



Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines



AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



## Module 1. Cartographie

Livrable 1.2. Présence et devenir de micropolluants d'intérêt dans le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon.

Rapport final

*Jean-Philippe BESSE, Stéphane VRIGNON, Sabine JEANDENAND (SIBA)*

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

*Jean Dumont (UT2A)*

Mars 2019

Porteurs du projet

Réseau





## Remerciements

Un grand merci au personnel d'Eloa pour le temps passé à la réalisation de tous les prélèvements.

## Auteurs

### **SIBA (Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon)**

Jean-Philippe BESSE, chargé de mission – animateur REMPAR, [jp.besse@siba-bassin-arcachon.fr](mailto:jp.besse@siba-bassin-arcachon.fr)

Stéphane VRIGNON, directeur des pôles assainissement, [s.vrignon@siba-bassin-arcachon.fr](mailto:s.vrignon@siba-bassin-arcachon.fr)

Sabine JEANDENAND, directrice générale des services, [s.jeandenand@siba-bassin-arcachon.fr](mailto:s.jeandenand@siba-bassin-arcachon.fr)

### **Université de Bordeaux – UMR 5805 EPOC – LPTC**

Laura MOURET, ingénieure d'étude, [laura.mouret@u-bordeaux.fr](mailto:laura.mouret@u-bordeaux.fr)

Nathalie TAPIE, chargée de projet, [nathalie.tapie@u-bordeaux.fr](mailto:nathalie.tapie@u-bordeaux.fr)

Thomas CORRALES, ingénieur d'étude, [thomas.corrales@u-bordeaux.fr](mailto:thomas.corrales@u-bordeaux.fr)

Karyn LEMENACH, ingénieure de recherche, [karyn.le-menach@u-bordeaux.fr](mailto:karyn.le-menach@u-bordeaux.fr)

Patrick PARDON, Ingénieur de recherche, [patrick.pardon@u-bordeaux.fr](mailto:patrick.pardon@u-bordeaux.fr)

Hélène BUDZINSKI, Directrice de recherche, [helene.budzinski@u-bordeaux.fr](mailto:helene.budzinski@u-bordeaux.fr)

### **UT2A (Ultra-Traces Analyses Aquitaine)**

Jean DUMONT, ingénieur applications, [j.dumont@univ-pau.fr](mailto:j.dumont@univ-pau.fr)

## Correspondants

**AFB (anciennement ONEMA) :** Estérelle VILLEMAGNE, chargée de mission innovation, [esterelle.villemagne@afbiodiversité.fr](mailto: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](mailto:jean-pierre.rebillard@eau-adour-garonne.fr)

## Référence du document

**Droits d'usage :** accès réservé

**Niveau géographique :** National

**Couverture géographique :** Bassin d'Arcachon

**Niveau de lecture :** Public professionnel

**Référence :** BESSE J.P., MOURET L., TAPIE N., DUMONT J., CORRALES T., LEMENACH K., PARDON P., BUDZINSKI H., VRIGNON S., JEANDENAND S. 2019. REMPAR – Livrable 1.2. – Présence et devenir de micropolluants d'intérêt dans le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon.

## 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

Présence et devenir de micropolluants d'intérêt dans le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon.

## Résumé

Entre 2015 et 2018, plusieurs campagnes d'analyses ont été réalisées dans le système d'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon afin de cartographier l'empreinte en micropolluants organiques (pesticides, médicaments humains, hormones, conservateurs, filtres-UV), métalliques et organométalliques.

Globalement, pour les *micropolluants organiques*, l'empreinte en entrée et sortie des stations d'épuration ainsi que leur rendement d'élimination est cohérent avec ce que l'on retrouve au niveau national. Pour les *pesticides*, si l'empreinte dans les eaux usées brutes et traitées est dominée par le glyphosate et l'AMPA, ceci ne se retrouve pas au niveau de l'intra-Bassin, dont l'empreinte est dominée par les métabolites du S-métolachlore. Globalement, l'élimination des diverses classes de pesticides est faible à nulle dans les STEP. Enfin, depuis 2008, on note une évolution pour certains pesticides (augmentation des teneurs en diuron et terbutryne notamment), en lien avec des changements d'usage correspondants aux évolutions de la réglementation (passage d'un usage agricole à un usage biocide dans les produits de construction). Les *filtres-UV* sont présents en entrée et sortie de STEP ; leur élimination est variable. Le profil dans les eaux usées diffère de celui des plages du Bassin avec moins d'octocrylène mais la présence d'oxybenzone (utilisé majoritairement dans les cosmétiques). L'empreinte en *pharmaceutiques* et leurs rendements d'élimination sont cohérents avec ce qui est retrouvé au niveau national. Les concentrations en pharmaceutiques sont globalement stables depuis 2008 à l'exception de quelques molécules. Enfin, l'élimination des conservateurs et des hormones recherchés est presque totale dans les STEP.

Pour les *éléments traces métalliques (ETM)*, les suivis rapportent des teneurs plus élevées en plusieurs éléments, notamment Al, dans les eaux brutes du Sud Bassin (STEP de La Teste de Buch) par rapport à celles du Nord-Bassin (STEP de Biganos). Pour l'Al, ceci devrait être lié à la présence en amont du réseau d'une usine de potabilisation utilisant Al comme coagulant et rejetant les boues de lavage de ses filtres dans le réseau public d'assainissement. Cependant, les rendements d'élimination des STEP sont cohérents avec ce qui est retrouvé dans le projet Amperes et les teneurs en ETM en sortie des STEP sont cohérentes avec les résultats de ce projet. Le rejet de l'industrie papetière Smurfit kappa (SKCP) présente un profil spécifique vis-à-vis des rejets urbains, notamment en Al, Mn, Ti, V, Cr, Mo, Pb et Cd. Pour Al, il s'agit possiblement d'un transfert de cet élément depuis la rivière Lacanau, prise d'eau principale de SKCP, les teneurs en Al étant naturellement élevées dans le territoire. Le rejet final au Wharf (exutoire unique des eaux usées traitées du Bassin d'Arcachon à l'océan) reste influencé par les rejets de SKCP pour plusieurs ETM (Al, Ti, V et Cr). Avant rejet à l'océan, les teneurs en ETM sont à des niveaux proches des normes de qualité environnementales (NQE) et des concentrations prédites sans effet (PNEC) pour le milieu marin. Après rejet au Wharf, la modélisation de la dispersion des rejets suggère que pour les ETM, les teneurs après dilution sont très inférieures aux NQE et aux PNEC pour le milieu marin.

Enfin, les *oganoétains* qui étaient détectés en 2011 en différents points du réseau ne le sont plus en 2017 et 2018 dans la phase dissoute. Des différences de LQ entre les différentes périodes d'analyses ne permettent pas de conclure avec certitude pour la phase particulaire

L'observation de certaines différences entre les eaux brutes arrivant aux STEP de La Teste et de Biganos va faire l'objet d'études complémentaires afin d'en connaître les raisons.

## Mots clés (thématiques et géographiques)

Bassin d'Arcachon ; Réseau d'assainissement public ; Stations d'épuration ; Eaux usées ; Rendements d'élimination ; Rejet à l'océan ; Wharf de la Salie ; Micropolluants ; Eléments traces métalliques ; Organoétains ; Pesticides ; Hormones ; Conservateurs ; Filtres-UV ; Médicaments.

## Title

Occurrence and behavior of selected micropollutants in the sewerage system of the Arcachon Bay.

## Abstract

Between 2015 and 2018, several analytical campaigns were carried out on the urban sewage system of the Arcachon Bay in order to implement a footprint of organic micropollutants (pesticides, pharmaceutical residues, hormones, antimicrobial preservatives, UV-filters), trace elements and organotins.

Overall, for *organic micropollutants*, the footprint of raw and treated wastewaters as well as the WWTPs removal efficiency is consistent with what is found at the national level. For *pesticides*, the footprint in raw and treated wastewater is dominated by glyphosate and AMPA, unlike that of the Bay, dominated by metabolites of S-metolachlor. Elimination rates of pesticides is incomplete even weak. Since 2008, some pesticides, namely diuron and terbutryne, showed an increase in their concentrations, likely to be linked with changes in their use (from agricultural use to a biocidal use in construction products). The *UV-filter* footprint is different from the one in Arcachon coastal waters, with the presence of oxybenzone, detected only at WWTP of Biganos. The *pharmaceutical* footprint and their elimination efficiencies are consistent with what is found at the national level. Pharmaceutical concentrations tend to be stable since 2008 with the exception of a few molecules. Finally, elimination of microbial preservatives and hormones is almost complete in the WWTPs.

For *trace elements (TM)*, the analytical campaigns indicated that higher levels of several TM were found in raw wastewaters of the South Basin (WWTP of La Teste de Buch) compared to those of the North-Basin (WWTP of Biganos), for Al, this could be related to the presence upstream of the sewage system of a potabilization plant. Elimination rates of the WWTPs are consistent with what is found in the Ampères project. So are TM levels in raw and treated wastewaters. The treated wastewaters of the paper industry SKCP displays a specific profile compared with urban ones, with higher levels of Al, Mn, Ti, V, Cr, Mo, Pb and Cd. For Al, its high levels in SKCP's treated effluents may originate from the Lacanau River, SKCP main water intake, as Al levels are naturally elevated in this area. The final outlet at the Wharf de la Salie (unique outlet for treated wastewater to the ocean) is influenced by SKCP releases for several metals (Al, Ti, V and Cr). Before discharge to the ocean, TM levels are at levels close to environmental quality standards (EQS) and predicted no-effect concentrations (PNECs) for marine waters. After rejection at the ocean, the release dispersion model suggests that for the TM, the diluted levels are much lower than EQS and PNECs for the marine environment.

Finally, the *oganotins* that were detected in 2011 at different points of the sewage system are no more detected in 2017 and 2018 in the dissolved phase. Discrepancies in the LQ between the analyses implemented in 2011 and 2017-2018 do not allow concluding for the particulate phase.

The finding of some differences between the profiles of raw wastewaters from WWTPs of La Teste de Buch and Biganos will lead to further studies aiming at identifying the origin of such a difference; i.e. different uses or potential extraneous water leakage in the sewage system.

## Key words (thematic and geographical area)

Arcachon Bay ; Sewage system ; Wastewater treatment plants ; Wastewater ; Elimination rates ; Outlet to ocean ; Wharf de la Salie ; Micropollutants ; Trace elements ; Organotins ; Pesticides ; Hormones ; Antimicrobial conservatives ; UV-filters ; Pharmaceuticals.

## Synthèse pour l'action opérationnelle

### I. Contexte

#### I.1. Le système d'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon

Le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) est propriétaire des ouvrages d'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon. Ce système est composé de 1 120 km de réseau (dont 64 km de collecteurs de ceinture du Bassin d'Arcachon jusqu'au Wharf de la Salie et plus de 1000 km de réseaux secondaires) ; 414 postes de pompage ; 7 bassins de sécurité pour une capacité de stockage de 245 500 m<sup>3</sup>. Le système de collecte, séparatif à 100%, ne comporte aucun déversoir d'orage. La totalité des effluents domestiques sont traités au niveau des 3 stations d'épuration (STEP) d'une capacité totale de 290 000 équivalents-habitants.

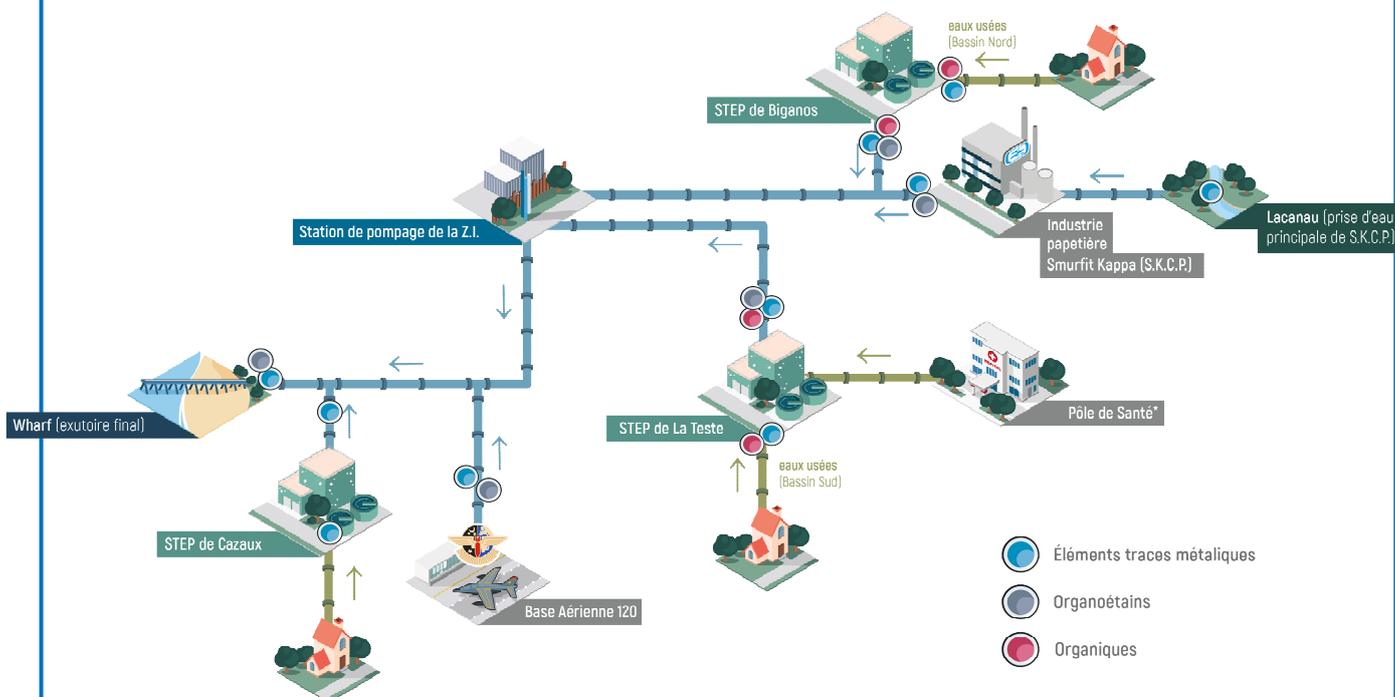
Une particularité du collecteur des eaux usées traitées du SIBA est de collecter également les eaux traitées de l'usine papetière Smurfit Kappa (SKCP). Les eaux rejetées par l'usine disposent de leur propre traitement, en amont du réseau collectif et de la STEP du SIBA concernée.

L'ensemble des eaux usées traitées (urbaines et papetières) sont rejetées à l'océan, au niveau d'un exutoire unique : le Wharf de La Salie. Les volumes journaliers moyens rejetés au Wharf représentent environ 30 000 m<sup>3</sup>/j d'effluents urbains épurés et 30 000 m<sup>3</sup>/j d'effluents industriels épurés.

#### I.2. Suivis antérieurs à REMPAN

**Pour les micropolluants organiques :** dès 2008, le SIBA, en lien avec le LPTC (UMR CNRS 5805 EPOC) a réalisé des campagnes d'analyses qui ont montré notamment des différences de profils entre les rejets urbains et le rejet de SKCP et une forte dilution du rejet final à l'océan.

**Pour les éléments traces métalliques (ETM) :** des suivis conduits en 2011 au niveau du Banc d'Arguin, à proximité du rejet final avaient rapporté des concentrations en ETM du niveau de celles déterminées dans des eaux marines peu contaminées, indiquant que le Wharf n'avait pas d'impact sur les niveaux métalliques enregistrés à Arguin.



**Figure A.** Synoptique des points de prélèvements réalisés dans le cadre de REMPAN dans le système d'assainissement du Bassin d'Arcachon.

### 1.3. L'objectif des suivis initiés dans REMPAP sur les eaux usées

L'objectif de ces suivis dans REMPAP était de compléter les travaux antérieurs :

- pour les organiques, en recherchant de nouvelles familles de micropolluants d'intérêt pour le Bassin avec notamment des filtres UV et des biocides, et en prenant en compte les entrées des STEP urbaines ;
- pour les ETM, en élargissant le panel d'éléments recherchés et en suivant l'intégralité du réseau (entrée et sorties des STEP, rejet industriel et rejet final) ;
- pour les organoétains, de réévaluer leur présence dans le réseau.

L'ensemble des points de prélèvements est synthétisé dans la Figure A.

## II. Résultats pour les organiques

### II.1. Combien ?

- *Pour les parabènes* (5 molécules analysées), ils sont détectés à hauteur de plusieurs 100<sup>aines</sup> de ng/L en entrée de STEP et sont très bien éliminés.
- *Pour les pharmaceutiques* (52 molécules), on les retrouve en entrée et en sortie de STEP. Leur élimination varie en fonction des molécules. Le profil et les taux d'abattelements sont cohérents avec ce que l'on retrouve au niveau d'autres territoires.
- *Pour les hormones* (5 molécules), en entrée de STEP, l'éthinylestradiol n'est jamais quantifié, l'estrone est quantifiée à plusieurs centaines de ng/L, et l'estriol jusqu'à 120 ng/L. L'élimination des hormones est presque totale dans les STEP du Bassin.
- *Pour les FUV* (6 molécules), ils sont détectés jusqu'au µg/L en entrée de STEP. L'élimination de ces composés est incomplète et variable en fonction des molécules (l'oxybenzone est peu éliminée par exemple). Le profil dans les eaux usées est différent du profil des plages du Bassin avec moins d'octocrylène (utilisé majoritairement dans les crèmes solaires) et la présence d'oxybenzone (utilisé majoritairement dans les cosmétiques).
- *Pour les pesticides* (78 molécules), les concentrations obtenues varient de quelques ng/L à quelques dizaines de ng/L : 11 molécules sont quantifiées à moins de 10 ng/L, 10 le sont entre 10 ng/L et 100 ng/L et une autre (imidaclopride) l'est à plus de 100 ng/L. Seuls l'AMPA et le glyphosate sont quantifiés à des concentrations de plusieurs centaines de ng/L. Ces données sont en accord avec les études retrouvées dans la littérature. Enfin l'élimination des diverses classes de pesticides est faible à nulle dans les STEP.

### II.3. En résumé

*L'empreinte en micropolluants organiques* des eaux usées urbaines (brutes et traitées) est cohérente avec celles que l'on peut retrouver au niveau d'autres territoires au niveau national ou international.

*L'abattement des micropolluants organiques* varie en fonction des molécules, pour certains médicaments et pour les diverses classes de pesticides, l'élimination est faible à nulle.

*On observe certaines différences de profils* entre les eaux usées brutes des STEP et notamment la présence de métolachlore-OA (MOA, métabolite du S-métolachlore utilisé en maïsiculture) uniquement en entrée de La Teste de Buch ; et d'oxybenzone (Filtre-UV), uniquement au niveau de Biganos.

## III. Résultats pour les éléments traces métalliques

### III.1. L'empreinte urbaine

*Pour les entrées des STEP*, les teneurs métalliques sont cohérentes avec ce qui est retrouvé dans la littérature, seul Ti est présent en concentrations plus élevées. La STEP de La Teste de Buch se différencie des deux autres par des teneurs métalliques globalement plus élevées, notamment pour Al et Fe. Pour Al, la source est probablement l'usine de potabilisation d'eau située en amont de cette STEP.

