.50%			70	NC	1.75	1	1.75
		Ethoxylate d'isotridécanol	Surfactant non ionique	69011-36-5		2.50%	10.00%			70	1.75	7	1	7
	ULTRASAN FLOOR	Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8		2.50%	10.00%			70	1.75	7	1	7
		Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	5.00%	10.00%			80	4	8	1	8
		Acide phosphorique	Détartrant (acide minéral)	7664-38-2		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2
		Capryleth-7 carboxylic acid	Surfactant non ionique	53563-70-5		5.00%	10.00%			80	4	8	1	8
		Coumarine	Parfum			ND	ND			80	NC	NC	1	NC
		Limonène	Parfum	138-86-3		ND	ND			80	NC	NC	1	NC
Oxyde d'alkylamine (Amines, C12-18-alkyldimethyl, N-oxides)		Surfactant non ionique	68955-55-5		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2	
Oxyde d'alkylamine (N,N-Dimethyl-1-tetradecanamine-N-oxide)		Surfactant non ionique	3332-27-2		0.50%	1.00%			80	0.4	0.8	1	0.8	
DETERG'ANIOS	Acide carboxylique alkyl éther	Surfactant anionique	105391-15-9		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2	
	Méthylisothiazolinone	Conservateur	2682-20-4		ND	ND			120	NC	NC	1	NC	
	Méthylchloroisothiazolinone	Conservateur	26172-55-4		ND	ND			120	NC	NC	1	NC	
	ND	Parfum	138-86-3		ND	ND			120	NC	NC	1	NC	
	ND	Surfactant non ionique			5.00%	15.00%			120	6	18	1	18	
	EDTA et sels	Agent séquestrant	64-02-8		ND	5.00%			120	NC	6	1	6	
	Docusate de sodium	Surfactant anionique	577-11-7		ND	2.50%			120	NC	3	1	3	
Lauryléther sulfate de sodium (Alcohols, C12-14, ethoxylated, sulfates, sodium salts)	Surfactant anionique	68891-38-3		ND	2.50%			120	NC	3	1	3		

Tableau B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013, unités utilisées et quantités totales, composition des produits selon les FDS, calcul des quantités utilisées au PSA pour chaque substance entrant dans la composition des produits (suite).

	Désignation	Composition (nom systématique)	Catégorie	Numéro CAS	Classification biocide (TP)	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (Litres ou Kg)	Quantité de produit (litres ou Kg, année 2013)	Quantité minimale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Quantité maximale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg, année 2013)
Clinique parties communes	ULTRASAN BROAD SPECTRUM	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		Acide glycolique	Biocide	79-14-1	TP 2- 3-4	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			10	NC	0.5	1.02	0.51
	ULTRASAN BROAD SPECTRUM VAPOS	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		Acide glycolique	Biocide	79-14-1	TP 2-3-4	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			10	NC	0.5	1.02	0.51
	NETTOYANT SANITAIRE VERT NATURE	Acide citrique	Biocide	5949-29-1	TP 1	2.50%	10.00%			40	1	4	1.04	4.16
		ND	Parfum			ND	ND			40	NC	NC	1.04	NC
		Oxanol KD 6 (Alcohols, C8-10, ethoxylated)	Surfactant non ionique	26183-52-8		ND	2.50%			40	NC	1	1.04	1.04
	CIDALSAN KITCHENGUARD	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%			10	NC	0.25	1	0.25
		D-Glucopyranose, oligomeric, decyl octyl glycosides	Surfactant non ionique	68515-73-1		ND	2.50%			10	NC	0.25	1	0.25
		Poly(oxy-1,2-ethanediyl), alpha-(C8-10) alkyl-omega-hydroxy, phosphate	Surfactant anionique	68130-47-2		ND	2.50%			10	NC	0.25	1	0.25
		N,N-Dimethyldecylamine N-oxide	Surfactant non ionique	2605-79-0		ND	2.50%			10	NC	0.25	1	0.25