*Concernant les rendements d'élimination*, on observe de bons rendements en général, comparables à ceux qui sont rapportés dans le projet AMPERES (Choubert et al., 2011) pour des processus identiques. Cette bonne élimination indique toutefois que les ETM sont simplement transférés dans les boues avec les MES, lors de la phase de traitement primaire par décantation physico-chimique. De mauvais rendements sont observés pour As et Mo, ce que l'on retrouve également dans le projet AMPERES.

*En termes de flux*, les flux moyens urbains par habitant et par jour sont dans la moyenne ou inférieurs à ce qui est retrouvé dans AMPERES.

### III.2. L'empreinte de la base aérienne 120

Le profil de la base aérienne 120 est marqué par Fe, Mn, Pb.

### III.3. Le profil spécifique des rejets de SKCP

Les résultats montrent un profil différent des eaux usées traitées de l'industrie papetière SKCP par rapport aux eaux usées traitées urbaines avec un profil marqué en plusieurs ETM : Al, Mn, Ti, V, Cr, Mo, Pb et Cd. En 2016, SKCP a procédé à une modification de la gestion de ses process de traitements, les résultats indiquent une diminution des concentrations totales de plusieurs ETM et notamment Al, Fe, Ti et V.

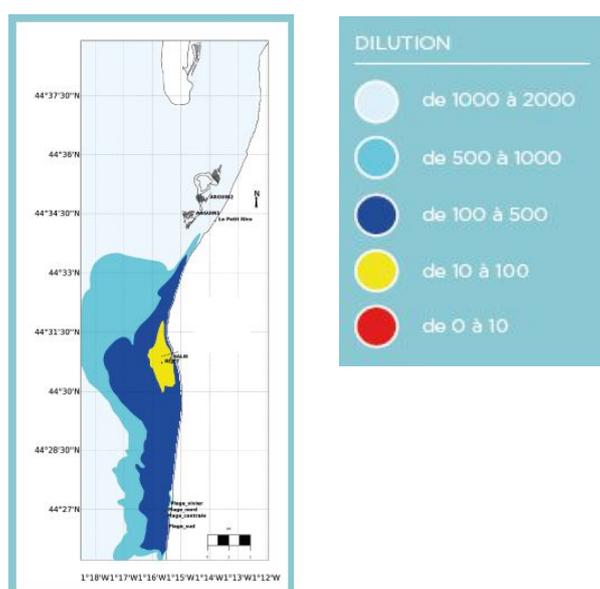
### III.4. Le rejet final au Wharf

*En termes de niveaux de concentrations* : les rejets sont largement dominés par Al, et Fe. D'une manière générale, les concentrations moyennes dissoutes dans les eaux traitées sont du même ordre de grandeur que celles rapportées dans le projet AMPERES et généralement inférieures. Seules les concentrations dissoutes en Al et V au niveau du Wharf sont supérieures à celles rapportées dans AMPERES ; ceci étant lié à l'influence des rejets de SKCP. Pour les 3 éléments (Cd, Ni, Pb) pris en compte dans l'état chimique de la Directive cadre sur l'Eau (DCE), les concentrations dissoutes mesurées en sorties des rejets, qu'ils soient urbains ou industriels, sont déjà inférieures aux normes de qualité environnementales (NQE) pour les eaux marines. Pour les métaux inclus dans l'état écologique de la DCE (As, Cr, Cu et Zn), les NQE n'existent que pour les eaux continentales. Pour Cu et As toutefois, les concentrations relevées dans les eaux traitées avant rejet sont déjà du niveau des PNEC concentrations prédites sans effet proposées par l'Ineris (<http://www.ineris.fr/substances/fr/>). Enfin, on ne constate pas d'évolution majeure du rejet depuis 2008.

*En termes de flux* : pour de nombreux ETM, les flux dissous au Wharf sont supérieurs à ceux rapportés dans le projet AMPERES : en effet, les rejets de SKCP sont un contributeur important des rejets finaux au Wharf, et ce pour la grande majorité des ETM et en particulier pour Al. Il en est de même pour les flux totaux où la contribution de SKCP en MES au niveau du rejet final est largement majoritaire.

### III.5. La dilution du rejet à l'océan

Dans le cadre des études de suivi du Wharf, le SIBA a fait réaliser en 2014 une modélisation de la dispersion des effluents rejetés par le Wharf de la Salie. Ce modèle permet notamment de simuler la dispersion des espèces présentes sous forme dissoutes dans le rejet selon différents scénarii de conditions météo-océaniques (Figure B).



**Figure B.** Exemple de scénario de modélisation de la dispersion des rejets du Wharf à l'océan : alternance vent de sud-est et houle faible / vent d'ouest et houle faible.

En se basant sur les résultats de la modélisation de la dispersion des rejets du Wharf, il est possible d'extrapoler les concentrations métalliques à proximité et à distance de l'émissaire selon l'ensemble des 9 scénarios (situations) appliqués. La valeur calculée la plus élevée, déterminée au pied de Wharf est de moins de 60 ng/L et est déjà très inférieure à la NQE (800 ng/L). Pour l'ensemble des ETM, les concentrations dissoutes métalliques après dilution des rejets du Wharf à l'océan sont très inférieures aux NQE ou aux PNEC marines.

### III.6. En résumé

*L'empreinte en éléments traces métalliques* des eaux usées urbaines (brutes et traitées) est globalement cohérente avec celles que l'on peut retrouver dans d'autres territoires au niveau national ou international.

*L'abattement* est globalement bon, ce qui était attendu pour cette classe de contaminants.

*On observe des différences de profils entre les eaux usées brutes* des STEP de La Teste et de Biganos avec des teneurs en ETM globalement supérieures en entrée de la STEP de La Teste de Buch.

*Les rejets de SKCP* présentent un profil différent des rejets urbains.

*Le rejet final au Wharf est fortement influencé par les rejets de SKCP.* Les teneurs en ETM dissous restent dans la moyenne de ce que l'on peut observer dans le projet AMPERES sauf pour Al et V.

*Avant rejet, les teneurs en ETM au niveau du Wharf sont du niveau ou en deçà des NQE et des PNEC existantes pour les eaux marines.*

### IV. Résultats pour les organoétains

Des études conduites entre 2008 et 2011 avaient montré la présence d'organoétains et notamment de dibutylétain (DBT) et monobutylétain (MBT) dans le réseau avec un profil particulier pour les rejets de la STEP de Cazaux et de la BA 120 ; ainsi que la présence d'organoétains dans le Lacanau. L'objectif dans REMPARG était donc de réévaluer leur présence dans le réseau public d'assainissement et le cas échéant, d'en identifier les sources. De nouvelles campagnes, prises en charges dans le cadre du Pôle de recherche Eloi, ont été conduites en 2017 et 2018.

Les analyses réalisées en 2017 et 2018 montrent la disparition des organoétains dans la phase dissoute sur l'ensemble du réseau public d'assainissement du Bassin et au rejet final à l'océan par rapport à 2011.

Pour la phase particulaire, il n'est pas possible de conclure avec certitude compte-tenu des différences de LQ entre les analyses réalisées en 2017-2018 et celles réalisées précédemment en 2011 ; toutefois, les organoétains recherchés n'ont été détectés que de manière très ponctuelle et à des niveaux proches des LQ.

### V. Discussion - L'évolution des concentrations en micropolluants dans les eaux usées depuis 2008

L'ensemble des résultats acquis depuis les premières analyses réalisées en 2008 montre :

- une évolution pour certains pesticides (augmentation des teneurs en diuron et terbutryne notamment), en lien avec des changements d'usage ; le diuron par exemple est interdit pour un usage agricole mais autorisé pour un usage biocide dans les produits de construction ;
- peu d'évolution pour les substances pharmaceutiques analysées, à l'exception possible du diclofénac ;
- pas d'évolution notable pour les éléments traces métalliques.

### VI. Discussion – L'impact chimique du rejet du Wharf

Le système d'assainissement, avec un exutoire final qui permet le rejet des eaux traitées au sud du territoire à l'océan a été conçu pour protéger l'intra-Bassin. L'ensemble des données acquises dans ce projet et des données antérieures semblent confirmer cet état avec :

- une forte dilution constatée pour les organiques et les ETM sur la base des analyses antérieures à REMPARG et de la modélisation de la dispersion des rejets au Wharf (avec des concentrations modélisées pour les ETM inférieures aux NQE et aux PNEC) ;
- une empreinte différente entre les rejets des STEP urbaines et l'intra-Bassin en termes de pesticides et de filtres-UV ;

- l'absence de médicaments d'origine humaine dans le Bassin alors qu'on les retrouve dans les eaux usées traitées ;
- pas d'impact chimique avéré du Wharf au niveau du banc d'Arguin.

## VII. Perspectives

### VII.1. Poursuite de l'analyse de l'empreinte en micropolluants

L'observation de différences dans le profil en pesticides entre les entrées des STEP de La Teste de Buch et de Biganos interpelle, notamment la présence de métolachlore-OA en entrée de la STEP de La Teste du Buch, et des investigations vont être portées vers :

- la recherche des sources de métolachlore-OA sur le réseau amont de la STEP de La Teste de Buch ;
- la possibilité d'entrées d'eaux parasites dans le réseau, en lien avec la structure du réseau et l'hydrodynamisme du territoire (en particulier la présence d'une nappe sub-affleurante).

Par ailleurs, pour les micropolluants organiques, les actions de diagnostic se sont focalisées sur les sources urbaines. Des analyses complémentaires seraient à réaliser pour remettre à jour la comparaison des profils des rejets urbains avec les rejets industriels, et définir la contribution de chaque rejet à l'empreinte du rejet final au niveau du Wharf.

### VII.2. Actions de sensibilisation

Alors que la source domestique représente une part très importante de la pollution véhiculée par les eaux usées, celle-ci reste encore peu connue du grand public (Heitz et al., 2017). Une information sur cette pollution d'origine domestique serait donc à mettre en place envers le grand public.

Sur le Bassin d'Arcachon, le SIBA a créé un espace pédagogique, l'EAU'ditorium, afin de sensibiliser les scolaires au parcours de l'eau, de l'habitation à son retour au milieu naturel (Cf. livrable 5). L'EAU'ditorium permet notamment de comprendre les grands principes de la dépollution des eaux usées.

## VIII. Bibliographie

J.-M. Choubert, S. Martin-Ruel, H. Budzinski, C. Miège, M. Eesperanza, C. Soulier, C. Lagarrigue, M. Coquery. Évaluer les rendements des stations d'épuration. Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées Techniques Sciences Méthodes 1/2 (2011) 44-62.

C. Heitz, M. Pierette, R. Barbier. Les micropolluants d'origine domestique dans l'eau : enquête sur la représentation d'une nouvelle menace. Biodiversité et gestion des territoires 17 (2017). <https://journals.openedition.org/vertigo/18723>.

# Sommaire

<b>1. Introduction</b>	<b>19</b>
1.1. Le système d'assainissement collectif des eaux usées du Bassin	19
1.2. Contexte et objectifs du livrable	21
<b>2. Analyse de l'empreinte organique dans le réseau public d'assainissement</b>	<b>23</b>
2.1. Introduction - Analyses antérieures à REMPARG	23
2.1.1. Caractérisation de l'empreinte	23
2.1.2. Impact des rejets du Wharf	23
<b>2.1.2.1. Traceurs</b>	<b>23</b>
<b>2.1.2.2. Impact des rejets du Wharf</b>	<b>24</b>
2.1.3. Variabilité saisonnière	25
2.1.4. Composition des rejets de SKCP en terpènes	25
2.1.5. Cartographie de l'empreinte à l'échelle du réseau	25
2.2. REMPARG – Analyse des profils de consommation en médicaments	27
2.2.1. Objectifs de l'étude	27
2.2.2. Matériel et méthodes – calcul des quantités de substances actives	27
2.2.3. Résultats	27
<b>2.2.3.1. Résultats par familles de substances</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3.2. Principales molécules délivrées</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3.3. Comparaison avec le profil national</b>	<b>29</b>
<b>2.2.3.4. Estimation des concentrations dans le réseau d'assainissement</b>	<b>30</b>
2.2.4. En résumé	30
2.3. REMPARG – Analyse de l'empreinte organique	30
2.4. Analyse de l'empreinte organique – matériel et méthodes	30
2.4.1. Choix des molécules	30
2.4.2. Choix des sites, méthodologie d'échantillonnage	31
2.4.3. Préparation de l'échantillon	32
<b>2.4.3.1. Matrices et classes analysées</b>	<b>32</b>
<b>2.4.3.2. Réactifs</b>	<b>32</b>
<b>2.4.3.3. Protocoles d'extraction du dissous</b>	<b>32</b>
<b>2.4.3.4. Contrôle qualité</b>	<b>33</b>
2.4.4. Méthodes analytiques	33
<b>2.4.4.1. Limite de quantification</b>	<b>34</b>
<b>2.4.4.2. Contrôle qualité</b>	<b>34</b>
<b>2.4.4.3. Synthèse</b>	<b>34</b>
2.5. Analyse de l'empreinte organique – résultats	34
2.5.1. Fréquence de détection	34
2.5.2. Pharmaceutiques	35
<b>2.5.2.1. Nombre de molécules quantifiées</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2.2. Empreinte de contamination</b>	<b>36</b>
<b>2.5.2.3. Comportement en STEP</b>	<b>38</b>
2.5.3. Pesticides	39
<b>2.5.3.1. Nombre de molécules quantifiées</b>	<b>39</b>
<b>2.5.3.2. Empreinte de contamination</b>	<b>39</b>
<b>2.5.3.3. Comportement en STEP</b>	<b>40</b>
<b>2.5.3.4. Comparaison avec l'intra-Bassin</b>	<b>41</b>
2.5.4. Biocides	43

2.5.5. Hormones .....	43
2.5.6. Parabènes .....	44
2.5.7. FUV .....	45
<b>2.5.7.1. Empreinte de contamination</b> .....	<b>45</b>
<b>2.5.7.2. Comportement en STEP</b> .....	<b>45</b>
2.6. Comparaison avec les suivi des STEP depuis 2008 .....	46
2.6.1. Pharmaceutiques .....	46
2.6.2. Pesticides .....	47
2.6.3. Synthèse .....	49
2.7. Conclusion et perspectives .....	49
<b>3. Analyse de l’empreintes métallique dans le réseau public d’assainissement</b> .....	<b>50</b>
3.1. Introduction - analyses antérieures à REMPARG .....	50
3.1.1. Caractérisation de l’empreinte .....	50
3.1.2. Impact des rejets du Wharf .....	50
3.1.3. Campagnes d’analyses de 2011 .....	50
3.2. Objectif des analyses dans REMPARG .....	50
3.3. Plan d’échantillonnage .....	51
3.4. Matériel et méthodes .....	51
3.4.1. Type de prélèvements .....	51
3.4.2. Procédure de décontamination des flacons et consommables pour l’analyse des éléments traces .....	51
3.4.3. Prélèvements et logistique de transport .....	51
3.4.4. Traitement des échantillons .....	51
3.4.5. Analyse des éléments traces – méthodologie .....	52
<b>3.4.5.1. Eléments analysés et limites de quantification</b> .....	<b>52</b>
<b>3.4.5.2. Méthodologie</b> .....	<b>52</b>
3.4.6. Synthèse .....	52
3.5. Résultats .....	52
3.5.1. Concentrations métalliques dans les eaux usées brutes - amont du réseau .....	53
<b>3.5.1.1. Comparaison des résultats entre les stations d’épuration du Bassin – campagnes de 2015</b> .....	<b>53</b>
<b>3.5.1.2. Comparaison des résultats entre les stations d’épuration du Bassin – campagnes de 2017-2018</b> .....	<b>54</b>
<b>3.5.1.3. Comparaison aux valeurs rapportées dans le projet AMPERES</b> .....	<b>54</b>
3.5.2. Rendements d’élimination métallique .....	55
3.5.3. Concentrations métalliques dans les eaux traitées – aval du réseau .....	56
<b>3.5.3.1. Comparaison entre les différents rejets</b> .....	<b>56</b>
<b>3.5.3.2. Comparaison aux valeurs rapportées dans le projet AMPERES</b> .....	<b>57</b>
3.5.4. Concentrations métalliques dans le rejet final au Wharf .....	57
3.5.5. Flux métalliques .....	60
<b>3.5.5.1. Volumes d’eaux urbains et industriels</b> .....	<b>60</b>
<b>3.5.5.2. Flux émis par les STEP urbaines</b> .....	<b>60</b>
<b>3.5.5.3. Flux dissous émis au Wharf</b> .....	<b>60</b>
<b>3.5.5.4. Flux totaux émis au Wharf</b> .....	<b>63</b>
3.5.6. Les rejets de SKCP .....	63
<b>3.5.6.1. Evolution des rejets de SKCP entre 2015 et 2017-2018</b> .....	<b>63</b>
<b>3.5.6.2. Influence du Lacanau sur les teneurs métalliques des rejets de SKCP</b> .....	<b>65</b>
3.5.7. Evolution des rejets au Wharf depuis 2009 .....	66