	CIDALSAN KITCHENGUARD VAPOS	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%			6	NC	0.15	1	0.15
		D-Glucopyranose, oligomeric, decyl octyl glycosides	Surfactant non ionique	68515-73-1		ND	2.50%			6	NC	0.15	1	0.15
		Poly(oxy-1,2-ethanediyl), alpha-(C8-10) alkyl-omega-hydroxy, phosphate	Surfactant anionique	68130-47-2		ND	2.50%			6	NC	0.15	1	0.15
		N,N-Dimethyldecylamine N-oxide	Surfactant non ionique	2605-79-0		ND	2.50%			6	NC	0.15	1	0.15
	GRAFFITIS VG4 ATOUT VERT	Citronellol	Parfum	106-22-9		ND	ND			0	NC	NC	0.82	NC
		Géranol	Parfum	106-24-1		ND	ND			0	NC	NC	0.82	NC
		Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4	50.00%	100.00%			0	0	0	0.82	0
	PRODIM NEOVERT AUTOLAVEUSE	Hydroxyde de potassium	Agent alcalin	1310-58-3		15.00%	30.00%			25	3.75	7.5	1.03	7.725
Alcohols, C12-18, ethoxylated		Surfactant non ionique	68213-23-0		ND	5.00%			25	NC	1.25	1.03	1.2875	
NETTOYANT VITRES TECHLINE	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0		2.50%	10.00%			44	1.1	4.4	0.8	3.52	
	ND	Parfum			ND	ND			44	NC	NC	0.8	NC	
	ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%			44	NC	2.2	0.8	1.76	
Clinique bloc Loghos	ULTRASAN ULTRA RAPID	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	2.50%			260	2.6	6.5	1.02	6.63
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			260	NC	13	1.02	13.26
		ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%			260	NC	13	1.02	13.26
	ULTRASAN RAPID VAPOS	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	2.50%			14	0.14	0.35	1.02	0.357
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			14	NC	0.7	1.02	0.714
		ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%			14	NC	0.7	1.02	0.714
	ULTRASAN FLOOR	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	5.00%	10.00%			80	4	8	1	8
		Acide phosphorique	Détartrant (acide minéral)	7664-38-2		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2
		Capryleth-7 carboxylic acid	Surfactant non ionique	53563-70-5		5.00%	10.00%			80	4	8	1	8
		Coumarine	Parfum			ND	ND			80	NC	NC	1	NC
		Limonène	Parfum	138-86-3		ND	ND			80	NC	NC	1	NC
		Oxyde d'alkylamine (Amines, C12-18-alkyldimethyl, N-oxides)	Surfactant non ionique	68955-55-5		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2
		Oxyde d'alkylamine (N,N-Dimethyl-1-tetradecanamine-N-oxide)	Surfactant non ionique	3332-27-2		0.50%	1.00%			80	0.4	0.8	1	0.8
	Acide carboxylique alkyl éther	Surfactant anionique	105391-15-9		1.00%	2.50%			80	0.8	2	1	2	
	ULTRASAN BROAD SPECTRUM	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		Acide glycolique	Biocide	79-14-1	TP 2- 3-4	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			10	NC	0.5	1.02	0.51
	ULTRASAN BROAD SPECTRUM VAPOS	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		Acide glycolique	Biocide	79-14-1	TP 2-3-4	1.00%	5.00%			10	0.1	0.5	1.02	0.51
		ND	Surfactant anionique			ND	5.00%			10	NC	0.5	1.02	0.51
	NETTOYANT SANITAIRE VERT NATURE	Acide citrique	Biocide	5949-29-1	TP 1	2.50%	10.00%			40	1	4	1	4
ND		Parfum			ND	ND			40	NC	NC	1	NC	
Oxanol KD 6 (Alcohols, C8-10, ethoxylated)		Surfactant non ionique	26183-52-8		ND	2.50%			40	NC	1	1	0	
PRODIM NEOVERT AUTOLAVEUSE	Hydroxyde de potassium	Agent alcalin	1310-58-3		15.00%	30.00%			25	3.75	7.5	1.03	7.725	
	Alcohols, C12-18, ethoxylated	Surfactant non ionique	68213-23-0		ND	5.00%			25	NC	1.25	1.03	1.2875	

Tableau B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013, unités utilisées et quantités totales, composition des produits selon les FDS, calcul des quantités utilisées au PSA pour chaque substance entrant dans la composition des produits (suite).

	Désignation	Composition (nom systématique)	Catégorie	Numéro CAS	Classification biocide (TP)	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (Litres ou Kg)	Quantité de produit (litres ou Kg, année 2013)	Quantité minimale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Quantité maximale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg, année 2013)	
Hôpital	ANIOS RHW	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	2.50%	10.00%	19.0	10.00	190	4.75	19	1.034	19.646	
		Acide lactique	Biocide	79-33-4	TP 2-3-4	2.50%	10.00%	19.0	10.00	190	4.75	19	1.034	19.646	
		Xylène sulfonate de sodium	Agent dispersant	1300-72-7			2.50%	10.00%	19.0	10.00	190	4.75	19	1.034	19.646
		Alcools gras ethoxylés	Surfactant non ionique				ND	ND	19.0	10.00	190	NC	NC	1.034	NC
	WIP'ANIOS PREMIUM LINGETTES	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%	386300.0	0.005	1931.5	NC	48.2875	1	48.2875	
		Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	386300.0	0.005	1931.5	NC	48.2875	1	48.2875	
	ACTANIOS LDI	Hydroxyde de potassium	Agent alcalin	1310-58-3			10.00%	25.00%	15.0	10.00	150	15	37.5	1	37.5
		Metasilicate de sodium	Agent alcalin	1344-09-8			10.00%	25.00%	15.0	10.00	150	15	37.5	1	37.5
		Étidronate de tétrapotassium	Phosphonate	14860-53-8			2.50%	10.00%	15.0	10.00	150	3.75	15	1	15
		<i>Alcohols, C9-11-branched and linear, butoxylated ethoxylated</i>	Surfactant non ionique	111905-52-3			ND	2.50%	15.0	10.00	150	NC	3.75	1	3.75
	ANIOS SPS 60	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	2154.0	0.75	1615.5	NC	40.3875	1	40.3875	
		Chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethyl ammonium (C12-18-alkyl(hydroxyethyl)dimethyl, chlorides)	Biocide	85736-63-6	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	2154.0	0.75	1615.5	NC	40.3875	1	40.3875	
		Acide lactique	Biocide	79-33-4	TP 2-3-4		2.50%	10.00%	2154.0	0.75	1615.5	40.3875	161.55	1	161.55
		Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	ND	1.00%	2154.0	0.75	1615.5	NC	16.155	1	16.155	
	ANIOXY SPRAY WS	Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4		2.50%	10.00%	8.0	0.75	6	0.15	0.6	1	0.6
		Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5		2.50%	10.00%	8.0	0.75	6	0.15	0.6	1	0.6
		<i>Amines, C12-14 (even numbered)-alkyldimethyl, N-oxides</i>	Surfactant non ionique	308062-28-4			ND	2.50%	8.0	0.75	6	NC	0.15	1	0.15
	ANIOSGEL 85 NPC	Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4		50.00%	100.00%	1571.0	3.00	4713	2356.5	4713	0.87	4100.31
		Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4		1.00%	2.50%	1571.0	3.00	4713	47.13	117.825	0.87	102.5078
	ANIOS OXY'FLOOR	Percarbonate de sodium	Agent de blanchiment oxygéné	79-21-0	TP 1-2-3-4-5		25.00%	50.00%	126.0	0.025	3.15	0.7875	1.575	1	1.575
		<i>Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkyldimethyl, chlorides</i>	Biocide	85409-22-9			0.01%	2.50%	126.0	0.025	3.15	0.000378	0.07875	1	0.07875
	ANIOSRUB 85 NPC	Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4		50.00%	100.00%	570.0	1.00	570	285	570	0.87	495.9
		Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4		ND	2.50%	570.0	1.00	570	NC	14.25	0.87	12.3975
	ANIOSYME DLM MAXI	Étasulfate de sodium	Surfactant anionique	126-92-1			2.50%	10.00%	79.0	10.00	790	19.75	79	1.2	94.8
		Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8			2.50%	5.00%	79.0	10.00	790	19.75	39.5	1.2	47.4
		<i>Alcohols, C12-15-branched and linear, ethoxylated propoxylated</i>	Surfactant non ionique	120313-48-6			ND	5.00%	79.0	10.00	790	NC	39.5	1.2	47.4
		ND	Surfactant anionique				ND	ND	79.0	10.00	790	NC	NC	1.2	NC
		Benzoate de sodium	Conservateur				ND	ND	79.0	10.00	790	NC	NC	1.2	NC
	ARGOS CLEAN	Alcool Benzylrique	Conservateur	26172-55-4			ND	ND	79.0	10.00	790	NC	NC	1.2	NC
		Metasilicate de sodium	Agent alcalin	6834-92-0			1.00%	10.00%	32.0	5.00	160	1.6	16	1.046	16.736
		Phosphate trisodique	Agent alcalin	7601-54-9	TP 1-2-3-4-5		1.00%	5.00%	32.0	5.00	160	1.6	8	1.046	8.368
		Ether méthylique du dipropylène glycol	Solvant	34590-94-8			1.00%	5.00%	32.0	5.00	160	1.6	8	1.046	8.368
ND		Surfactant non ionique				ND	5.00%	32.0	5.00	160	NC	8	1.046	8.368	
Limonène		Parfum	138-86-3			ND	ND	32.0	5.00	160	NC	NC	1.046	NC	
CARELYS EXCEL INOX	Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8			1.00%	5.00%	32.0	5.00	160	1.6	8	1.046	8.368	
	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4		ND	2.50%	27.0	0.75	20.25	NC	0.50625	1	0.50625	
	Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4		2.50%	10.00%	27.0	0.75	20.25	0.50625	2.025	1	2.025	
CARELYS VO	Acide citrique	Biocide	77-92-9	TP 1		2.50%	10.00%	27.0	0.75	20.25	0.50625	2.025	1	2.025	
	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4		2.50%	10.00%	24.0	5.00	120	3	12	1.02	12.24	
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4		ND	2.50%	24.0	5.00	120	NC	3	1.02	3.06	
	Laurylamine dipropylenediamine (N-(3-aminopropyl)-N-dodécylpropane -1,3-diamine)	Surfactant amphotère	2372-82-9			2.50%	10.00%	24.0	5.00	120	3	12	1.02	12.24	
	Ethoxylate d'isotridécanol	Surfactant non ionique	69011-36-5			2.50%	10.00%	24.0	5.00	120	3	12	1.02	12.24	
Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8			2.50%	10.00%	24.0	5.00	120	3	12	1.02	12.24		

Tableau B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013, unités utilisées et quantités totales, composition des produits selon les FDS, calcul des quantités utilisées au PSA pour chaque substance entrant dans la composition des produits (suite).