3.5.7.1. Evolution des volumes d'eaux rejetés .....	66
3.5.7.2. Evolution des teneurs et des flux de MES .....	66
3.5.7.3. Evolution des concentrations métalliques dissoutes .....	66
3.5.7.4. Evolution des concentrations métalliques particulières.....	66
3.5.7.5. Synthèse – Evolution globale du rejet final .....	66
3.5.8. La dilution des rejets du Wharf à l'océan .....	68
3.5.8.1. L'étude de courantologie au Wharf .....	68
3.5.8.2. Calcul des concentrations métalliques après dilution .....	70
3.6. Synthèse des résultats .....	70
<b>4. Caractérisation de la présence des organoétains dans le réseau d'assainissement.....</b>	<b>72</b>
4.1. Rappels sur les organoétains et objectifs .....	72
4.2. Campagnes antérieures à REMPARG.....	72
4.2.1. Résultats pour le TBT .....	74
4.2.1.1. Phase dissoute .....	74
4.2.1.2. Phase particulaire.....	74
4.2.2. Résultats pour le DBT .....	74
4.2.2.1. Phase dissoute .....	74
4.2.2.2. Phase particulaire.....	74
4.2.3. Résultats pour le MBT .....	74
4.2.3.1. Phase dissoute .....	74
4.2.3.2. Phase particulaire.....	74
4.2.4. Autres organostanniques .....	74
4.3. REMPARG – Analyse de l'empreinte organométallique.....	75
4.3.1 Matériel et méthodes.....	75
4.3.1.1. Prélèvements, logistique et traitement des échantillons .....	75
4.3.1.2. Protocole analytique .....	75
4.3.2. Résultats .....	75
4.3.3. Conclusion.....	76
<b>5. Discussion générale et conclusion.....</b>	<b>77</b>
5.1. Conclusion.....	77
5.2. Perspectives.....	77
5.2.1. Poursuite de l'analyse de l'empreinte en micropolluants .....	77
5.2.2. Actions de sensibilisation .....	78
<b>Bibliographie.....</b>	<b>79</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>81</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1. Récapitulatif des caractéristiques des stations d'épuration du Bassin d'Arcachon. ....	19
Tableau 2. Récapitulatif des familles de substances analysées sur le réseau public d'assainissement des eaux traitées du Bassin d'Arcachon entre 2008 et 2010. ....	24
Tableau 3. Comparaison avec les NQE pour les substances prioritaires de la directive cadre sur l'eau, analysées lors des campagnes du LPTC entre 2008 et 2010. ....	26
Tableau 4. Les 15 familles médicamenteuses les plus délivrées dans les 3 officines partenaires de REMPLAR. ....	28
Tableau 5. Principales molécules médicamenteuses délivrées sur le Bassin d'Arcachon en 2013. ....	28
Tableau 6. Comparaison entre le profil du Bassin d'Arcachon et le profil national des 20 familles de médicaments les plus délivrées en 2013. ....	29
Tableau 7. Classes de molécules sélectionnées .....	31
Tableau 8. Campagnes réalisées sur les stations d'épuration du Bassin. ....	31
Tableau 9. Classes ciblées dans les différentes campagnes .....	32
Tableau 10. Paramètres des protocoles d'extraction pour la phase dissoute. ....	33
Tableau 11. Limites de quantifications .....	34
Tableau 12. Techniques d'extraction et techniques analytiques. ....	34
Tableau 13. Gammes de concentrations retrouvées dans les STEP de Biganos et la Teste (n=8). ....	36
Tableau 14 : Gamme de concentration en pesticides dans les eaux usées (n=8). ....	40
Tableau 15. Eléments traces métalliques suivis dans REMPLAR et limites de quantification associées. ....	52
Tableau 16. Synthèse du protocole utilisé pour le prélèvement, le transport et l'analyse des ETM. ....	52
Tableau 17. Comparaison des concentrations métalliques totales (moyennes et écart-types) des 3 stations d'épuration du Bassin avec les valeurs rapportées dans le projet AMPERES. ....	55
Tableau 18. Rendements d'élimination pour la filière eau (moyenne et étendue des valeurs rencontrées) pour la station d'épuration de Biganos et comparaison avec les rendements rapportés dans AMPERES pour des procédés équivalents (décantation physico-chimique et biofiltre carbone). ....	56
Tableau 19. Concentrations métalliques dissoutes en µg/L (moyennes et écart-types) en sortie des 3 stations d'épuration du Bassin, en sortie de l'usine papetière SKCP, en sortie de la base aérienne 120 (BA120) et au niveau du Wharf (exutoire final). Comparaison avec les valeurs rapportées dans le projet AMPERES et avec les valeurs de référence. ....	59
Tableau 20. Contribution des rejets des 3 stations d'épuration publiques du Bassin, de l'industriel SKCP et de la BA 120 aux volumes d'eau rejetés. ....	60
Tableau 21. Flux métalliques moyens journaliers par habitant (basés sur les concentrations dissoutes) émis par les 3 stations d'épuration publiques du Bassin d'Arcachon (Biganos, La Teste de Buch, Cazaux). ....	61
Tableau 22. Flux métalliques moyens journaliers (basés sur les concentrations dissoutes) émis au Wharf de la Salie. ....	62
Tableau 23. Flux métalliques moyens (en g/J), basés sur les concentrations totales, émis au Wharf de la Salie ; contribution des rejets de l'industrie papetière SKCP. ....	64
Tableau 24. Mise en regard des teneurs métalliques (concentrations totales en µg/l) entre les rejets de l'industrie papetière SKCP et la rivière Lacanau servant de prise d'eau principale à SKCP. ....	65
Tableau 25. Facteurs de dilution des espèces dissoutes selon les 9 scénarii de conditions météoro-océaniques modélisés. ....	69
Tableau 26. Concentrations dissoutes en cuivre dans l'océan à proximité et à distance du Wharf (en ng/L). Concentrations extrapolées sur la base des résultats de l'étude de courantologie. ....	69
Tableau 27. Principales utilisations des organoétains (source INERIS). ....	72
Tableau 28. Campagnes de suivi des organoétains antérieures à REMPLAR et réalisées durant le projet. ....	73
Tableau 29. Concentrations dissoutes en organoétains (en ng Sn/L) mesurées en différents points en 2011. ....	73
Tableau 30. Concentrations particulières en organoétains (en µg Sn/Kg) mesurées en différents points en 2011. ....	73
Tableau 31. Concentrations mesurées et fréquence de détection des composés organostanniques dans les différents rejets analysés en 2017 et 2018. ....	75

## Liste des figures

Figure 1. Cartographie globale de l'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon. ....	20
Figure 2. Le Wharf de La Salie, exutoire final du système d'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon.....	21
Figure 3. Nombre de molécules quantifiées (n=8). ....	35
Figure 4. Nombre de composés pharmaceutiques quantifiés.....	35
Figure 5. Empreinte de contamination des eaux usées en pharmaceutiques. ....	36
Figure 6. Comportement des pharmaceutiques dans les STEP de Biganos et de La Teste de Buch. ....	37
Figure 7. Nombre de pesticides quantifiés dans les eaux usées.....	39
Figure 8. Empreinte de contamination des eaux usées en pesticides.....	39
Figure 9. Comportement des fongicides dans les STEP de Biganos et La Teste. ....	40
Figure 10. Comportement des herbicides dans les STEP de Biganos et La Teste. ....	40
Figure 11. Comportement des insecticides dans les STEP de Biganos et La Teste.....	41
Figure 12. Comportement du glyphosate et de l'AMPA dans les STEP de Biganos et La Teste.....	41
Figure 13. Comparaison des profils de pesticides entre eaux usées, eaux douces et eaux marines dans le Bassin. ....	42
Figure 14. Empreinte de contamination des eaux douces (Leyre) et marines (Grand Banc) en pesticides.....	42
Figure 15. Comportement du triclosan dans les STEP de Biganos et La Teste.....	43
Figure 16. Comportement du triclocarban dans les STEP de Biganos et de La Teste. ....	43
Figure 17. Comportement des hormones sous forme libre dans les STEP de Biganos et de La Teste. ....	44
Figure 18. Comportement des parabènes dans les STEP de Biganos et La Teste. ....	44
Figure 19. Empreinte en Filtres UV dans les eaux usées. ....	45
Figure 20. Comportement des FUV dans les STEP de Biganos et de La Teste. ....	46
Figure 21. Suivi depuis 2008 des pharmaceutiques dans les effluents de Biganos et de La Teste de Buch.....	47
Figure 22. Suivi depuis 2008 de la théophylline et de la caféine dans les effluents de Biganos et de La Teste de Buch. ....	47
Figure 23. Suivi depuis 2008 des pesticides dans les effluents de Biganos et de La Teste. ....	48
Figure 24 : Suivi depuis 2008 des pesticides hors diuron, terbutryne et atrazine dans les effluents de Biganos et de La Teste.....	48
Figure 25. Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux usées brutes en entrée des stations d'épuration pour l'année 2015 (nombre de prélèvements : 4) ; concentrations exprimées en $\mu\text{g.L}^{-1}$ .....	53
Figure 26. Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux usées brutes en entrée des stations d'épuration pour les années 2017-2018 (nombre de prélèvements : 3) ; concentrations exprimées en $\mu\text{g.L}^{-1}$ .....	54
Figure 27. Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux traitées en sortie des 3 stations d'épuration publiques du Bassin, en sortie de l'usine papetière SKCP, en sortie de la base aérienne 120 (BA120) et au niveau du Wharf (exutoire final). ....	58
Figure 28. Volumes d'eau journaliers ( $\text{m}^3$ ) rejetés par les 3 stations d'épuration publiques du Bassin, par l'industriel SKCP et par la BA 120.....	60
Figure 29. Contribution relative de chaque rejet en termes de flux métalliques (sur la base des concentrations dissoutes).....	62
Figure 30. Contribution relative de chaque rejet en termes de flux de MES.....	63
Figure 31. Evolution des concentrations métalliques totales dans les rejets de SKCP entre l'année 2015 et la période 2017-2018 (fond orangé).....	63
Figure 32. Evolutions des teneurs en éléments traces dissous (en $\mu\text{g/L}$ ) entre 2011 et 2018. ....	67
Figure 33. Evolutions des teneurs en éléments traces métalliques particulaires (en $\text{mg/kg}$ ) entre 2011 et 2018.....	67
Figure 34. Exemple de scénario pour la modélisation de la dispersion des rejets du Wharf à l'océan : alternance vent de sud-est et houle faible / vent d'ouest et houle faible. ....	68

## Liste des annexes

Annexe A. Profil des substances médicamenteuses délivrées en 2013 dans 3 officines du Bassin d'Arcachon.....	81
Annexe B. Profil des substances médicamenteuses délivrées en 2013 dau niveau national .....	82
Annexe C. Synoptique du plan d'échantillonnage pour le réseau d'eaux usées. ....	83
Annexe D. Tableau récapitulatif des composés organiques suivis et des limites de quantification associées.....	84
Annexe E. Rendements d'élimination métalliques pour les stations d'épuration de la Teste de Buch et de Cazaux. ....	88
Annexe F. Evolution des rejets urbains et industriels (volumes d'eau rejetés, MES) depuis 2011. ....	89

# 1. Introduction

## 1.1. Le système d'assainissement collectif des eaux usées du Bassin

L'actuel SIBA a été créé le 23 juin 1964, sous l'acronyme SIACRIBA, dont la vocation unique était la construction et l'exploitation d'ouvrages intercommunaux devant permettre le rejet à l'océan d'eaux usées urbaines et industrielles collectées autour du Bassin d'Arcachon. En 1973, le SIACRIBA fut dissous au profit du SIBA, en réponse à l'objectif « Zéro rejet dans le Bassin ». Cette mobilisation, initiée par la profession ostréicole, résultait de la pollution des eaux ostréicoles et de baignade par les rejets d'eaux dans la Leyre (principal affluent du Bassin). De ce fait, l'assainissement des eaux usées représente la compétence initiale du SIBA, et encore aujourd'hui, sa vocation principale.

Le SIBA est propriétaire des ouvrages d'assainissement collectif, en particulier du Wharf de La Salie et de trois stations d'épuration, dont il a délégué la gestion à la société Eloa, société dédiée du groupe Veolia eau par contrat d'affermage depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013.

Le système d'assainissement (Figure 1) est composé de 1 120 km de réseau (dont 64 km de collecteurs de ceinture du Bassin d'Arcachon jusqu'au Wharf de la Salie et plus de 1000 km de réseaux secondaires) ; 414 postes de pompage ; 7 bassins de sécurité pour une capacité de stockage de 245 500 m<sup>3</sup> (un 8<sup>ème</sup> bassin de sécurité de 30000 m<sup>3</sup> est en cours de réalisation).

Le système de collecte est séparatif à 100% et ne comporte aucun déversoir d'orage. Près de 98% de la population totale des 10 communes du Bassin sont raccordées au réseau collectif (soit environ 114000 habitants permanents).

La totalité des effluents domestiques sont traités au niveau des 3 stations d'épuration : Biganos, La Teste de Buch et Cazaux, d'une capacité totale de 290 000 équivalents-habitants (Tableau 1). Les stations de Biganos et de La Teste de Buch sont les 2 principales stations du Bassin (150 000 et 135 000 équivalents-habitants). Elles ont été mises en service en 2007 et bénéficient de filières de traitement identiques. Elles sont notamment équipées :

- d'une unité de traitement primaire physico-chimique, accélérée par décantation lamellaire (type Densadeg®), précédée d'une coagulation floculation ;
- d'un traitement secondaire biologique par culture fixées (biofiltres type Biofor®) pour le traitement du carbone ; tous les effluents étant rejetés dans l'océan qui n'est pas considéré comme un milieu sensible à l'eutrophisation, il n'y a pas de traitement pour l'azote ;
- d'un traitement tertiaire bactéricide par rayonnements ultra-violet, en fonctionnement du 15 mai au 15 septembre.

La station de Cazaux, d'une capacité de 5 000 équivalents-habitants, date de 1987 et est équipée :

- d'une unité de traitement primaire (dégrillage, dessablage, dégraissage) ;
- d'un traitement secondaire biologique par boues activées (faible charge) à aération prolongée.

**Tableau 1.** Récapitulatif des caractéristiques des stations d'épuration du Bassin d'Arcachon.

Localisation	Capacité (EH)	Débit moyen (m <sup>3</sup> /j)	Type de traitement			Date de mise en service
			Primaire	Biologique	Bactéricide	
La Teste de Buch	150.000	15000	Dégrillage, désablage, dégraissage puis décantation lamellaire	Biofiltre (cultures fixées, traitement biologique du carbone)	UV	2007
Biganos	135.000	15000			UV	2007
Cazaux	5000	600	Dégrillage, désablage, dégraissage	Boues activées faible charge	UV	1986

EH : équivalent-habitant.



Figure 1. Cartographie globale de l'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon.

Une particularité du collecteur des eaux usées traitées du SIBA est de collecter également les eaux traitées de l'usine papetière Smurfit Kappa (site papetier majeur, Cf. livrable 1.1.). Les eaux rejetées par l'usine disposent de leur propre traitement : Smurfit Kappa a mis en service sa propre station d'épuration physico-chimique en avril 1997, puis un traitement biologique par méthanisation des effluents les plus concentrés en décembre 2002.

L'ensemble des eaux usées traitées (urbaines et papetières) sont rejetées au niveau d'un exutoire unique : le Wharf de La Salie (Pour un historique et une description détaillée du Wharf, se reporter à l'encadré de la page suivante ainsi qu'à la plaquette « La vie de l'eau : le Wharf de la Salie »<sup>1</sup>). Le rejet s'effectue à l'océan, à l'extrémité de cet ouvrage métallique d'une longueur de 800 m (Figure 2). Les volumes journaliers moyens rejetés au Wharf représentent environ :

- 30 000 m<sup>3</sup>/j d'effluents urbains épurés ;
- 30 000 m<sup>3</sup>/j d'effluents industriels épurés.

Les effluents rejetés en mer sont conformes aux paramètres réglementaires prévus par l'arrêté préfectoral d'autorisation de rejet du 27 août 2007 modifié par les arrêtés du 17 février 2011 puis du 28 avril 2017, qui fixent les valeurs limites de rejet des stations du SIBA ainsi que celles du rejet du Wharf.



**Figure 2.** Le Wharf de La Salie, exutoire final du système d'assainissement collectif du Bassin d'Arcachon.

## 1.2. Contexte et objectifs du livrable

Entre 2008 et 2014, une série de campagnes d'analyses ont été initiées à la demande du SIBA afin de caractériser l'empreinte en micropolluants sur le réseau d'assainissement. Les études réalisées dans **REMPAR** et démarrées en 2015 avaient pour but de :

- compléter les résultats acquis les années précédentes par des analyses en entrées des stations d'épuration pour caractériser une éventuelle différence entre les sources ;
- valoriser des campagnes d'analyses réalisées entre les années 2008 et 2010, et étudier l'évolution des rejets depuis ces dates.

Le présent livrable fait partie du module « Cartographie » du projet, et s'inscrit dans le volet « hors-innovation » tel que décrit par l'appel à projets.

<sup>1</sup> <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/entreprises-amenageurs-collectivites/le-pole-assainissement-des-eaux-usees/assainissement-collectif/rejeter>

### **Petite histoire du Wharf**

Les premières études sur l'assainissement du Bassin ont été entreprises dès 1939, avec la création du groupement d'urbanisme du Bassin d'Arcachon. Ces études ont débouché sur un avant-projet en 1951, qui prévoyait la constitution de quatre groupements intercommunaux, rattachés chacun à une station d'épuration : Arcachon - La Teste de Buch ; Biganos - Gujan Mestras - Le Teich ; Audenge - Lanton (moins Taussat) ; Arès - Andernos les Bains - Lanton (Taussat). Rien n'était prévu pour la presqu'île du Cap-Ferret, dont le développement ne permettait pas, à l'époque, de réaliser une étude pertinente.

Lorsqu'en 1963, les communes d'Arcachon, La Teste de Buch et Gujan-Mestras voulurent passer à l'exécution de ce projet, elles rencontrèrent l'opposition formelle de la profession ostréicole et de son administration de tutelle à tout rejet des eaux dans le Bassin, même après épuration. Il s'ensuivit donc un second projet, plus ambitieux, qui reposait sur le ceinturage complet du Bassin, par la création de deux collecteurs, nord et sud, prolongés par des émissaires en mer.

Le S.I.A.C.R.I.B.A. (syndicat intercommunal d'assainissement des communes riveraines du Bassin d'Arcachon, ancêtre du SIBA) était créé le 11 décembre 1964. Le 28 mars 1966, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France donnait un avis favorable à la réalisation du collecteur sud en priorité, de façon à intercepter les rejets de la papeterie de Facture, dont les eaux industrielles se déversaient au fond du Bassin, via la Leyre, et à les rejeter en mer par l'intermédiaire d'un émissaire dont la longueur (estimée à l'époque à au moins à 4 km), serait fixée après étude préalable des courants marins.

Le Syndicat, ayant accepté de cautionner cette solution en janvier 1967, fit démarrer en novembre 1967 l'exécution des travaux, confiés au Service des Ponts et Chaussées, comportant trois stations de refoulement liées à un collecteur de 36,5 km reliant l'usine de Facture à la plage de La Salie et desservant une population théorique de 200 000 habitants, évaluée sur les communes du Teich, Gujan-Mestras, La Teste de Buch et Arcachon.

Les premiers travaux furent menés rapidement, sans ennuis techniques majeurs apparents. Cependant, la réalisation mise en œuvre s'écartait sensiblement du projet initial par le diamètre de la conduite et par le débit des stations de pompage qui permettaient l'évacuation des eaux usées de l'ensemble des communes du Syndicat et de l'usine, et non plus des quatre collectivités initialement rattachées à la branche sud.

Le collecteur sud était fonctionnel en décembre 1970. Les rejets d'effluents de la papeterie dans le Bassin d'Arcachon, via la Leyre, cessaient le 4 janvier 1971. Les caractéristiques nouvelles données par le maître d'œuvre furent adoptées par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, le 29 novembre 1971. Elles consistaient en la création d'un seul ouvrage de ceinture reliant le Cap-Ferret à la maison forestière de La Salie et au rejet à 4 500 m au large des effluents non traités, par un émissaire constitué d'une canalisation ensouillée.

En fait, la difficulté principale rencontrée dans l'assainissement du Bassin d'Arcachon a résidé dans la construction de la canalisation de rejet en mer, qui devait être réalisée parallèlement à la mise en place du collecteur sud. En dépit des sérieuses garanties prises, il s'avéra très vite que l'entreprise étrangère choisie pour enfouir la canalisation de diffusion des effluents en mer avait mal apprécié l'incidence hostile du milieu marin local sur ses conditions de travail.

Ce projet fut abandonné, le diffuseur et 1,5 km de canalisation enfouis au large n'ayant pu être raccordés à la terre. Un émissaire provisoire de 400 m, reportant au-delà de la zone de déferlement les eaux industrielles amenées par le collecteur sud, était mis en service en juin 1971.

Devant les difficultés d'exécution de l'émissaire en mer, les effluents étant temporairement déversés à la côte, le Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement imposait, le 6 décembre 1972, la construction de stations d'épuration, les effluents urbains et industriels devant subir un traitement primaire avant d'être rejetés en mer.

La solution de l'émissaire court sur pilotis était adoptée lors de la réunion interministérielle tenue le 16 janvier 1973, le traitement primaire des effluents confirmé, dès lors que le rejet à 800 m en mer ne garantissait pas une dilution et un assainissement suffisants par le milieu marin. Le wharf de La Salie était réceptionné au printemps 1974.

## 2. Analyse de l'empreinte organique dans le réseau public d'assainissement

### 2.1. Introduction - Analyses antérieures à REMPARE

Entre 2008 et 2014, plusieurs campagnes d'analyses ont été réalisées par le LPTC (UMR CNRS 5805) sur le réseau d'assainissement des eaux usées traitées du Bassin.

#### 2.1.1. Caractérisation de l'empreinte

En juin 2008, une première campagne (Budzinski et al., 2008) fut initiée afin de caractériser la contamination chimique du réseau public d'assainissement, et de définir des traceurs moléculaires de cette empreinte. Les points suivants ont été échantillonnés :

- le mélange des effluents en sortie des stations d'épuration (STEP) de La Teste et de Biganos pour l'effluent urbain <sup>2</sup> ;
- le canal de rejet des eaux traitées de l'usine papetière Smurfit Kappa (SKCP) pour l'effluent industriel ;
- le Wharf au puits de Biscarrosse (puits d'accès situé juste avant le rejet) pour l'effluent final.

Des prélèvements moyennés sur 24h ont été réalisés sur les 2 premiers points, et des prélèvements ponctuels sur le puits de Biscarrosse. Au total, 176 substances ont été recherchées dans les phases dissoutes et/ou particulaires. Les familles de substances analysées et celles détectées sont listées dans le Tableau 2.

D'une manière générale, on peut retenir que les concentrations en substances organiques sont faibles et dans la moyenne voire en dessous de celles mesurées au niveau national, sur la base des résultats des campagnes RSDE et du projet AMPERES (Choubert et al., 2011).

Concernant les traceurs potentiels, les substances (ou familles de substances) suivantes avaient été identifiées :

- *pour l'effluent urbain* : les substances pharmaceutiques (et notamment les antibiotiques) ; les pesticides de type phénylurées (diuron et isoproturon notamment) ; et deux congénères appartenant à la famille des alkyphénols : le NP1EC et l'octylphénol.
- *pour l'effluent industriel* : les phtalates, les composés organiques volatils (notamment l'isopropyltoluène, un terpène) et les BTEX (toluène).

#### 2.1.2. Impact des rejets du Wharf

Une seconde campagne d'analyse (Budzinski et al., 2010), réalisée en avril 2009, avait pour objectif de :

- valider, au niveau des rejets du Wharf, la représentativité des traceurs moléculaires identifiés lors de la première phase ;
- valider l'utilisation d'échantillonneurs passifs pour capter ces traceurs moléculaires et suivre l'impact chimique du Wharf dans le milieu récepteur.

##### 2.1.2.1. Traceurs

Une série de 3 prélèvements réalisés au niveau du Wharf (au puits de Biscarrosse) ont été réalisés. En résumé, on peut retenir des résultats de cette campagne :

- la présence des 5 alkyphénols recherchés au niveau du Wharf à des concentrations relativement constantes sur les 3 prélèvements ; concentrations restant toutefois inférieures aux moyennes nationales ;
- la présence de la plupart des molécules pharmaceutiques recherchées ;
- la présence de pesticides : diuron à des concentrations comprises entre 50 et 250 ng.L<sup>-1</sup>, et DCPMU, simazine, , chlortoluron et isoproturon, à des concentrations < 25 ng.L<sup>-1</sup>;

<sup>2</sup> Le point de mélange entre les effluents de La Teste et de Biganos n'existant pas physiquement, des prélèvements ont été réalisés en sortie des 2 STEP, et le mélange réalisé en laboratoire. Une proportion théorique de 50/50 a été appliquée, la proportion réelle étant plus proche de 60/40 pour le mélange La Teste de Buch / Biganos.

**Tableau 2.** Récapitulatif des familles de substances analysées sur le réseau public d’assainissement des eaux traitées du Bassin d’Arcachon entre 2008 et 2010.

Familles de substances	Utilisation	Substances analysées	Nombre de substances détectées (pour la phase dissoute)			Substances prioritaires au titre de la DCE
			Urbain	SKCP	Wharf	
<b>Alkylphénols</b>	composants de résines, plastiques, détergents, pneus...	5	5	5	5	nonylphénol octylphénol
<b>Médicaments</b>	médecine humaine	35	35	9	22	
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>	produits de combustion incomplète (carburants pour voitures ou bateaux, bois)	17	5	7	5	naphtalène fluoranthène benzo[a]pyrène
<b>Hormones naturelles et synthétiques</b>	médecine humaine et vétérinaire	9	4	2	2	
<b>Polybromo-diphényléthers (PBDE)</b>	retardateurs de flamme (composants électriques, textiles...)	4	0	0	0	pentabromo diphényléther
<b>Pesticides organochlorés</b>	agriculture	14	4	5	5	heptachlor, HCB, lindane
<b>Pesticides phénylurées</b>	agriculture	10	3	6	6	diuron, isoproturon
<b>Pesticides pyréthrénoïdes</b>	agriculture	9	2	0	1	
<b>Polychloro-biphényles (PCB)</b>	isolants électriques, fluides caloporteurs (usage interdit)	7	5	5	6	
<b>Composés organiques volatiles</b>		17	6	4	7	trichlorobenzène
<b>BTEX</b>	dérivés du pétrole (benzène, toluène...)	6	6	6	6	
<b>Chloro-phénols</b>	produits de protection du bois	18	6	7	7	pentachlorophénol
<b>Phtalates</b>	agents plastifiants, fixateurs dans les cosmétiques...	8	6	5	5	

- la confirmation de la présence de l’isopropyltoluène (p-cymène) comme traceur de l’activité papetière ; les concentrations de cette substance étant très variables : de la centaine de ng/L à près de 180 µg/L ;
- des niveaux de concentrations des traceurs mesurés dans la moyenne basse des effluents au niveau national (sur la base des résultats de la campagne de Recherche de Substances Dangereuses dans les Eaux - RSDE - INERIS, Rapport d’étude N° DRC-07-82615-13836C).

#### 2.1.2.2. Impact des rejets du Wharf

Afin, notamment, de définir l’impact des rejets du Wharf de la Salie sur les zones conchylicoles du Banc d’Arguin, des échantillonneurs passifs de différents types (POCIS, SPMD et chemcatchers) ont été placés en 4 points :

- directement dans l’effluent final au niveau du puits de Biscarrosse ;
- dans le milieu récepteur au pied du Wharf de la Salie ;
- au niveau du Banc d’Arguin (banc sableux situé à l’embouchure du Bassin, classé réserve naturelle nationale ; Cf. livrable 1.1) ;
- dans la Leyre (principal affluent du Bassin, Cf. livrable 1.1.).

En résumé on peut retenir de cette étude :

- une dilution des rejets du Wharf estimée à au moins 200 au pied du Wharf ;
- la détection, sur l'ensemble des substances analysées (pesticides, pharmaceutiques et alkylphénols), de seulement 3 alkylphénols, et à de faibles niveaux. De plus, le NP1EC, majoritairement présent au niveau du Wharf, n'est pas détecté au Banc d'Arguin.
- La conclusion que les rejets du Wharf n'impactaient pas les sites de production ostréicoles d'Arguin en termes chimiques sur la durée de l'étude.

### **2.1.3. Variabilité saisonnière**

Une dernière étude sur le réseau, conduite en 2010 (Budzinski et al., 2012) avait pour but de caractériser la variabilité de la composition chimique des rejets (urbain, industriel et final). Des campagnes complémentaires ont été réalisées sur les points suivants :

- le mélange des effluents en sortie des stations d'épuration (STEP) de La Teste et de Biganos ;
- le canal de rejet des eaux traitées de l'usine papetière SKCP ;
- l'effluent final au Wharf ;
- les rejets de la base aérienne 120 située à Cazaux (dont les rejets traités sont raccordés au réseau public d'assainissement) ;
- Le Lacanau, rivière servant de prise d'eau à SKCP (Cf. chapitre 3).

Les traceurs moléculaires suivis appartiennent à 4 classes de composés : alkylphénols, substances pharmaceutiques, pesticides, composés organiques volatiles (VOC).

Globalement, les résultats obtenus ont montré ou confirmé que :

- les traceurs retrouvés à des niveaux de concentrations significatifs ( $\geq 10 \text{ ng.L}^{-1}$ ) avaient des coefficients de variations inférieurs à 100%, exception faite des pesticides ;
- les niveaux de concentrations observés pour les traceurs suivis se situaient dans la moyenne basse des concentrations retrouvées dans les STEP testées lors de l'action nationale de du RSDE ;
- l'effluent urbain était nettement marqué par les substances pharmaceutiques ;
- l'effluent industriel est particulièrement marqué par les VOC et de façon plus particulière par le 4 isopropyltoluène ;
- le niveau des composés traceurs dans le Lacanau est faible, proche des limites de détection et aucune substance pharmaceutique n'y a été détectée ;
- l'empreinte de contamination de la base militaire de Cazaux est proche de celles des rejets urbains pour les alkylphénols et les pesticides.

Pour les substances prioritaires au titre de la DCE suivies dans cette dernière étude (et pour lesquels plusieurs valeurs de concentration étaient disponibles) une comparaison a été faite avec les normes de qualités environnementales (NQE), dans le rejet final au Wharf, et après sa dilution à l'océan. Ces calculs ont été faits sur la base de la modélisation de la dispersion des effluents rejetés par le Wharf (Caillaud et al., 2018 ; Cf. paragraphe 3.5.8 pour une présentation du modèle). Les résultats présentés dans le Tableau 3 montrent que, après rejet, les concentrations modélisées sont inférieures aux NQE.

### **2.1.4. Composition des rejets de SKCP en terpènes**

L'identification, par les premières analyses, d'un terpène présent en concentrations élevées dans les rejets de SKCP a conduit le SIBA à démarrer une analyse spécifique pour identifier le profil en terpènes des rejets de SKCP. Les résultats de cette analyse qualitative (VERI 2013) ont rapporté la présence de 30 composés terpéniques (dont la majorité étant spécifique du Pin, essence majoritaire utilisée par SKCP), dont 5 majoritaires : l' $\alpha$ -pinène, le P-cymène (isopropyltoluène), le 1R- $\alpha$ -pinène, le limonène et le  $\beta$ -caryophyllène.

### **2.1.5. Cartographie de l'empreinte à l'échelle du réseau**

Enfin, en 2014, une cartographie qualitative par LC-HRMS a été menée (Leroy et al., 2017). Les résultats montrent une empreinte similaire entre les entrées des STEP urbaines de Biganos et de La Teste de Buch. Ils confirment également la différence de profil entre les rejets urbains, principalement marqués par les pharmaceutiques, et les rejets de l'industrie papetière SKCP, principalement marqués par les terpènes.

Substances prioritaires	N° DCE	NQE (ng/l) *	Concentrations mesurées (ng/L)					Fq (%)	Effluent au Wharf	Rejet dans l'océan	Plage de la Salie	Plage de la Lagune	Arguin
			Moyennes	Maximum	Ecart-type	n	Non dilué		Facteur de dilution : 16 **	Facteur de dilution : 34 **	Facteur de dilution : 304 **	Facteur de dilution > 1000 **	
benzène	4	8000	595	915	401	5	60	-	-	-	-	-	
cyperméthrine	41	8.10 <sup>-3</sup>	nd	-	-	2	0	-	-	-	-	-	
diuron	13	200	122	349	115	5	100	≤ NQE	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	
isoproturon	19	300	28.7	88	28.7	8	88	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	
naphtalène	22	2000	38	79	26	7	100	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	
nonylphénol	24	300	1166	2727	962	8	100	> NQE	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	
octylphénol	25	100	91	91	266	8	100	> NQE	< NQE	< NQE	< NQE	< NQE	

**Tableau 3.** Comparaison avec les NQE pour les substances prioritaires de la directive cadre sur l’eau, analysées lors des campagnes du LPTC entre 2008 et 2010. Substances pour lesquelles au moins deux analyses avaient été réalisées.

\* : NQE-MA (moyenne annuelle) pour les « autres eaux de surface ».

\*\* : Selon la modélisation de dilution des rejets dissous au Wharf (Cf. paragraphe 3.5.8).

n : nombre d’échantillons.

Fq : fréquence de détection du composé.

## 2.2. REMP PAR – Analyse des profils de consommation en médicaments

### 2.2.1. Objectifs de l’étude

Le but de cette action était de réaliser une estimation des concentrations en médicaments dans le réseau d’assainissement, sur la base des quantités délivrées dans les officines, et d’identifier un éventuel profil de consommation spécifique au territoire du Bassin d’Arcachon.

**Remarque :** *Le travail présenté ici traite uniquement du profil de consommation des officines de ville. Pour une étude du profil de consommation du Pôle de Santé d’Arcachon et une comparaison des profils urbains et hospitaliers, ainsi qu’une analyse plus approfondie de certaines classes de molécules, on se reportera au livrable 2.3. de REMP PAR.*

### 2.2.2. Matériel et méthodes – calcul des quantités de substances actives

Trois pharmacies partenaires de REMP PAR (réparties sur 3 communes du Bassin : La Teste de Buch, Audenge et Andernos-les-bains) ont accepté de fournir leurs listes des médicaments délivrés pour l’année 2013. Pour les données nationales, les fichiers medic’AM de l’assurance maladie ont été utilisées. Medic’AM regroupe les données mensuelles et annuelles sur les médicaments remboursés par l’Assurance Maladie ([www.ameli.fr](http://www.ameli.fr)).

Le calcul des quantités de substances actives a été établi en croisant pour chaque spécialité pharmaceutique (chaque référence), la ou les substances actives composant la référence, le dosage de la substance active, ainsi que le nombre de comprimés et/ou le volume de produit contenu dans le conditionnement de la spécialité.

### 2.2.3. Résultats

#### 2.2.3.1. Résultats par familles de substances

**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 LCCLCC, 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).*

**En termes de médicaments, le total délivré dans les 3 officines représente environ 1.8 tonne de substances actives pour l’année 2013.** Soixante-six familles de médicaments ont été recensées. **Cinq familles se détachent des autres et représentent à elles seules 76.5% de l’ensemble des quantités de médicaments délivrées :** les analgésiques, les antidiabétiques, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), les antibiotiques et les antiépileptiques. Les résultats exhaustifs sont présentés dans l’Annexe A. Le classement des 15 premières familles est présenté dans le Tableau 4.

Les analgésiques représentent près de 45% des quantités totales délivrées sur les 3 pharmacies ; cette classe étant largement portée par une seule molécule, le paracétamol. Les antidiabétiques arrivent en seconde position avec près de 13 % des quantités, suivis par les AINS et les antibiotiques avec respectivement 8 et 7% des quantités. Les antiépileptiques représentent quant à eux de 3% des quantités consommées.

#### 2.2.3.2. Principales molécules délivrées

Le Tableau 5 présente les 15 molécules les plus délivrées dans les 3 officines du Bassin d’Arcachon en termes de quantités. On remarque que **le classement par molécules se superpose avec le classement par familles**. Ceci est lié au fait que les molécules les plus délivrées en quantités représentent souvent une part importante de leur famille : ainsi le paracétamol et la metformine comptent chacune pour plus de 95% des quantités respectives d’analgésiques et d’antidiabétiques.

**Tableau 4.** Les 15 familles médicamenteuses les plus délivrées dans les 3 officines partenaires de REMPAP.

Familles de médicaments	Contribution à la quantité totale (%)
Analgésiques	45,07
Antidiabétiques	12,68
AINS	8,19
Antibiotiques	7,32
Antiépileptiques	3,24
Produits de contraste	1,84
Antihypertenseurs (sartans)	1,81
Troubles gastro-intestinaux	1,79
Analgésiques opiacés	1,45
Autres médicaments du système nerveux	1,08
Cardiologie	1,04
Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1,01
Antiseptiques	0,95
Antiparkinsoniens	0,84
Antiviraux	0,83

**Tableau 5.** Principales molécules médicamenteuses délivrées sur le Bassin d’Arcachon en 2013. Molécules classées par ordre décroissant en quantités délivrées.

Molécule	Classe médicamenteuse	Contribution à la quantité totale (%)	Contribution à la famille (%)
Paracétamol	Analgésiques	45,07	99,99
Metformine	Antidiabétiques	12,19	96,10
Amoxicilline	Antibiotiques	4,48	61,30
Ibuprofène	Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)	3,63	44,80
Acide acétylsalicylique	Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)	2,75	34,00
Acide valproïque	Antiépileptiques	1,06	32,80
Trimébutine	Troubles gastro-intestinaux	0,97	74,90
Irbésartan	Antihypertenseurs (sartans)	0,83	47,60
Acétylcholine	Autres médicaments du système nerveux	0,81	74,90
Lévétiracetam	Antiépileptiques	0,79	24,30
Ioméprol	Produits de contraste	0,75	40,90
Povidone iodée	Antiseptiques	0,71	74,90
Gabapentine	Antiépileptiques	0,63	24,30
Valsartan	Antihypertenseurs (sartans)	0,57	32,40
Allopurinol	Antigoutteux	0,56	96,40

Cette part importante pour certaines molécules vis-à-vis de leur famille peut avoir deux origines. Soit la molécule en question est effectivement la molécule la plus délivrée, le « chef de file » d’une famille médicamenteuse - c’est le cas de l’amoxicilline qui reste l’antibiotique le plus largement prescrit en première intention. Soit le « dosage » de la molécule en question est plus

élevé ; c’est la cas de la metformine (qui représente 96% des quantités d’antidiabétiques délivrées), et dont la dose quotidienne recommandée (DDD<sup>3</sup>) est de 1000 mg. Les 225 kg de metformine délivrés en 2013 représentent donc environ 113000 DDD ; ce nombre est à mettre en regard avec la seconde molécule antidiabétique la plus utilisée, le gliclazide, qui ne compte que pour 1.6% des quantités mais qui représente 65000 DDD, car sa DDD est beaucoup plus faible que celle de la metformine : 60 mg.

**Remarque :** Cette notion de DDD est importante car elle permet de prendre en compte l’aspect « activité » des médicaments (au moins chez l’humain), le cas d’école étant l’éthinylestradiol, estrogène de synthèse utilisé dans la pilule contraceptive, dont les quantités délivrées sont très faibles : environ 3600 kg mais dont la très faible dose quotidienne (35 µg) conduit à un nombre de DDD très important de 145000.

**Tableau 6.** Comparaison entre le profil du Bassin d’Arcachon et le profil national des 20 familles de médicaments les plus délivrées en 2013.