	Désignation	Composition (nom systématique)	Catégorie	Numéro CAS	Classification biocide (TP)	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (Litres ou Kg)	Quantité de produit (litres ou Kg, année 2013)	Quantité minimale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Quantité maximale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg, année 2013)
Hôpital	ARGOS LVE DECAPANT LIQUIDE	Hydroxyde de sodium	Agent alcalin	1310-73-2		5.00%	10.00%	10.0	5.00	50	2.5	5	1.15	5.75
		Hydroxyde de potassium	Agent alcalin	1310-58-3		5.00%	10.00%	10.0	5.00	50	2.5	5	1.15	5.75
		ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%	10.0	5.00	50	NC	2.5	1.15	2.875
	CARELYS LINGETTES ALIMENTAIRES	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	30.00%	30.00%	3200.0	0.005	16	4.8	4.8	0.95	4.56
		Acide sorbique	Biocide	50-81-7		ND	ND	3200.0	0.005	16	NC	NC	0.95	NC
	EFFITOP PLUS LESSIVE	Disilicate de disodium	Agent alcalin	13870-28-5		30.00%	50.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	4000
		Carbonate de sodium	Agent de blanchiment oxygéné	497-19-8		15.00%	30.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	2400
		Carbonate de sodium peroxyde	Agent de blanchiment oxygéné	15630-89-4		15.00%	30.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	2400
		ND	Parfum			ND	ND	400.0	20.00	8000	NC	NC	NA	NC
		Trideceth 12 (Alcohols, C11-14-iso-, C13-rich, ethoxylated)	Surfactant non ionique	78330-21-9		1.00%	5.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	400
		Alcohols, C12-15-branched and linear, ethoxylated	Surfactant non ionique	106232-83-1		1.00%	5.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	400
	TAKTEO	Sodium alkylbenzene sulfonate (Benzenesulfonic acid, C10-13-alkyl derivs., sodium salts)	Surfactant anionique	68411-30-3		1.00%	5.00%	400.0	20.00	8000	0	0	NA	400
		Methoxypropoxypropanol (Dipropylene Glycol Methyl Ether)	Solvant	34590-94-8		5.00%	10.00%	40.0	5.00	200	10	20	1.02	20.4
		Alcohols, C12-18, ethoxylated propoxylated	Surfactant non ionique	69227-21-0		1.00%	5.00%	40.0	5.00	200	2	10	1.02	10.2
		Limonène	Parfum	138-86-3		0.01%	ND	40.0	5.00	200	0.02	NC	1.02	NC
		Chlorure de benzalkonium	Biocide	8001-54-5		1.00%	5.00%	40.0	5.00	200	2	10	1.02	10.2
		Méthylchloroisoiazolinone	Conservateur	26172-55-4		ND	ND	40.0	5.00	200	NC	NC	1.02	NC
	CARELYS BOOSTER	Méthylisoiazolinone	Conservateur	2682-20-4		ND	ND	40.0	5.00	200	NC	NC	1.02	NC
		2-bytoxyéthanol	Solvant	111-76-2		5.00%	10.00%	55.0	5.00	275	13.75	27.5	1	27.5
		Xylène sulfonate de sodium	Agent dispersant	1300-72-7		1.00%	5.00%	55.0	5.00	275	2.75	13.75	1	13.75
		Alcohols, C13-15-branched and linear, ethoxylated	Surfactant non ionique	157627-86-6		ND	1.00%	55.0	5.00	275	NC	2.75	1	2.75
	LINAX PLUS	Ethanolamine	Surfactant non ionique	141-43-5		1.00%	5.00%	55.0	5.00	275	2.75	13.75	1	13.75
		Pyrophosphate de tetrapotassium	Agent alcalin	7320-34-5		5.00%	10.00%	25.0	10.00	250	12.5	25	1.1	27.5
		2-(2-butoxyethoxy)ethanol	Agent dispersant	112-34-5		5.00%	10.00%	25.0	10.00	250	12.5	25	1.1	27.5
		2-phenoxyethanol	Biocide	122-99-6	TP 1-2-4	2.00%	10.00%	25.0	10.00	250	5	25	1.1	27.5
		p-cumenesulfonate de sodium	Agent dispersant	15763-76-5		5.00%	5.00%	25.0	10.00	250	12.5	12.5	1.1	13.75
	CARELYS EXCEL COMPACT	C12-14 paréth-12 (Alcohols, C12-14, ethoxylated)	Surfactant non ionique	68439-50-9		2.00%	5.00%	25.0	10.00	250	5	12.5	1.1	13.75
		Hydroxyde de sodium	Agent alcalin	1310-73-2		15.00%	30.00%	59.0	4.00	236	0	0	NA	70.8
		Metasilicate de sodium	Agent alcalin	6834-92-0		5.00%	15.00%	59.0	4.00	236	0	0	NA	35.4
	EXCEL RINCAGE VAISSELLE HAUTE CONCENTRATION	Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8		15.00%	30.00%	59.0	4.00	236	0	0	NA	70.8
		Acide citrique	Biocide	77-92-9	TP 1	ND	5.00%	54.0	5.00	270	NC	13.5	1.02	13.77
		Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	5.00%	10.00%	54.0	5.00	270	13.5	27	1.02	27.54
		Xylène sulfonate de sodium	Agent dispersant	1300-72-7		ND	5.00%	54.0	5.00	270	NC	13.5	1.02	13.77
	EXCEL DETARTRANT LIQUIDE	Alcohols, C13-15-branched and linear, butoxylated ethoxylated	Surfactant non ionique	111905-53-4		5.00%	10.00%	54.0	5.00	270	13.5	27	1.02	27.54
		Alcohols, C12-18, ethoxylated propoxylated	Surfactant non ionique	69227-21-0		ND	5.00%	54.0	5.00	270	NC	13.5	1.02	13.77
		Acide citrique	Biocide	77-92-9	TP 1	ND	2.50%	32.0	5.00	160	NC	4	1	4
		Sodium cumene sulfonate	Agent dispersant	28348-53-0		ND	2.50%	32.0	5.00	160	NC	4	1	4
		Alcohols, C12-15, ethoxylated propoxylated	Surfactant non ionique	68551-13-3		ND	2.50%	32.0	5.00	160	NC	4	1	4
	EXCEL LAVE- BATTERIE	Acide phosphorique	Détartrant (acide minéral)	7664-38-2		10.00%	25.00%	32.0	5.00	160	16	40	1	40
		Acide sulfamique	Détartrant (acide minéral)	5329-14-6		2.50%	10.00%	32.0	5.00	160	4	16	1	16
		Hydroxyde de potassium	Agent alcalin	1310-58-3		1.00%	5.00%	13.0	20.00	260	2.6	13	1.13	14.69
	LIQUIDE VAISSELLE MANUELLE CITRON	Acide étidronique	Phosphonate	2809-21-4		1.00%	5.00%	13.0	20.00	260	2.6	13	1.13	14.69
		Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8		10.00%	15.00%	13.0	20.00	260	26	39	1.13	44.07
		Lauryléther sulfate de sodium	Surfactant anionique	68585-34-2		1.00%	5.00%	78.0	20.00	1560	15.6	78	1.03	80.34
		Limonène	Parfum	138-86-3		0.01%	ND	78.0	20.00	1560	0.156	NC	1.03	NC
	LIQUIDE VAISSELLE MANUELLE CITRON	Dodécylbenzènesulfonate de sodium	Surfactant anionique	25155-30-0		15.00%	20.00%	78.0	20.00	1560	234	312	1.03	321.36
		Méthylisoiazolinone	Conservateur	2682-20-4		ND	ND	78.0	20.00	1560	NC	NC	1.03	NC
LIQUIDE VAISSELLE MANUELLE CITRON	Méthylchloroisoiazolinone	Conservateur	26172-55-4		ND	ND	78.0	20.00	1560	NC	NC	1.03	NC	