Familles de médicaments	Contribution	Familles de médicaments	Contribution
<b>Profil local (3 pharmacies)</b>		<b>Profil national</b>	
Analgésiques	45,07	Analgésiques	48,55
Antidiabétiques	12,68	Antidiabétiques	13,19
AINS	8,19	AINS	6,61
Antibiotiques	7,32	Antibiotiques	6,48
Antiépileptiques	3,24	Antiépileptiques	3,77
Produits de contraste	1,84	Antihypertenseurs (sartans)	2,03
Antihypertenseurs (sartans)	1,81	Produits de contraste	1,86
Troubles gastro-intestinaux	1,79	Troubles gastro-intestinaux	1,44
Analgésiques opiacés	1,45	Antiseptiques	1,15
Autres médicaments du système nerveux	1,08	Autres médicaments du système nerveux	1,04
Cardiologie	1,04	Analgésiques opiacés	1,03
Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1,01	Antihypertenseurs (Beta-bloquants)	1,01
Antiseptiques	0,95	Antiviraux	0,92
Antiparkinsoniens	0,84	<i>Antiinflammatoires intestinaux</i>	0,89
Antiviraux	0,83	Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0,80
Antihypertenseurs (Inhibiteurs calciques)	0,81	Cardiologie	0,60
Diurétiques	0,76	Diurétiques	0,59
<i>Hypolipémiants (fibrates)</i>	0,72	<i>Antipsychotiques</i>	0,56
<i>Hypolipémiants (statines)</i>	0,69	<i>Anxiolytiques</i>	0,56
<i>Antiacides</i>	0,67	Antiparkinsoniens	0,54

Les familles indiquées en blanc dans le tableau sont celles qui ne sont pas retrouvées en commun aux niveaux local et national (pour les 20 familles les plus délivrées).

### 2.2.3.3. Comparaison avec le profil national

Le profil de consommation des médicaments au niveau national est présenté en Annexe B.

Sur la base des résultats obtenus dans ce travail, **on n’observe pas de profil spécifique pour le Bassin d’Arcachon par rapport au profil de consommation national**. Par exemple, pour les 20 familles les plus consommées aux niveaux local et national, 17 sont communes aux 2 profils et pour des contributions similaires (Tableau 6). Il en va de même pour les molécules les plus consommées qui sont les mêmes aux échelles locale et nationale.

<sup>3</sup> La DDD (Defined Daily Dose) est définie comme « la dose quotidienne recommandée pour le traitement d’un adulte dans l’indication principale du médicament » ou comme « la dose de médicament nécessaire pour une journée de traitement dans des conditions standardisées ».

Une soixantaine de molécules n’apparaissent pas dans les fichiers medic’AM pour l’année 2013. Il s’agit dans la plupart des cas de molécules non remboursées.

#### 2.2.3.4. Estimation des concentrations dans le réseau d’assainissement

Les données recueillies ne couvrent pas suffisamment de pharmacies (seulement 3 sur 40) pour proposer une estimation correcte des concentrations en résidus médicamenteux dans les eaux usées.

Des contacts avaient été pris avec la CPAM de la Gironde afin d’obtenir des données de consommation regroupant la totalité des officines du Bassin qui auraient pu permettre de réaliser cette estimation ; malgré des relances, la CPAM n’a toutefois pas donné suite à notre requête.

Cependant, et bien que le travail ait porté sur un faible nombre de pharmacies, du fait que l’on n’observe pas de différence notable entre les profils de consommation au niveau du Bassin et au niveau national, ***il est très probable que les concentrations en résidus médicamenteux dans les eaux usées soient comparables en termes qualitatif et quantitatif avec ce que l’on peut retrouver au niveau national*** (Besse 2010) ; ce qui est confirmé par les analyses chimiques (Cf. paragraphe 2.5.2.).

#### 2.2.4. En résumé

- ***Soixante-six familles de médicaments sont utilisées dans les 3 officines ayant participé à REMPARG.***
- ***Les quantités totales de substances actives représentent 1.9 tonnes pour les 3 officines investiguées.***
- ***Pour les familles de médicaments les plus délivrées, une, voire deux molécules constituent souvent la part relative la plus importante de cette famille en termes de quantités.***
- ***Le profil de consommation au niveau local est très proche du profil national ; il est cohérent avec ce qui a été rapporté dans des études précédentes.***
- ***Faute de données suffisantes, les concentrations n’ont pas pu être estimées dans les eaux usées mais il est probable que ces concentrations soient dans la moyenne de ce que l’on peut retrouver au niveau national et ne présentent pas non plus de profil spécifique, ce dernier point étant confirmé par les analyses chimiques.***

### 2.3. REMPARG – Analyse de l’empreinte organique

L’objectif ici était de compléter les travaux antérieurs, en recherchant de nouvelles familles de micropolluants d’intérêt pour le Bassin et/ou encore peu recherchées dans les eaux usées dont les filtres UV et les biocides.

Des mesures en entrée et sortie des stations d’épuration (STEP) publiques ont été réalisées pour identifier une éventuelle différence dans les profils de contamination entre le Bassin nord (dont les eaux usées sont traitées par la STEP de Biganos) et le Bassin sud (dont les eaux usées sont traitées par la STEP de La Teste de Buch).

***Remarque :*** des mesures au niveau des rejets du Pôle de Santé d’Arcachon ont été réalisées afin de qualifier l’empreinte en médicaments de cet établissement comparativement à celle des rejets urbains. Ces travaux sont présentés dans le livrable 2.3.

### 2.4. Analyse de l’empreinte organique – matériel et méthodes

#### 2.4.1. Choix des molécules

Six classes de molécules ont été sélectionnées pour être analysées dans les eaux usées de REMPARG (Tableau 7). La sélection a été effectuée sur des critères de toxicité, d’usage, de présence avérée dans l’environnement ou de manque de données dans la littérature.

**Tableau 7.** Classes de molécules sélectionnées

	Sources	Molécules ciblées
<b>Pesticides</b>	Utilisation agricole (herbicide, anti fongiques, insecticides...) Utilisation domestique (désherbant, insecticides...) Utilisation industrielle (fabrication, entretien des sites)	81 molécules ciblées : - liste réduite des composés analysés dans <b>REPAR</b> <sup>4</sup> - ajout du glyphosate et de l'AMPA - ajout de l'éconazole - 14 molécules ajoutées pour un screening
<b>Pharmaceutiques</b>	Consommation humaine, production animale	52 molécules ciblées : - molécules suivies et quantifiées plus de deux fois lors du suivi des stations d'épuration du bassin en 2008-2009 - molécules quantifiées lors du test de caractérisation du Pôle Santé - ajout du cyclophosphamide et ifosfamide en lien avec le pôle santé
<b>Biocides</b>	Désinfectants, produits de protections, produits de lutte contre les nuisibles, produits antifouling ....	5 molécules ciblées : triclosan, triclocarban, chlorhexidine, méthyl-isothiazolinone (MIT), méthylchloroisothiazolinone (CMIT)
<b>Parabènes</b>	Conservateurs alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques	5 molécules ciblées : méthylparabène, éthylparabène, propylparabène, butylparabène, isobutylparabène
<b>Hormones</b>	Naturelles ; de synthèse (contraceptifs, traitements hormonaux) ; de substitution (additifs alimentaires pour animaux)	estrone, alpha- et bêta-estradiol, estriol et éthinylestradiol
<b>Filtres UV (FUV)</b>	Cosmétiques (crèmes, gels, shampooing, parfum ...) Matériaux (plastiques, peintures, textiles) Emballages alimentaires	6 molécules ciblées : benzophénone, octocrylène, octylméthoxycinnamate, butylméthoxybenzoylméthane, diéthylamino-hydroxybenzoylhexylbenzoate, 2-hydroxy-4 méthoxybenzophénone

Au total, 154 molécules ont été sélectionnées. Ces listes ont été adaptées en fonction des types d'échantillons à analyser et des résultats obtenus.

#### **2.4.2. Choix des sites, méthodologie d'échantillonnage**

Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées en été 2015 sur les STEP de La Teste de Buch et de Biganos, en entrée et sortie de traitement (Annexe C). Les objectifs étaient de :

- caractériser une éventuelle différence de profil entre les deux stations ;
- suivre l'évolution des micropolluants sur le réseau depuis 2008-2009 ;
- identifier les molécules d'intérêt et d'établir les listes réduites de molécules à suivre.

Les campagnes effectuées sont récapitulées dans le Tableau 8 et la localisation des points suivis est donnée en Annexe C.

**Tableau 8.** Campagnes réalisées sur les stations d'épuration du Bassin.

Types échantillons	Code campagne	Sites d'échantillonnage	Points suivis	Echantillonnage	Dates
eaux usées	STEP ETE 2015	La Teste de Buch / Biganos	entrée	moyenné 24h	23 juillet 2015
			sortie		12 août 2015

<sup>4</sup> REseau opérationnel de suivi et d'expertise sur les Phytosanitaires et les biocides au niveau du Bassin d'Arcachon et de ses bassins versants. Cf. livrable 1.1 pour une présentation de ce réseau.

### 2.4.3. Préparation de l’échantillon

#### 2.4.3.1. Matrices et classes analysées

Une fois le prélèvement effectué les phases dissoutes et particulaires sont séparées au cours d’une filtration à un seuil de coupure de 0,7µm sur filtre en fibre de verre (GF/F). Le Tableau 9 ci-dessous récapitule les classes analysées.

**Tableau 9.** Classes ciblées dans les différentes campagnes

Type de matrice	Campagne	Dissous	Particulaire
eaux usées	STEP ETE 2015	Pharmaceutiques Pesticides Parabènes Filtres UV Biocides Hormones	Biocides Parabènes FUV

#### 2.4.3.2. Réactifs

Les composés pharmaceutiques ont été achetés à LoGiCal (Mosheim, 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). Les hormones sont de chez Sigma Aldrich, Dr Ehrenstorfer (Ausbourg, Allemagne) et CDN isotopes.

Les biocides et filtres UV (FUV) proviennent de chez Cluzeau Info Labo et de chez Sigma Aldrich, les parabènes également ainsi que de chez Toronto Research Chemical. Les pesticides de chez Cluzeau Info Labo, Sigma Aldrich, Toronto Research Chemical, Dr Ehrenstorfer et Techlab (Metz, France).

Tous les solvants employés, acétone (Scharlau), dichlorométhane (DCM) (Acros Organics), méthanol (MeOH) (JT Backer), acétonitrile (ACN) (JT Backer) sont de qualité HPLC grade.

#### 2.4.3.3. Protocoles d’extraction du dissous

L’étape de préparation permet de purifier et de reconcentrer l’échantillon. Les différentes techniques d’extraction employées, afin de traiter les classes de molécules suivies dans les eaux usées dans **REMPAR**, sont décrites ci-dessous :

- Extraction sur phase solide-SPE (pharmaceutiques ; pesticides ; filtres UV ; parabènes ; hormones)

Le schéma global de l’extraction est le même pour les différentes classes analysées : 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. 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. Ces paramètres sont récapitulés ci-après (Tableau 10).

Pour les hormones, la première SPE est suivie d’une purification sur cartouches LC-NH2 3cc. Les cartouches sont conditionnées avec 2\*2 mL EA puis 2\*2 mL EA/MeOH (80/20). L’échantillon est déposé puis élué avec 2\*2 mL d’un mélange EA/MeOH (80/20). L’éluat est ensuite évaporé sous flux d’azote puis repris dans 200 µL de MeOH.

- Extraction sur barreau adsorbant-SBSE (pesticides) : 50 mL d’échantillons sont pesés puis enrichis en étalons internes. Ils sont ensuite placés sur une plaque d’agitation avec un barreau en PDMS (poly-diméthylsiloxane) pendant 16h.

- **Microextraction sur phase solide-SPME (éconazole)** : 9 mL d’échantillons sont pesés puis enrichis en étalons internes. L’extraction est réalisée avec une fibre en PDMS (polydiméthylsiloxane) pendant 60 min à une température de 50°C.
- **Injection directe (cyclophosphamide, triclosan et triclocarban)** : l’analyse en injection directe ne nécessite aucune préparation particulière. 1 mL d’échantillon est enrichi en étalons internes puis injecté directement.

**Tableau 10.** Paramètres des protocoles d’extraction pour la phase dissoute.

Classe traitée	Prise 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	300 µL 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)	300 µL ACN	Ajout 8.52 mL EDTA (0.25 mMol) après ajustement du pH
Pesticides (sauf glyphosate et AMPA)	50 mL	2	OASIS HLB 3cc 60 mg	3 ml MeOH 3 mL d’eau MQ pH2	3mL meOH	300 µL MeOH	
Pesticides (glyphosate et AMPA)	5 mL	0.1% HCOOH	OASIS HLB 3cc 60 mg	1 mL MeOH 1 mL Eau MQ + 0.1 % HCOOH	3*700 µL MeOH/eau MQ (70/30)	1 mL eau MQ	Ajout solution Fmoc pour dérivation avant SPE (1/2h dans l’obscurité)
Parabènes	20 mL	2	OASIS HLB 3cc 60 mg	2*3 ml MeOH 2*3 mL d’eau MQ pH2	7mL meOH	300 µL MeOH	
Filtres UV	100 mL	2	OASIS HLB 6cc 200 mg	2*5 ml meOH puis 2*5 mL d’eau MQ pH2	2*5 mL(MeOH/DCM) (50/50)	300 µL ACN	
Hormones fraction libre	100 mL	5	OASIS HLB 6cc 200 mg	2*3 ml MeOH 2*3 mL d’eau MQ pH2	2*5 mL MeOH	200 µL MeOH 800 µL EA	

\*AE : Acétate d’éthyle ; ACN : acétonitrile ; MeOH : Méthanol ; DCM ; Dichlorométhane ; HLB : Hydrophilic-Lipophilic Balance ; MQ : Milli-Q ; EDTA : Acide acétylène diamine tétra-acétique ; fmoc : Fluoréthylméthoxycarbonylchloride.

#### 2.4.3.4. Contrôle qualité

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.

#### 2.4.4. Méthodes analytiques

Les différentes classes suivies sont analysées en chromatographie phase liquide (LC) (pharmaceutiques, parabènes, FUV, pesticides, biocides, hormones) ou phase gazeuse (GC) (pesticides).

En sortie de colonne, une fois séparées, les molécules sont dirigées vers la source d’ionisation, qui est une source électrospray (ESI) pour toutes les classes analysées en chromatographie liquide et une source à impact électronique (EI) pour les pesticides analysés en GC. 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.

### 2.4.4.1. Limite de quantification

Les gammes de LQ obtenues pour chaque classe de molécules sont récapitulées ci-dessous :

**Tableau 11.** Limites de quantifications

Classes	Méthode Extraction - Analytique	LQ (ng.L <sup>-1</sup> )
Pharmaceutiques	Injection directe - LC/MS/MS ; SPE - LC/MS/MS	0,1 - 50
Pesticides	SPE - LC/MS/MS ; SBSE - LC/MS/MS ; SPME -LC/MS/MS	0,1 - 50
Biocides	Injection directe - LC/MS/MS	1 - 35*
Parabènes	SPE - LC/MS/MS	2 - 15
FUV	SPE - LC/MS/MS	1 - 10
Hormones	SPE - LC/MS/MS	2 - 9

SPE : Extraction sur Phase Solide ; SBSE Extraction par sorption sur barreau magnétique ; SPME Micro-extraction sur phase solide ; GC : Chromatographie Gazeuse ; LC : Chromatographie Liquide ; MSMS : Spectrométrie de masse en tandem ;

\*La LQ du triclosan est calculée sur la transition de quantification. La transition de confirmation étant interférée elle devra être confirmée par la suite.

### 2.4.4.2. Contrôle qualité

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.

### 2.4.4.3. Synthèse

Les différentes techniques d’extraction et techniques analytiques employées pour les classes de molécules suivies dans les eaux usées sont récapitulées dans le Tableau 12. L’ensemble des substances analysées et des LQ est donnée en Annexe D.

**Tableau 12.** Techniques d’extraction et techniques analytiques.

Classes	Techniques d’extraction	Techniques analytiques	Développements analytiques	Remarque
Pesticides	SPE	LC/MS/MS		
	SBSE	GC/MS/MS		
	SPME	GC/MS/MS	Econazole	
Pharmaceutiques	SPE	LC/MS/MS		
	Injection directe	LC/MS/MS		Méthode spécifique cyclophosphamide
Biocides	Injection directe	LC/MS/MS	Triclosan / triclocarban	
Parabènes	SPE	LC/MS/MS	Méthode développée	
Hormones	SPE	LC/MS/MS	Développée	
Filtres UV	SPE	LC/MS/MS	Développée	

\*SPE : Extraction sur Phase Solide ; GC : Chromatographie Gazeuse ; LC : Chromatographie Liquide ; MSMS : Spectrométrie de masse en tandem ; SBSE : Extraction par sorption sur barreau magnétique ; SPME Micro-extraction sur phase solide.

## 2.5. Analyse de l’empreinte organique – résultats

### 2.5.1. Fréquence de détection

Un premier résultat brut (Figure 3), portant sur l’ensemble des molécules ciblées, indique que 87 molécules sont quantifiées au moins une fois dans la phase dissoute des eaux de STEP analysées (4 entrées et 4 sorties).

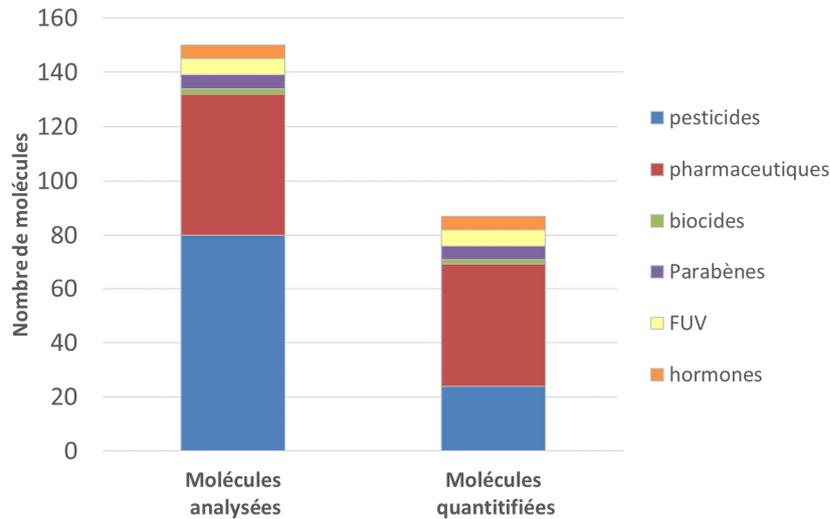


Figure 3. Nombre de molécules quantifiées (n=8).

Parmi ces molécules, 24 sont des pesticides, 45 des pharmaceutiques, 2 des biocides, 5 des parabènes, 6 des FUV et 5 des hormones.

La suite de ce rapport présente le détail des résultats obtenus sur les différentes classes de molécules dans la phase dissoute des eaux brutes et traitées des STEP de Biganos et de La Teste. L'objectif étant de présenter un état des lieux de la contamination présente dans les eaux usées, d'identifier les molécules d'intérêt et d'établir des listes de molécules à suivre dans la suite du projet.

## 2.5.2. Pharmaceutiques

### 2.5.2.1. Nombre de molécules quantifiées

La Figure 4 présente le détail du nombre de molécules pharmaceutiques quantifiées au moins une fois dans les huit échantillons (4 entrées et 4 sorties) de STEP analysés.

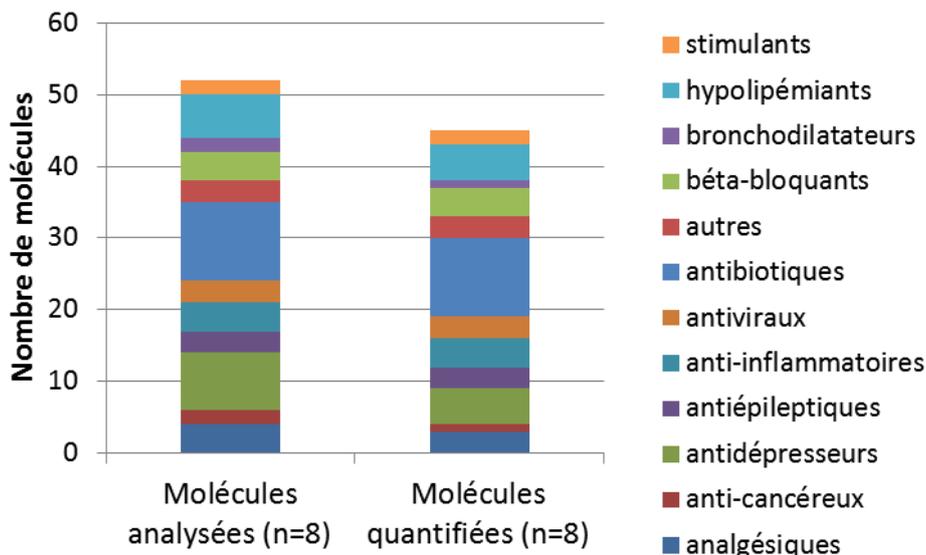


Figure 4. Nombre de composés pharmaceutiques quantifiés.

Sur les 52 molécules recherchées 45 sont quantifiées au moins une fois en station d'épuration. Sept molécules (l'ifosfamide, l'alprazolam, l'imipramine, le diazépam, le bromazépam, l'acide clofibrique et la terbutaline) ne sont jamais quantifiées.

### 2.5.2.2. Empreinte de contamination

L’empreinte de contamination des eaux usées en pharmaceutiques est représentée Figure 5. Le pourcentage de représentativité de chaque molécule est calculé en effectuant le rapport de sa concentration moyenne sur la concentration moyenne totale en pharmaceutiques. Les concentrations moyennes des molécules pharmaceutiques sont calculées sur les 4 entrées et 4 sorties de STEP. Les concentrations inférieures à la LQ sont remplacées par la LQ/2.

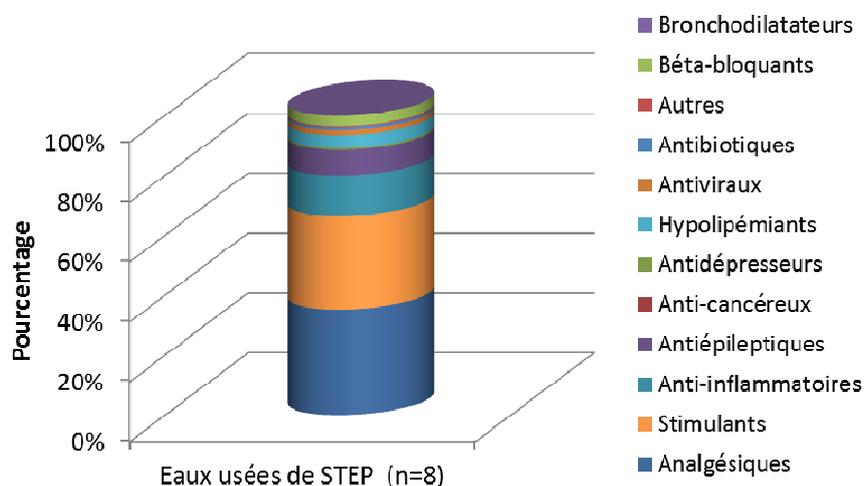


Figure 5. Empreinte de contamination des eaux usées en pharmaceutiques.

Parmi les différentes classes recherchées, **les analgésiques et les stimulants sont les molécules les plus présentes dans les eaux (entrée et sortie) de STEP**. La concentration en analgésiques représente 35 % de la concentration totale des molécules recherchées, celle des stimulants 31 %.

**Les concentrations obtenues varient de quelques ng/L à plusieurs µg/L**. Plus précisément, sur les 45 molécules quantifiées : 12 ont une concentration comprise entre 4 ng/L et 100 ng/L ; 17 entre 100 ng/L et 1µg/L ; 10 entre 1µg/L et 9 µg/L ; et 6 supérieures à 10 µg/L. Le détail de la répartition des familles de composés pharmaceutiques entre les différentes gammes de concentrations est donné Tableau 13.

Tableau 13. Gammes de concentrations retrouvées dans les STEP de Biganos et la Teste (n=8).

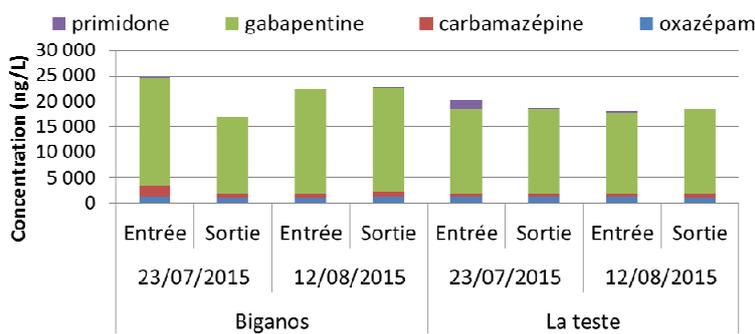
	<LQ	4 ng/L<C<100ng/L	100ng/L<C<1µg/L	1µg/L<C<10µg/L	C>10µg
<b>Classes</b>	Analgésiques (1) Anti-cancéreux (1) Antidépresseurs (3) Bronchodilatateur (1) Hypolipémiant (1)	Anti-cancéreux (1) Antibiotiques (4) Antidépresseur (4) Antiviraux (1) Autre (1) Bronchodilatateur (1)	Antibiotiques (7) Anti-épileptiques (2) Antiviraux (2) Autres (2) Beta bloquants (2) Hypolipémiantes (2)	Antidépresseur (1) Antiinflammatoires (3) Béta bloquants (2) Hypolipémiantes (3)	Analgésiques (2) Anti-épileptique (1) Antiinflammatoire (1) Stimulants (2)

\*LQ : Limites de quantification ; C : Concentration

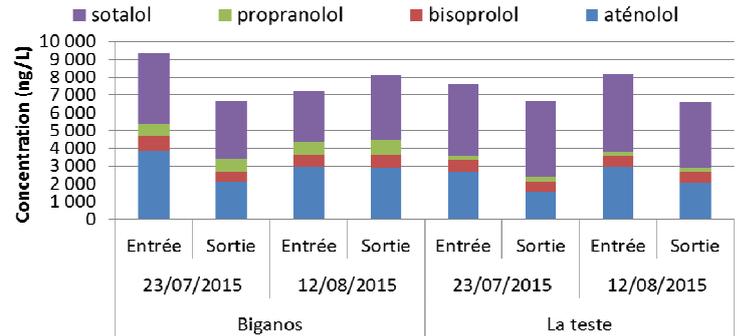
**Les niveaux de concentrations mesurés dans les eaux usées sont globalement en accord avec ceux relevés dans la littérature**. Toutefois, les résultats peuvent varier selon les composés, les lieux d’études et les traitements étudiés.

Par exemple dans le cas des antiviraux, la concentration moyenne en abacavir (230 ng/L) en entrée des STEP de Biganos et La Teste est inférieure à celle relevée par Aminot (2013) en entrée de la STEP de Louis Fargues à Bordeaux (425 ng/L). Celle en ritonavir (93 ng/L à Biganos et la Teste) est du même ordre de grandeur que celle de l’étude d’Aminot (2013) (101 ng/L), celle de la lamivudine est en revanche supérieure : 450 ng/L dans notre étude et 67 ng/L dans celle de Aminot (2012).

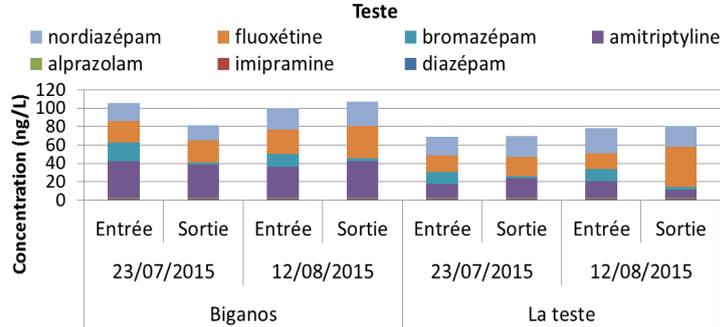
**Comportement des antiépileptiques + 1 antidépresseur (oxazépam) dans les STEP de Biganos et La Teste**



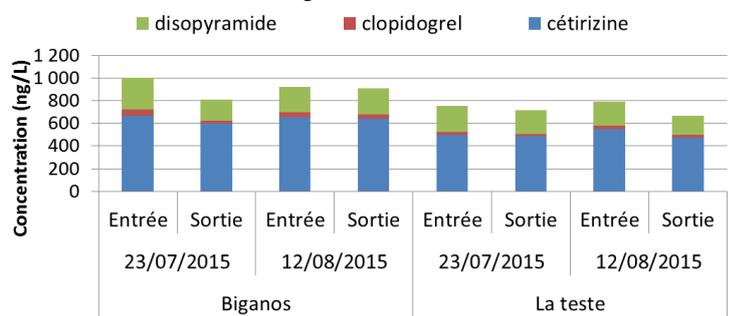
**Comportement des Béta-bloquants dans les STEP de Biganos et La Teste**



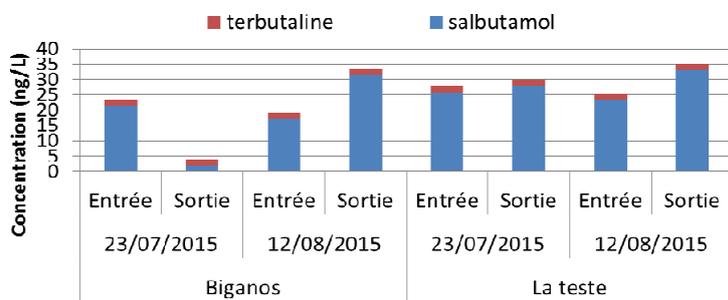
**Comportement des antidépresseurs dans les STEP de Biganos et La Teste**



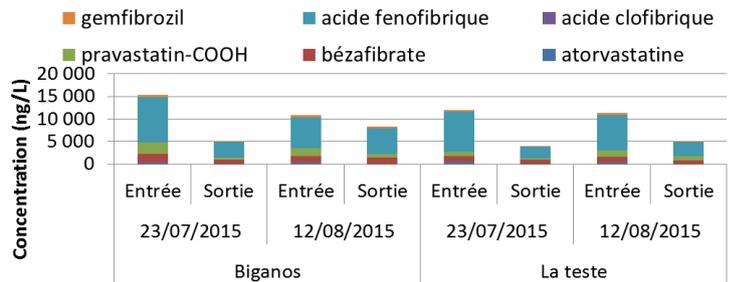
**Comportement des autres pharmaceutiques dans les STEP de Biganos et La Teste**



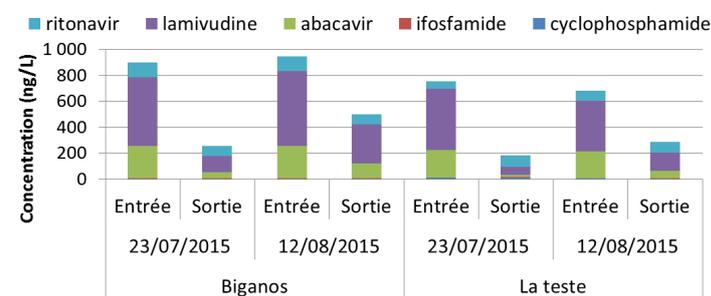
**Comportement des bronchodilatateurs dans les STEP de Biganos et La Teste**



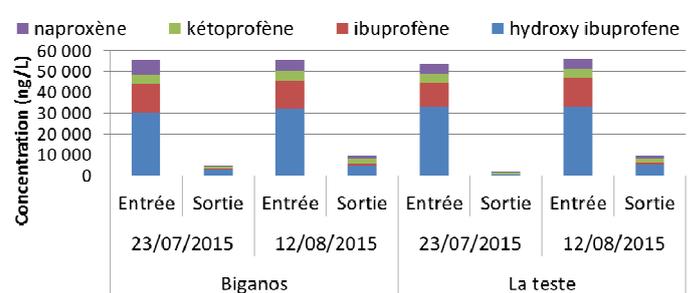
**Comportement des hypolipémiants dans les STEP de Biganos et La Teste**



**Comportement anti-viraux et anticancéreux dans les STEP de Biganos et La Teste**



**Comportement des anti inflammatoires dans les STEP de Biganos et La Teste**



**Figure 6.** Comportement des pharmaceutiques dans les STEP de Biganos et de La Teste de Buch.

Autre exemple, concernant les anti-inflammatoires, le kétoprofène et le naproxène ont tous deux été quantifiés à des concentrations supérieures au µg/L dans l'étude de Aminot (2013) (respectivement 3016 ng/L et 1993 ng/L) et Rosal (2010) (respectivement 801 ng/L et 5228 ng/L). Ces composés ont des concentrations du même ordre de grandeur en entrée des STEP de Biganos et de La Teste de Buch (respectivement 4420 ng/L et 5530 ng/L).

*Si les habitudes de consommation des habitants sont susceptibles de varier d’un pays à un autre, les variations observées peuvent être liées au bassin de collecte ou à la typologie du réseau (Aminot 2013) mais aussi à la variabilité globale des concentrations en micropolluants en entrée de STEP.*

2.5.2.3. Comportement en STEP

Le comportement des différentes classes de pharmaceutiques en entrée et en sortie de STEP est présenté Figure 6.

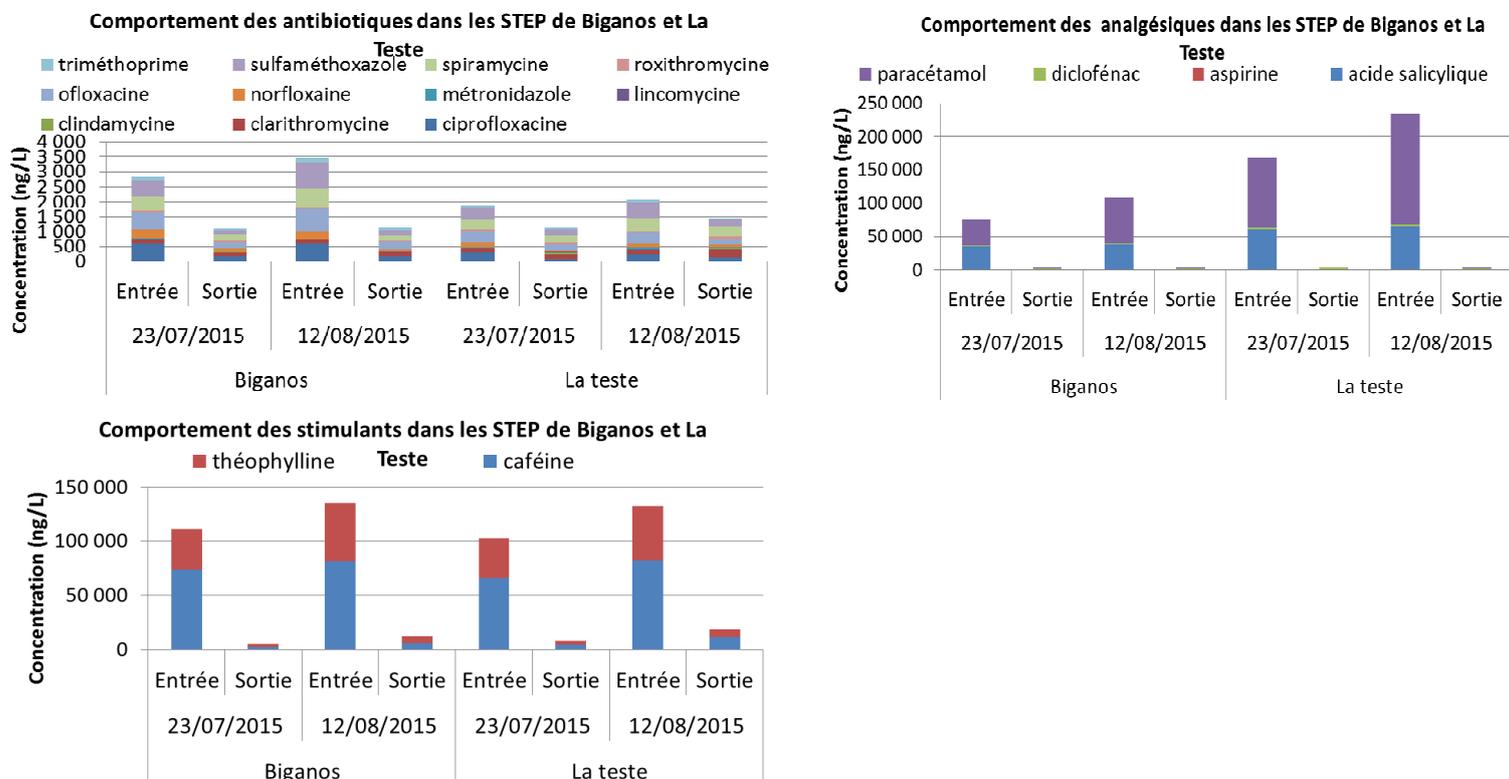
*Les profils des deux STEP sont comparables, excepté pour les analgésiques ce qui peut s’expliquer par le fait que cette classe est soumise à de fortes variations de consommation.*

En revanche deux profils se distinguent selon les classes de molécules :

- *d’une part le groupe des hypolipémiants, antirétroviraux, anti-inflammatoire, stimulants, analgésiques et antibiotiques qui sont partiellement éliminés en STEP ;*
- *d’autre part, le groupe des antiépileptiques, bêtabloquants, bronchodilatateurs, antidépresseurs, et quelques autres médicaments (disopyramide, clopidogrel et cétirizine) qui ne sont pas éliminés.*

Les concentrations en sortie de STEP Bordelaise de Louis Fargues (dont les procédés de traitements sont similaires à celles des STEP du Bassin) indiquent également que la plupart des pharmaceutiques ne sont pas complètement éliminés en STEP.

Les concentrations en sortie de traitement en abacavir et ritonavir sont de 192 ng/L et 166 ng/L dans l’étude d’Aminot (2013) et respectivement de 61 ng/L et de 82 ng/L dans notre étude. Dans cette même étude, les concentrations en anti-inflammatoires, bien qu’inférieures à celles quantifiées en entrée de STEP, sont toujours de l’ordre de grandeur du µg/L.



**Figure 6 (suite).** Comportement des pharmaceutiques dans les STEP de Biganos et de La Teste de Buch.

### 2.5.3. Pesticides

#### 2.5.3.1. Nombre de molécules quantifiées

La Figure 7 présente le nombre de pesticides quantifiés au moins une fois dans les huit échantillons de STEP analysés.