Tableau B. Revue détaillée des consommations des produits d'entretien, de bionettoyage et des substances les constituants, utilisés au Pôle de Santé pour l'année 2013, unités utilisées et quantités totales, composition des produits selon les FDS, calcul des quantités utilisées au PSA pour chaque substance entrant dans la composition des produits (suite).

Désignation	Composition (nom systématique)	Catégorie	Numéro CAS	Classification biocide (TP)	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (Litres ou Kg)	Quantité de produit (litres ou Kg, année 2013)	Quantité minimale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Quantité maximale de substance (litres ou Kg, année 2013)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg, année 2013)
CARELYS ADM	Hydroxyde de sodium	Agent alcalin	1310-73-2		5.00%	50.00%	109.0	5.00	545	27.25	272.5	1.08	294.3
	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	2.50%	10.00%	109.0	5.00	545	13.625	54.5	1.08	58.86
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	1.00%	5.00%	109.0	5.00	545	5.45	27.25	1.08	29.43
	Lauramine oxide (<i>1-Dodecanamine, N,N-dimethyl-, N-oxide</i>)	Surfactant amphotère	1643-20-5		5.00%	15.00%	109.0	5.00	545	27.25	81.75	1.08	88.29
	Sel tétrasodique d'EDTA	Agent séquestrant	64-02-8		1.00%	5.00%	109.0	5.00	545	5.45	27.25	1.08	29.43
ACTANIOS P1	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-87-8	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%	8.0	1.00	8	NC	0.2	1.1	0.22
	Didecylmethylpoly(oxethyl) ammonium propionate	Biocide	94667-33-1	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	8.0	1.00	8	NC	0.2	1.1	0.22
	Nitrate de sodium	ND	7631-99-4		ND	2.50%	8.0	1.00	8	NC	0.2	1.1	0.22
	Ethylène glycol	ND	107-21-1		ND	ND	8.0	1.00	8	NC	NC	1.1	NC
	Ethoxylate d'isotridécanol	Surfactant non ionique	69011-36-5		2.50%	10.00%	8.0	1.00	8	0.2	0.8	1.1	0.88
	ND	Parfum			ND	ND	8.0	1.00	8	NC	NC	1.1	NC
	N-lauryl-B-iminodipropionate de sodium	Surfactant amphotère	14960-06-6		2.50%	10.00%	8.0	1.00	8	0.2	0.8	1.1	0.88
ACTANIOS HLD	Propane-1-ol	Biocide	71-23-8	TP 1-2-4	10.00%	25.00%	14.0	4.80	67.2	6.72	16.8	1.02	17.136
	Peroxyde d'hydrogène	Biocide	7722-84-1	TP 1-2-3-4-5	2.50%	10.00%	14.0	4.80	67.2	1.68	6.72	1.02	6.8544
	Sulfate de cuivre	Biocide	7758-98-7	TP 2	ND	2.50%	14.0	4.80	67.2	NC	1.68	1.02	1.7136
	Lauryl sulfate de sodium (<i>Sodium dodecyl sulfate</i>)	Surfactant anionique	151-21-3		10.00%	25.00%	14.0	4.80	67.2	6.72	16.8	1.02	17.136
	Mélange d'alkylpolyglucosides	Surfactant non ionique			2.50%	10.00%	14.0	4.80	67.2	1.68	6.72	1.02	6.8544
ANIOS RN	Acide phosphorique	Détartrant (acide minéral)	7664-38-2		25.00%	50.00%	14.0	10.00	140	35	70	1.2	84
SURFA'SAFE	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	2911.0	0.75	2183.25	NC	54.58125	1	54.58125
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	ND	ND	2911.0	0.75	2183.25	NC	NC	1	NC
	Chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethyl ammonium (C12-18-alkyl(hydroxyethyl)dimethyl, chlorides)	Biocide	85736-63-6	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	2911.0	0.75	2183.25	NC	54.58125	1	54.58125
	<i>Amines, C12-14 (even numbered)-alkyldimethyl, N-oxides</i>	Surfactant non ionique	308062-28-4		ND	2.50%	2911.0	0.75	2183.25	NC	54.58125	1	54.58125
	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	ND	1.00%	2911.0	0.75	2183.25	NC	21.8325	1	21.8325
SURFA'SAFE	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	154.0	0.50	77	NC	1.925	1	1.925
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	ND	ND	154.0	0.50	77	NC	NC	1	NC
	Chlorure d'alkyldiméthylhydroxyethyl ammonium (C12-18-alkyl(hydroxyethyl)dimethyl, chlorides)	Biocide	85736-63-6	TP 1-2-3-4	ND	2.50%	154.0	0.50	77	NC	1.925	1	1.925
	<i>Amines, C12-14 (even numbered)-alkyldimethyl, N-oxides</i>	Surfactant non ionique	308062-28-4		ND	2.50%	154.0	0.50	77	NC	1.925	1	1.925
	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	ND	1.00%	154.0	0.50	77	NC	0.77	1	0.77
DETERG'ANIOS	Ethanol	Biocide	64-17-5	TP 1-2-4	ND	1.00%	15.0	10.00	150	NC	1.5	1	1.5
	Méthylisothiazolinone et Méthylchloroisothiazolinone en mélange	Conservateur	55965-84-9		ND	2.50%	15.0	10.00	150	NC	3.75	1	3.75
	Docusate de sodium	Surfactant anionique	577-11-7		ND	2.50%	15.0	10.00	150	NC	3.75	1	3.75
	Lauryléther sulfate de sodium (<i>Alcohols, C12-14, ethoxylated, sulfates, sodium salts</i>)	Surfactant anionique	68891-38-3		ND	2.50%	15.0	10.00	150	NC	3.75	1	3.75
ANIOS NETTOYANT MULTISURFACES	Méthylisothiazolinone et Méthylchloroisothiazolinone en mélange	Conservateur	55965-84-9		ND	2.50%	6.0	0.75	4.5	NC	0.1125	1	0.1125
	Limonène	Parfum	138-86-3		ND	ND	6.0	0.75	4.5	NC	NC	1	NC
	ND	Surfactant non ionique			ND	5.00%	6.0	0.75	4.5	NC	0.225	1	0.225
SEPTANIOS MD	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	2.50%	10.00%	280.0	1.00	280	7	28	1	28
	Gluconate de chlorhexidine	Biocide	18472-51-0	TP 1-2-3	ND	2.50%	280.0	1.00	280	NC	7	1	7
	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%	280.0	1.00	280	NC	7	1	7
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	2.50%	10.00%	280.0	1.00	280	7	28	1	28
	ND	Parfum			ND	ND	280.0	1.00	280	NC	NC	1	NC
	<i>D-Glucopyranose, oligomeric, C10-16-alkyl glycosides</i>	Surfactant non ionique	110615-47-9		2.50%	10.00%	280.0	1.00	280	7	28	1	28
	<i>D-Glucopyranose, oligomeric, decyl octyl glycosides</i>	Surfactant non ionique	68515-73-1		2.50%	10.00%	280.0	1.00	280	7	28	1	28
ANIOSURF PREMIUM	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Biocide	7173-51-5	TP 1-2-3-4	2.50%	10.00%	4880.0	0.02	97.6	2.44	9.76	1.02	9.9552
	Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide	Biocide	27083-27-8	TP 1-2-3-4-5	ND	2.50%	4880.0	0.02	97.6	NC	2.44	1.02	2.4888
	Gluconate de chlorhexidine	Biocide	18472-51-0	TP 1-2-3	ND	2.50%	4880.0	0.02	97.6	NC	2.44	1.02	2.4888
	Propane-2-ol	Biocide	67-63-0	TP 1-2-4	2.50%	10.00%	4880.0	0.02	97.6	2.44	9.76	1.02	9.9552

ND : non déterminé (information manquante sur la FDS). NC : non calculable.

ANNEXE C. Quantités de biocides utilisées dans les produits d'entretien et de bionettoyage au Pôle de Santé pour l'année 2017.

Tableau C. Substances biocides et quantités utilisées au Pôle de Santé en 2017. Composition des produits selon les FDS.