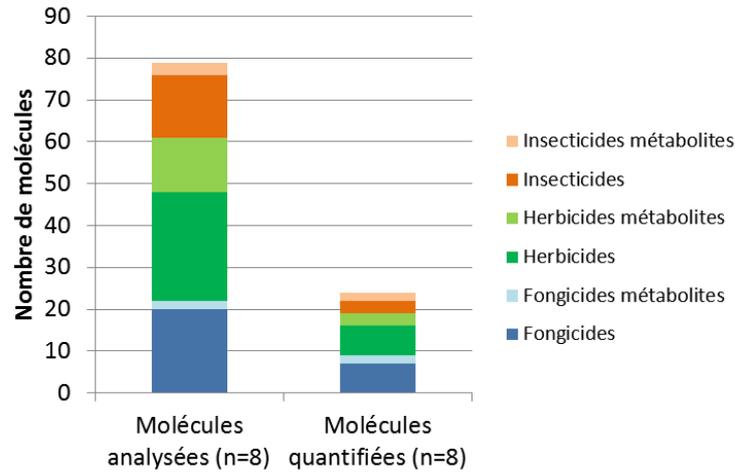


Figure 7. Nombre de pesticides quantifiés dans les eaux usées.

Sur les 80 molécules recherchées 24 sont quantifiées au moins une fois en station d’épuration. Parmi ces molécules, 9 sont des fongicides et leurs métabolites, 10 des herbicides et leur métabolites, et 5 des insecticides et leurs métabolites.

#### 2.5.3.2. Empreinte de contamination

L’empreinte de contamination des eaux usées en pesticide est représentée Figure 8. Le pourcentage de représentativité de chaque molécule est calculé en effectuant le rapport de sa concentration moyenne sur la concentration moyenne totale en pesticide. Les concentrations moyennes des molécules pesticides sont calculées sur les 4 entrées et les 4 sorties de STEP. Les concentrations inférieures à la LQ sont remplacées par la LQ/2.

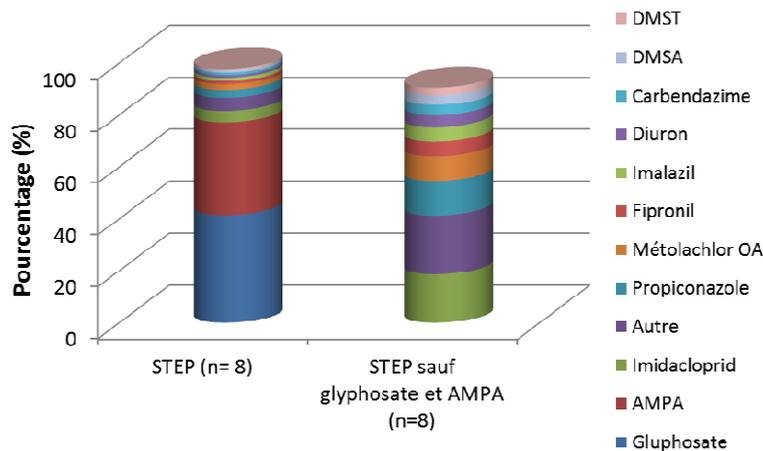


Figure 8. Empreinte de contamination des eaux usées en pesticides.

**Le glyphosate et l’AMPA (métabolite du glyphosate) représentent respectivement 41% et 36% de la totalité de la concentration en pesticides quantifiée dans les eaux de STEP.** L’imidaclopride, le propiconazole et le métolachlore-OA (métabolite du S-métolachlore), sont les trois autres pesticides les plus représentatifs de la contamination en pesticide : respectivement à 18 %, à 13 % et 10 % de la concentration totale quantifiée en pesticides hors glyphosate et AMPA. Le détail de la répartition des pesticides entre les différentes gammes de concentrations est donné Tableau 14.

**Tableau 14 :** Gamme de concentration en pesticides dans les eaux usées (n=8).

LQ	<LQ	LQ<C<10ng/L	10ng/L<C<100ng/L	C>100ng/L
<b>Nombre</b>	55	11	10	3
<b>Classes</b>	Fongicides (13) Insecticides (12) Insecticide métabolite (1) Herbicides (19) Herbicides métabolites (10)	Isoproturon, métolachlor, diflufenican, irgarol, éconazole fipronil sulfide, azoxystrobine, fipronil sulfone, tebuconazole, diazinon, hydroxy atrazine	Triadiménol A et B, diuron, DMST, carbendazime, DMSA, imalazil, terbuthryne, propiconazole, fipronil, métolachlor OA	AMPA, glyphosate, Imidaclopride

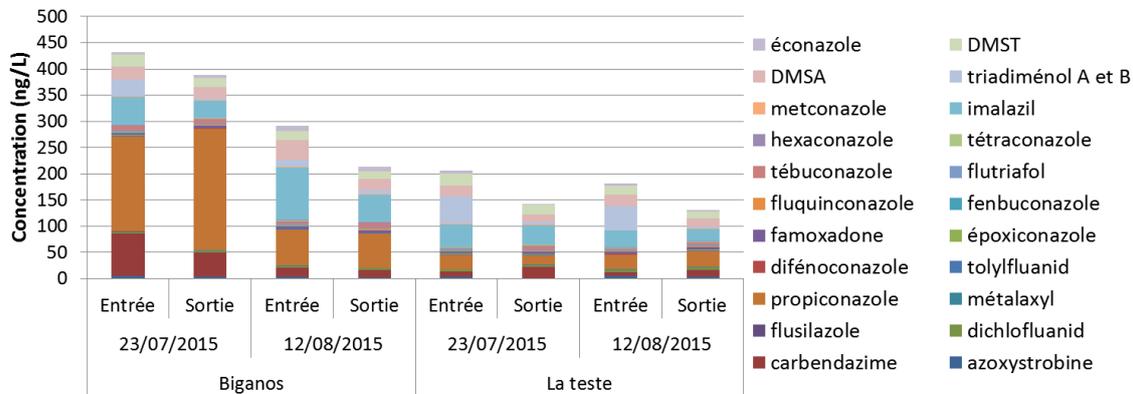
\*LQ : Limites de quantification ; C : concentration

Les concentrations obtenues varient de quelques ng/L à quelques dizaines de ng/L : 11 molécules sont quantifiées à moins de 10 ng/L, 10 le sont entre 10 ng/L et 100 ng/L et une autre (imidaclopride) l’est à plus de 100 ng/L. Seuls l’AMPA et le glyphosate sont quantifiés à des concentrations de plusieurs centaines de ng/L.

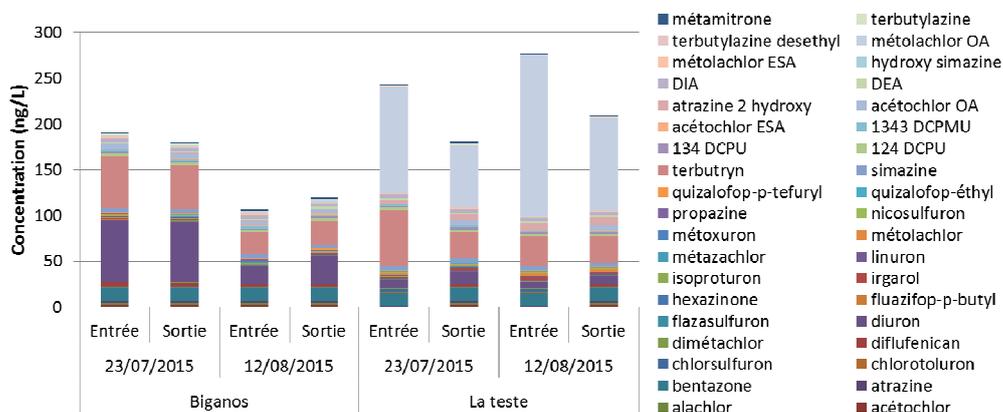
**Ces données sont en accord avec les études retrouvées dans la littérature.** Dans son étude sur les STEP de Louis Fargue (Bordeaux) et Clos de Hilde (Bègles), Cruz (2015) retrouve, en moyenne pour les entrées et sorties : du diuron à hauteur de 70 ng/L ; de l’imidaclopride et du fipronil à hauteur de 50 ng/L ; de l’azoxystrobine et de la carbendazime à hauteur de quelques ng/L. Dans une étude portant sur 15 STEP espagnoles, Campo (2013) quantifie 34 pesticides parmi lesquels le diazinon à hauteur de 16 ng/L, le diuron à hauteur de 44 ng/L ; l’imidaclopride à des concentrations plus faibles que dans notre étude (18 ng/L). Enfin, Campo a également détecté du chlorpyrifos (non retrouvé dans notre étude) à hauteur de 26 ng/L.

2.5.3.3. Comportement en STEP

Le détail des concentrations des différentes familles de pesticides en entrée et sortie de STEP est donné Figures 9, 10, 11 et 12.



**Figure 9.** Comportement des fongicides dans les STEP de Biganos et La Teste.



**Figure 10.** Comportement des herbicides dans les STEP de Biganos et La Teste.

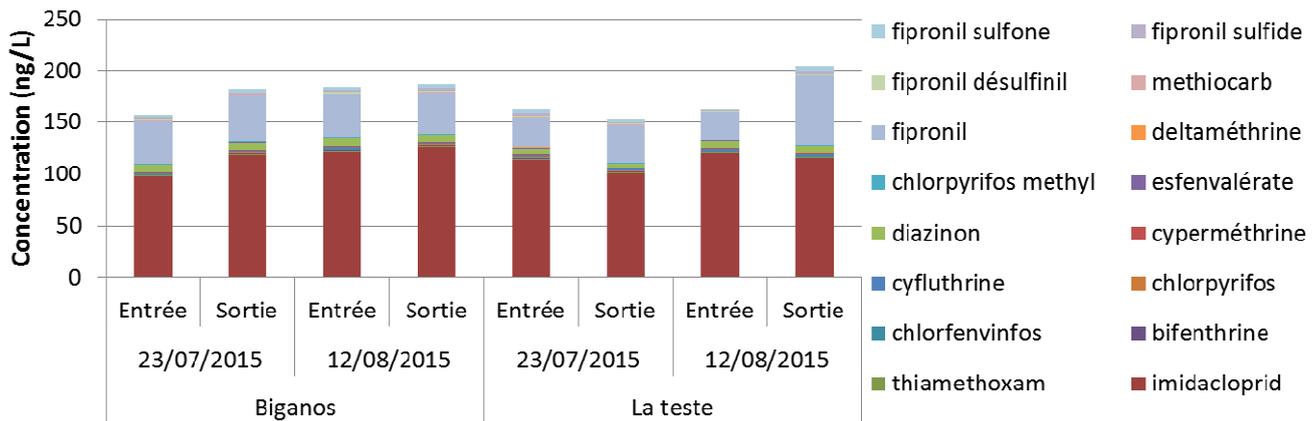


Figure 11. Comportement des insecticides dans les STEP de Biganos et La Teste.

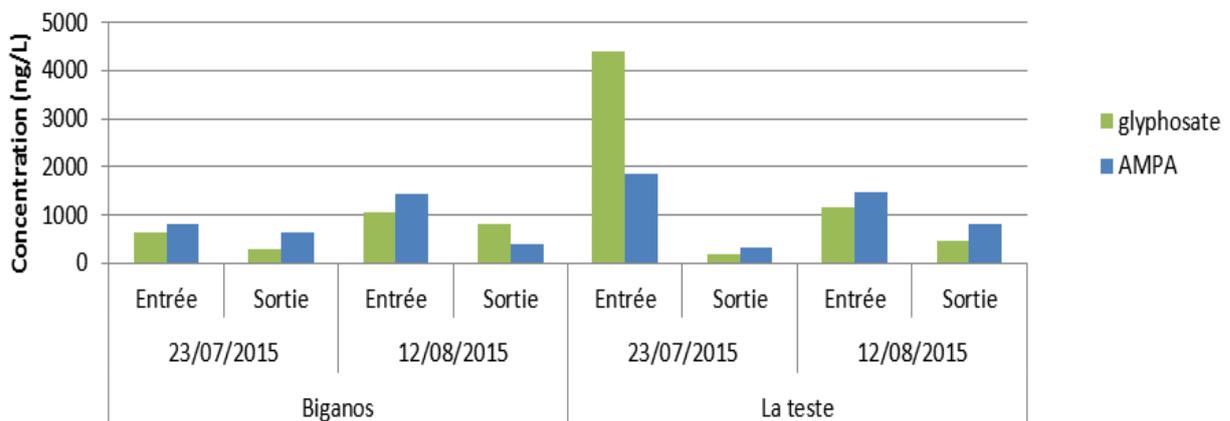


Figure 12. Comportement du glyphosate et de l’AMPA dans les STEP de Biganos et La Teste.

**Les concentrations observées à la STEP de Biganos sont globalement supérieures à celles observées à la STEP de la Teste.** Egalement, le Métolachlore-OA, métabolite du S-métolachlore utilisé notamment en maïsiculture n’est retrouvé qu’en entrée de la STEP de La Teste de Buch.

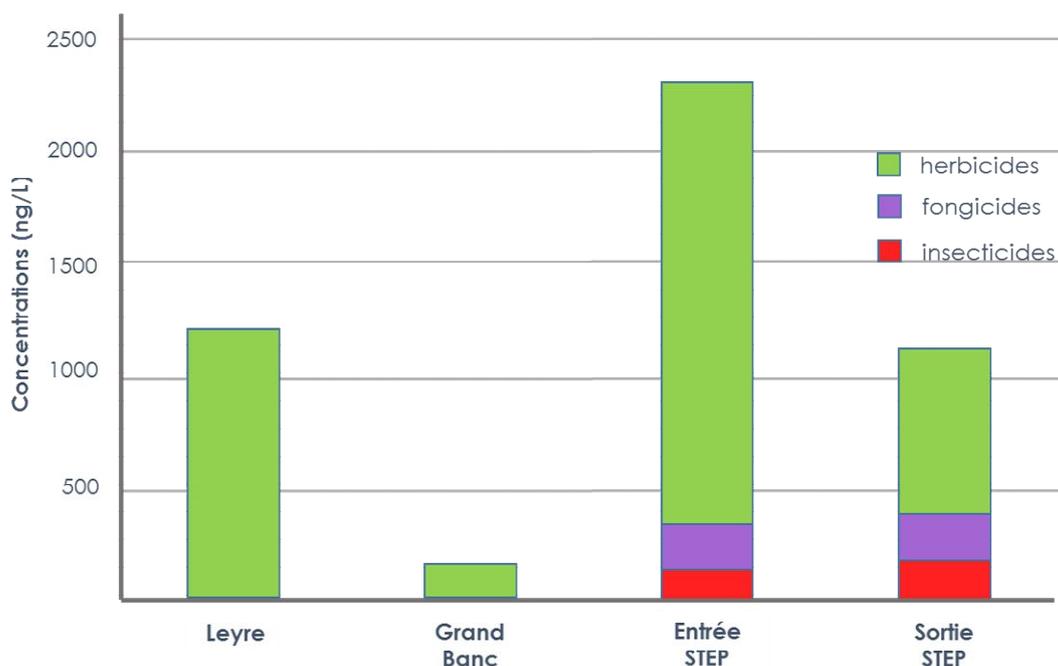
Les Figures 9, 10, 11 et 12 indiquent également que **les pesticides ne sont pas ou faiblement éliminés dans les STEP**. Les études de Cruz (2016), Campo (2013) et Bueno (2009) sont en accord avec ces résultats.

Concernant l’AMPA, sa présence provient de la dégradation du glyphosate ainsi qu’à sa présence dans les lessives. Le rapport des concentrations entre AMPA et glyphosate est cohérent pour des eaux usées à l’exception du point atypique en entrée de STEP du 23/07/2015 de la Teste de Buch : la concentration en glyphosate plus importante et supérieure à celle de l’AMPA suggère un rejet direct de glyphosate dans le réseau.

#### 2.5.3.4. Comparaison avec l’intra-Bassin

Pour les pesticides, il est intéressant de mettre en regard les résultats des analyses réalisées dans **REMPAR** avec les résultats de la surveillance des points du réseau **REPAR** qui suit les niveaux de pesticides dans l’intra-Bassin et les cours d’eau (Cf. livrable 1.1.).

La Figure 13 compare les profils entre eaux usées et eaux douces et marines. Si les herbicides dominent dans les 2 cas, **on note des différences majeures entre eaux usées et eaux naturelles : dans le premier cas, ce sont le glyphosate et l’AMPA qui sont majoritaires, alors que dans le second cas ce sont les métabolites du métolachlore** (herbicide utilisé en maïsiculture) qui sont prépondérants (Figure 14) ; glyphosate et AMPA n’étant pas retrouvés dans le Bassin.

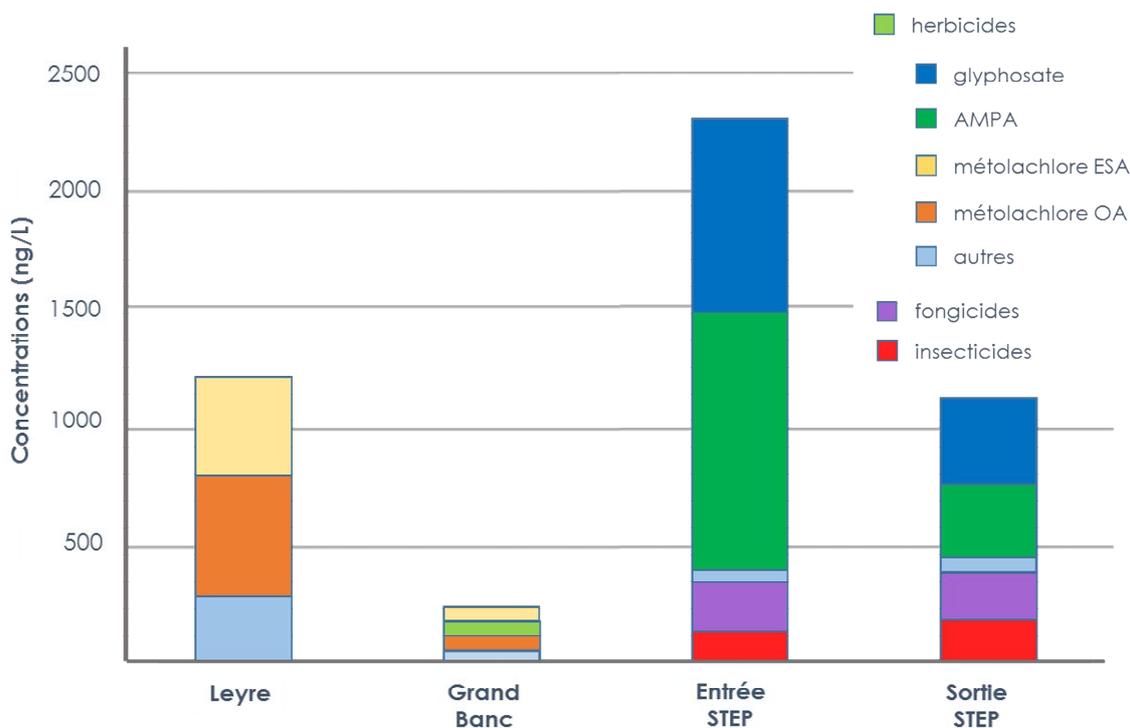


**Figure 13.** Comparaison des profils de pesticides entre eaux usées, eaux douces et eaux marines dans le Bassin.

Entrée STEP et sortie STEP : entrée et sortie des stations d’épuration du Bassin.

Leyre : principal affluent du Bassin.