	Désignation	Composition	Classe	Numéro CAS	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons / boîtes utilisés	Contenance (litres ou kg)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg ; 2017)
Clinique tous services	ENDOHIGH PAA	Acide peracétique	Oxydant	79-21-0	10.00%	25.00%	6.0	4.75	1.12	7.98
		Peroxyde d'hydrogène	Oxydant	7722-84-1	10.00%	25.00%	6.0	4.75	1.12	7.98
	OZONIT	Peroxyde d'hydrogène	Oxydant	7722-84-1	25.00%	30.00%	12.0	22.00	1	79.20
		Acide peracétique	Oxydant	79-21-0	5.00%	10.00%	12.0	22.00	1	26.40
	ANIOXYDE 1000	Acide peracétique	Oxydant	79-21-0	ND	ND	21.0	5.00	1	NC
		Peroxyde d'hydrogène	Oxydant	7722-84-1	2.50%	10.00%	21.0	5.00	1	10.50
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	ND	21.0	5.00	1	NC
	NAT'SAN	Acide lactique	Acide organique	79-33-4	2.50%	10.00%	75.0	5.00	1.01	37.88
	NAT'SAN	Acide lactique	Acide organique	79-33-4	2.50%	10.00%	30.0	0.75	1.01	2.27
	ANIOS CLEAN EXCEL D	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	2.50%	10.00%	72.0	1.00	1	7.20
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	72.0	1.00	1	7.20
	VG4 ATOUT VERT	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	3.0	0.75	0.82	1.85
	ANIOSURF ND PREMIUM	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	2.50%	10.00%	23.0	5.00	1	11.50
		Gluconate de chlorhexidine	Biguanide	18472-51-0	ND	2.50%	23.0	5.00	1	2.88
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	23.0	5.00	1	11.50
	ANIOS NETTOYANT SOLS	MIT + CMIT (mélange Kathon 886)	Isothiazolinone	55965-84-9	ND	2.50%	28.0	5.00	1	3.50
	SURFA'SAFE PREMIUM	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	ND	2.50%	33.0	0.75	1	0.62
	ULTRASAN BROAD SPECTRUM	Peroxyde d'hydrogène	Oxydant	7722-84-1	1.00%	5.00%	4.0	5.00	1.02	1.02
		Acide glycolique	Acide organique	79-14-1	1.00%	5.00%	4.0	5.00	1.02	1.02
	DETERG'ANIOS	MIT + CMIT (mélange Kathon 886)	Isothiazolinone	55965-84-9	ND	2.50%	1.0	0.00	1.02	0.000051
	TECHLINE LINGETTES	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	60.00%	35550.0	0.005	0.902	96.20
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	1.00%	2.50%	35550.0	0.005	0.902	4.01
	ANIOSGEL	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	12.0	1.00	0.86	10.32
Propane-2-ol		Alcool	67-63-0	ND	2.50%	12.0	1.00	0.86	0.26	
ANIOSGEL	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	72.0	0.50	1	36.00	
	Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	2.50%	72.0	0.50	1	0.90	
ANIOSURF ND PREMIUM	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	2.50%	10.00%	505.0	0.02	1.02	1.03	
	Gluconate de chlorhexidine	Biguanide	18472-51-0	ND	2.50%	505.0	0.02	1.02	0.26	
	Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	505.0	0.02	1.02	1.03	

Tableau C. Substances biocides et quantités utilisées au Pôle de Santé en 2017. Composition des produits selon les FDS (suite).

	Désignation	Composition	Classe	Numéro CAS	Proportion minimale dans le produit	Proportion maximale dans le produit	Flacons /boîtes utilisés	Contenance (litres ou kg)	Densité du mélange	Quantité maximale (Kg ; 2017)
Centre Hospitalier tous services	ANIOS SPS 60	N-(2-hydroxyethyl)-N,N-dimethyl alkyl-C12-14-1-aminium chloride	Ammonium quaternaire		ND	2.50%	857.0	0.75	1	16.07
		Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	ND	2.50%	857.0	0.75	1	16.07
		Acide lactique	Acide organique	79-33-4	2.50%	10.00%	857.0	0.75	1	64.28
		Acide glycolique	Acide organique	79-14-1	ND	2.50%	857.0	0.75	1	16.07
	ANIOSURF ND PREMIUM	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	2.50%	10.00%	144.0	1.00	1.02	14.69
		Gluconate de chlorhexidine	Biguanide	18472-51-0	ND	2.50%	144.0	1.00	1.02	3.67
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	144.0	1.00	1.02	14.69
	ENZYPIN CLEAN ODOR	MIT + CMIT (mélange Kathon 886)	Isothiazolinone	55965-84-9	ND	0.0015%	6.0	5.00	-	0.0005
	ENZYPIN VITRES	Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	5.00%	22.0	0.75	-	0.825
	TAWIP C	Ethanol	Alcool	106-22-9	10.00%	15.00%	24.0	2.00	-	7.200
	EAU DE JAVEL	Hypochlorite de sodium	Oxydant		2.50%	10.00%	1449.0	0.25	-	36.225
	DETARTRANT WC	Acide citrique	Acide organique	77-92-9	3.00%	5.00%	169.0	2.50	1	21.13
	LIQUIDE RINCAGE COLDIS	Acide citrique	Acide organique	77-92-9	ND	2.50%	5.0	5.00	1.018	0.64
	EXCEL DETARTRANT	Acide citrique	Acide organique	77-92-9	ND	2.50%	5.0	62.00	1.113	8.63
	ARGOS LAVAGE VAISSELLE	Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	43.0	5.00	-	21.50
		Acide citrique	Acide organique	77-9-29	ND	ND	43.0	5.00	-	NC
	ARGOS VO 300	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	ND	2.50%	16.0	5.00	1	2.00
	ANIOSGEL 85 NPC - 1 L	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	903.0	1.00	0.86	776.58
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	2.50%	903.0	1.00	0.86	19.41
	ANIOSGEL 85 NPC - 100 mL	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	36.0	0.30	0.86	9.29
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	2.50%	36.0	0.30	0.86	0.23
	ANIOSGEL 85 NPC - 500 mL	Ethanol	Alcool	106-22-9	50.00%	100.00%	1940.0	0.50	0.86	834.20
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	ND	2.50%	1940.0	0.50	0.86	20.86
	ANIOS OXY-FLOOR 25GR	Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkyldimethyl, chlorides	Ammonium quaternaire	85409-22-9	ND	2.50%	382.0	0.025	-	0.24
	DETERGENT DESINF ANIOXY-SPRAY WS	Ethanol	Alcool	106-22-9	2.50%	10.00%	21.0	1.000	1	2.10
		Peroxyde d'hydrogène	Oxydant	7722-84-1	2.50%	10.00%	21.0	1.00	1	2.10
	ANIOS CLEAN EXCEL D	Chlorure de didécylidiméthylammonium	Ammonium quaternaire	7173-51-5	2.50%	10.00%	525.0	1.00	1	52.50
		Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	525.0	1.00	1	52.50
	ANIOSYME SYNERGY MT	MIT + CMIT (mélange Kathon 886)	Isothiazolinone	55965-84-9	ND	2.50%	81.0	1.00	1.1	2.23
	ANIOS RHW 10L	Propane-2-ol	Alcool	67-63-0	2.50%	10.00%	20.0	10.00	1	20.00
Acide lactique		Acide organique	79-33-4	2.50%	10.00%	20.0	10.00	1	20.00	

ANNEXE D. Exemple d'une fiche de sécurité.

Informations sur les composants présentées à la rubrique 3 de la FDS et informations complémentaires pouvant être retrouvées à la rubrique 15.

SECTION 3 : COMPOSITION/INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

Libellé des phrases H, EUH et des phrases R : voir section 16.

3.2. Mélanges

Composition :

Identification	(CE) 1272/2008	67/548/CEE	Nota	%
CAS: 15630-89-4 EC: 239-707-6 REACH: 01-2119457268-30 PERCARBONATE DE SODIUM	GHS07, GHS05, GHS03 Dgr Ox. Sol. 3, H272 Acute Tox. 4, H302 Eye Dam. 1, H318	Xn,O Xn;R22 Xi;R41 O;R8		25 <= x % < 50
CAS: 85409-22-9 EC: 287-089-1 COMPOSES DE L'ION AMMONIUM QUATERNAIRE, BENZYLALKYL EN C12-14 DIMETHYLES, CHLORURES	GHS07, GHS05, GHS09 Dgr Acute Tox. 4, H302 Skin Corr. 1B, H314 Aquatic Acute 1, H400 M Acute = 10 Aquatic Chronic 1, H410 M Chronic = 1	C,N C;R34 Xn;R22 N;R50		0 <= x % < 2.5

Autres données :

Génération d'acide peracétique in situ, après dissolution dans l'eau.

SECTION 15 : INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

- Etiquetage des détergents (Règlement CE n° 648/2004 et 907/2006) :

- moins de 5% de : phosphonate
- moins de 5% de : agents de surface non ioniques
- enzymes
- Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Les informations issues de l'évaluation de la sécurité chimique des substances présentes dans le produit sont intégrées dans les sections appropriées de la présente fiche de données de sécurité, chaque fois que nécessaire.

ANNEXE E. Exemple de notice de composition d'un produit d'entretien.

Composition

Principes actifs antimicrobiens de la solution reconstituée (quantité indicative)*Antimicrobial active ingredients of reconstituted solution (Indicative quantity)*

	dilution à 0.5% dilution at 0.5%
Acide peracétique <i>Peracetic acid</i>	750 ppm 750 ppm
Chlorure de N-alkyl(C12-14)-N-benzyl- N,N-diméthylammonium <i>N-alkyl(C12-14)-N-benzyl-N,N-dimethylammonium chloride</i>	0,012% 0,012%

Composition de la poudre*Powder's composition*Chlorure de N-alkyl(C12-14)-N-benzyl-N,N-diméthylammonium
*N-alkyl(C12-14)-N-benzyl-N,N-dimethylammonium chloride*Percarbonate de sodium,
*Sodium percarbonate,*Tétraacétyléthylènediamine
*Tetraacetyethylenediamine*Agent tensioactif
*Surfactant*Agent séquestrant
*Chelating agent*Système tampon citaté
*Citrate buffer system*Colorant
*Colouring agent*Excipients
*Excipients*Remarque : il s'agit du même produit que celui considéré dans l'ANNEXE C.



Agence de l'Eau Adour-Garonne
90 rue du Férétra
CS 87801
31078 Toulouse Cedex 4
05 61 36 37 38
www.eau-adour-garonne.fr

Agence française pour la biodiversité
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

SIBA
16 allée Corrigan
33120 Arcachon
05 57 52 74 74
www.siba-bassin-arcachon.fr

EPOC UMR 5805 CNRS-OASU
Equipe LPTC
Bâtiment A12
351 crs de la Libération
33405 Talence
05 40 00 69 98
Equipe EA
Place du Dr Bertrand Peyneau
33120 Arcachon
05 56 22 39 02
www.epoc.u-bordeaux.fr

LGC UMR 5503 INPT-CNRS-UPS
4, allée Emile Monso
BP 84234
31030 Toulouse cedex 4
05 34 32 36 00
www.lgc.cnrs.fr

Irstea, centre de Bordeaux
UR ETBX
50 avenue de Verdun
Gazinet 33612
Cestas Cedex
05.57.89.08.00
www.irstea.fr