Grand Banc : point intra-Bassin sous influence océanique.



**Figure 14.** Empreinte de contamination des eaux douces (Leyre) et marines (Grand Banc) en pesticides.

### 2.5.4. Biocides

Les concentrations en triclosan et triclocarban dans les eaux des STEP de Biganos et de La Teste de Buch sont présentées dans les Figures 15 et 16. Les méthodes d’analyse pour la chlorhexidine, la CMIT et la MIT n’ont pu être finalisées dans le cadre du projet.

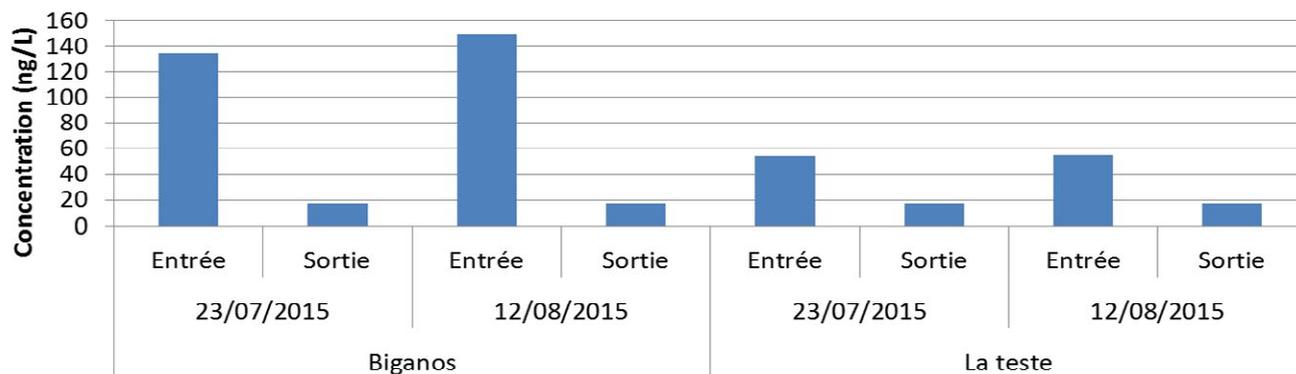


Figure 15. Comportement du triclosan dans les STEP de Biganos et La Teste.

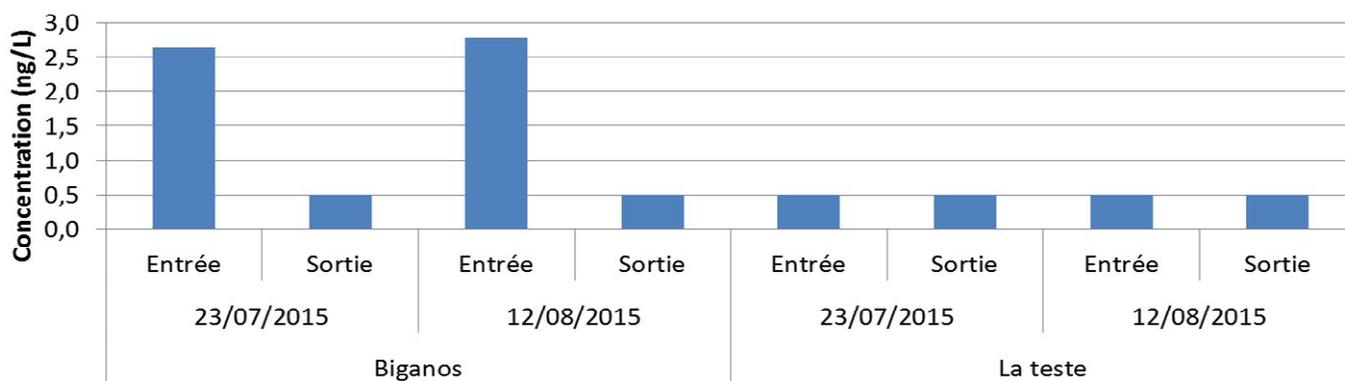


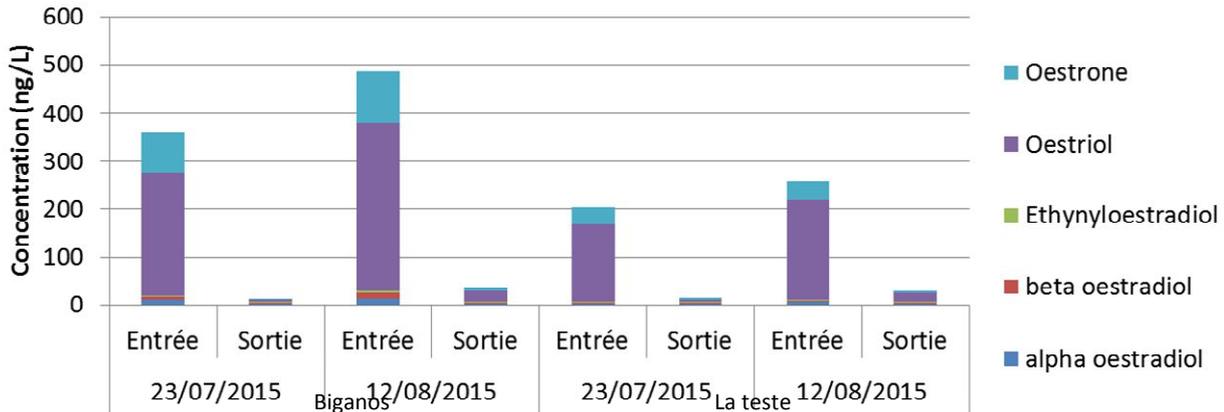
Figure 16. Comportement du triclocarban dans les STEP de Biganos et de La Teste.

**Le triclosan est présent à des concentrations de l’ordre de la centaine de ng/L en entrée de STEP. Sa concentration en sortie de traitement est inférieure à 35 ng/L. Ces résultats sont en accord avec la littérature.** Dans son étude sur sept STEP mettant en œuvre des traitements biologiques, Singer (2012) montre que le triclosan est partiellement éliminé lors du traitement des eaux usées, avec une concentration moyenne en triclosan de 520 ng/L en sortie de traitement primaire et de 45 ng/L en sortie de traitement secondaire. Il est néanmoins important de noter que le triclosan peut se photo-dégrader et créer des sous-produits fortement toxiques et persistants telles que les dioxines (par exemple la 2,8 dichlorodibenzo-p-dioxine) (Sanchez-Prado et al. 2006).

**Le triclocarban est quantifié principalement dans la STEP de Biganos et à des concentrations ne dépassant pas les quelques ng/L. Ces traces sont éliminées par les procédés de traitement d’épuration.** Les résultats présentés dans la littérature sont variables : Geara-Matta (2013) ne retrouve pas de triclocarban dans les eaux usées d’une station d’épuration située sur la Seine, alors qu’en revanche, Halden et Paul (2004) le quantifie jusqu’à plusieurs µg/L dans des eaux usées aux Etats Unis.

### 2.5.5. Hormones

La Figure 17 décrit les hormones présentes sous forme libre dans les eaux usées : l’oestriol, l’oestrone et les 17-alpha et bêta estradiol sont quantifiés à respectivement plusieurs centaines de ng/L, plusieurs dizaines de ng/L et quelques ng/L en entrée de STEP. L’éthinylestradiol n’est en revanche jamais quantifié (LQ de 4.4 ng/L).



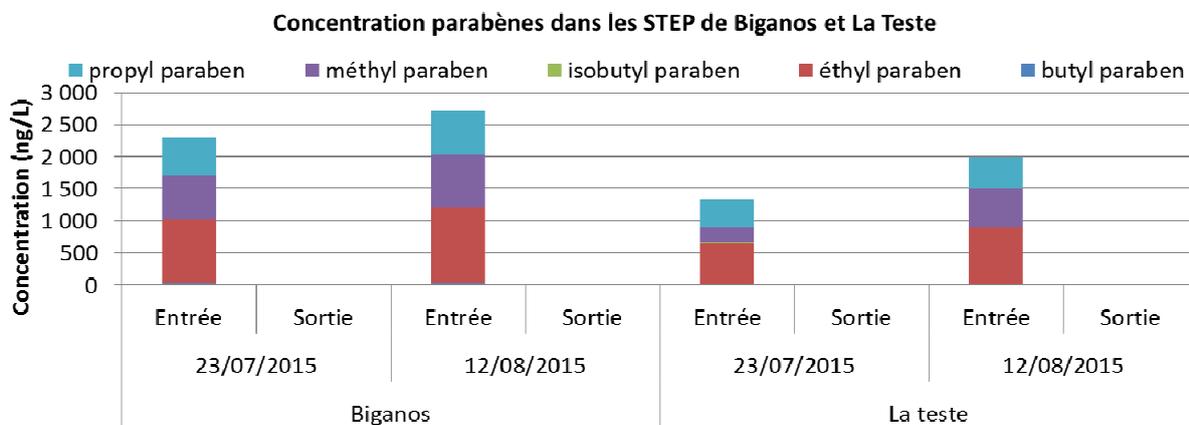
**Figure 17.** Comportement des hormones sous forme libre dans les STEP de Biganos et de La Teste.

**L'élimination des hormones est presque totale.** Les concentrations en sortie de STEP sont de quelques ng/L, principalement de l'oestrone et de l'oestriol, ce qui s'explique par le fait que ces deux molécules sont le produit de dégradation de nombreuses hormones.

L'étude de Miege (2009) compilant 115 articles de recherche et 2 rapports (1997 à 2007) indique que les concentrations moyennes des oestrogènes en entrée de STEP sont de 7,4 ng/L ; 4,2 ng/L ; 22,2 ng/L ; 115 ng/L et 67,2 ng/L respectivement pour l'alpha estradiol, l'éthinylestradiol, le beta estradiol, l'estriol et l'oestrone. En sortie, les concentrations des 17 alpha et beta estradiol et de l'éthinylestradiol n'excèdent pas les quelques ng/L, celles de l'oestrone et de l'oestriol sont d'une dizaine de ng/L.

### 2.5.6. Parabènes

La Figure 18 présente les concentrations en parabènes quantifiées dans les eaux de STEP.



**Figure 18.** Comportement des parabènes dans les STEP de Biganos et La Teste.

Le méthylparabène, l'éthylparabène et le propylparabène sont présents à hauteur de plusieurs centaines de ng/L. Le butyl parabène et l'isobutyl parabène sont présents à plusieurs dizaines de ng/L et à moins de 10 ng/L respectivement.

**Les parabènes sont bien éliminés en STEP. Les concentrations en sortie sont inférieures à la dizaine de ng/L.** Dans son étude, Geara-Matta (2013) fait également la distinction entre l'isobutylparabène et le butylparabène retrouvés à des concentrations de l'ordre de la dizaine de ng/L en entrée de STEP (par exemple 76 ng/L pour l'isobutylparabène), l'éthyl- et le propylparabènes retrouvés à des concentrations équivalentes de l'ordre de 200 ng/L, et le méthyl parabène, quantifié à plus de 6000 ng/L. Eriksson (2009) retrouve ce constat dans une étude des eaux usées au Danemark et précise que les parabènes à chaîne courte (méthyl-,éthyl- et propyl-) sont le plus souvent utilisés dans les solutions aqueuses en suspension comme les

savons liquides alors que les parabènes à longue chaîne (butyl- et isobutyl-) sont utilisés surtout dans les crèmes à base d’huile, expliquant les corrélations des concentrations retrouvées entre ces différents composés dans les eaux usées.

D’autre part, l’étude des parabènes en entrée et sortie d’une STEP située au Danemark mettant en place des procédés de traitements biologiques complétés par un traitement aux UV a montré un abattement de plus de 90% de la concentration en parabènes présente en entrée de STEP (Andersen et al., 2007). ***Ceci est cohérent avec les résultats de notre étude, les traitements par UV étant opérationnels au moment des analyses.***

## 2.5.7. FUV

### 2.5.7.1. Empreinte de contamination

La Figure 19 ci-dessous présente la proportion des 6 FUV analysés dans les eaux usées. La méthodologie de calcul est identique à celle employée pour les pharmaceutiques et les pesticides.

Les 6 molécules recherchées sont quantifiées. L’octocrylène et l’avobenzène, composés majoritairement employés dans les crèmes solaires, sont fortement représentés (40 % et 16%).

***L’oxybenzone, qui se retrouve dans les crèmes solaires mais aussi dans les cosmétiques et les shampoings représente 26 % de la contamination en FUV. Alors que dans les mesures réalisées en intra-Bassin, cette molécule n’était pas détectée.***

L’EHMC, le BP1 et le DHHB sont moins représentés que les trois premières molécules. Pour l’EHMC et le DHHB cela peut s’expliquer par le fait qu’il s’agit de composés employés majoritairement dans des produits cosmétiques, moins utilisés en été au moment des prélèvements. Par exemple, l’EHMC est caractéristique de l’utilisation de fonds de teint et de baume à lèvres.

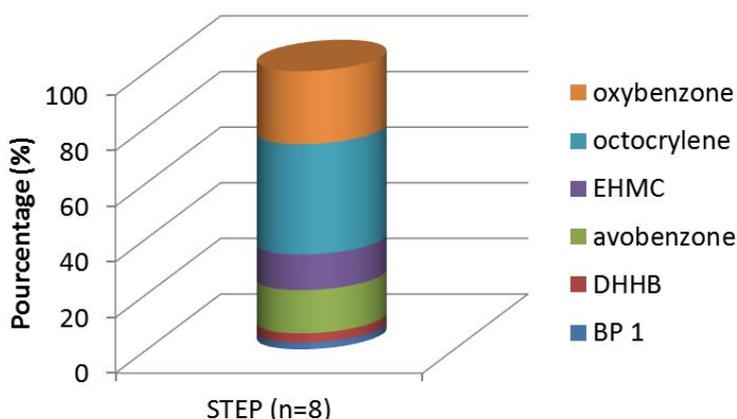


Figure 19. Empreinte en Filtres UV dans les eaux usées.

### 2.5.7.2. Comportement en STEP

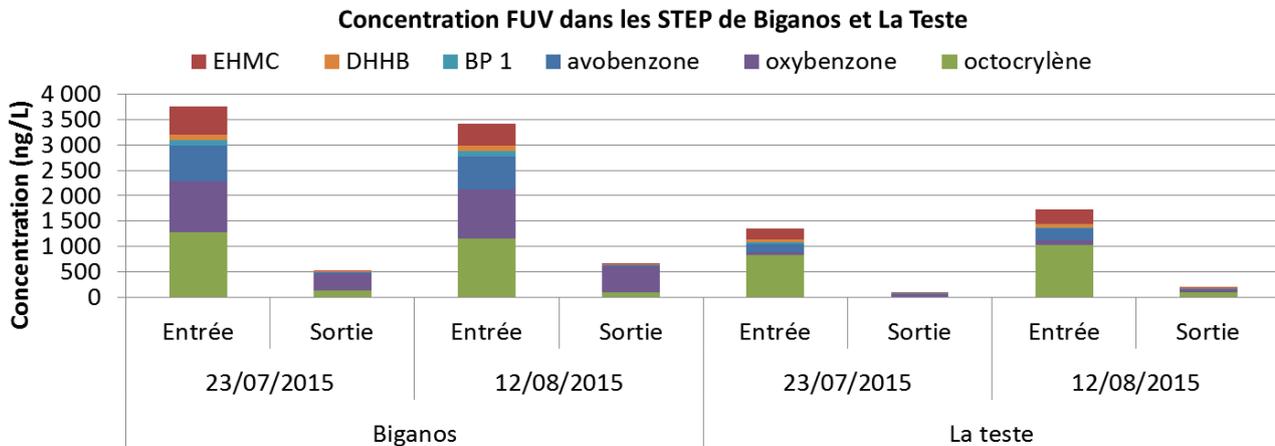
La Figure 20 ci-après présente les concentrations en FUV retrouvées en entrée et en sortie des STEP.

L’oxybenzone et l’octocrylène sont quantifiés à des concentrations allant jusqu’au µg/L en entrée de STEP (l’oxybenzone n’étant quantifié à ces concentrations qu’en entrée de la STEP de Biganos). L’avobenzène et l’EHMC sont quantifiés à plusieurs centaines de ng/L et le BP-1 et le DHHB à une centaine de ng/L en entrée de STEP.

Les ***FUV sont partiellement éliminés*** dans les deux stations d’épuration, les concentrations totales en sortie de STEP sont d’environ 500 ng/L à Biganos et sont inférieures à 200 ng/L à La Teste. L’oxybenzone notamment n’est que très peu éliminé.

Dans la littérature, Balmer (2005) retrouve l’oxybenzone, l’EHMC et l’octocrylène respectivement à 1,6 µg/L, 4,9 µg/L et 2,7 µg/L en entrée de STEP en Suisse au mois d’août. Les composés sont presque totalement éliminés à des concentrations de l’ordre de la dizaine de ng/L pour l’oxybenzone et l’EHMC. L’octocrylène n’est quant à lui plus quantifié en sortie de traitement.

*Le profil observé au niveau des STEP est différent de celui observé au niveau des plages (Cf. livrable 1.1.) avec moins d’octocrylène en proportion (FUV utilisé majoritairement dans les crèmes solaires) qu’au niveau des plages ; la présence d’oxybenzone (FUV utilisé dans des cosmétiques divers), ce dernier composé n’étant quasiment pas retrouvé au niveau des plages.*



**Figure 20.** Comportement des FUV dans les STEP de Biganos et de La Teste.

Une autre étude, portant sur les eaux de STEP situées en Espagne (Gomez, 2009) indique que l’oxybenzone est retrouvée à une concentration moyenne de 93 ng/L en sortie de STEP, l’EHMC à 55 ng/L et l’octocrylène à 42 ng/L. Ces concentrations sont globalement plus faibles que celles retrouvées en sortie de STEP de Biganos et La Teste.

De même, l’étude d’Aminot (2013) regroupant six prélèvements de juin à décembre 2012, présente des concentrations moyennes en oxybenzone, avobenzone, EHMC, et octocrylène allant de 30 ng/L à 150 ng/L en entrée de la STEP de Clos de Hilde et de 20 ng/L à 110 ng/L en sortie. Aminot (2013) remarque néanmoins une forte variabilité saisonnière, avec une forte augmentation de l’octocrylène et de l’avobenzone en période estivale.

## 2.6. Comparaison avec les suivi des STEP depuis 2008

Cette partie a pour objectif de montrer l’évolution des micropolluants sur le réseau depuis 2008/2009. Pour réaliser ce suivi une comparaison est réalisée entre les résultats obtenus lors du suivi des effluents des STEP de la Teste et de Biganos par le SIBA de 2008 à 2010 et ceux obtenus lors du projet **REMPAR** (Cf. paragraphe 2.1.).

Les données de 2008/2009 correspondent aux concentrations du mélange 50/50 (V/V) (Cf. note 2 page 23) des effluents des stations d’épuration de Biganos et La Teste à trois dates de prélèvements différentes (04/06/2008 ; 29/07/2009 et 10/11/2009)

Les données de 2010 correspondent aux concentrations du mélange 50/50 (V/V) des effluents des stations d’épuration de Biganos et La Teste à 4 dates de prélèvement différentes (09/03/2010 ; 25/05/2010 ; 27/07/2010 et 23/11/2010).

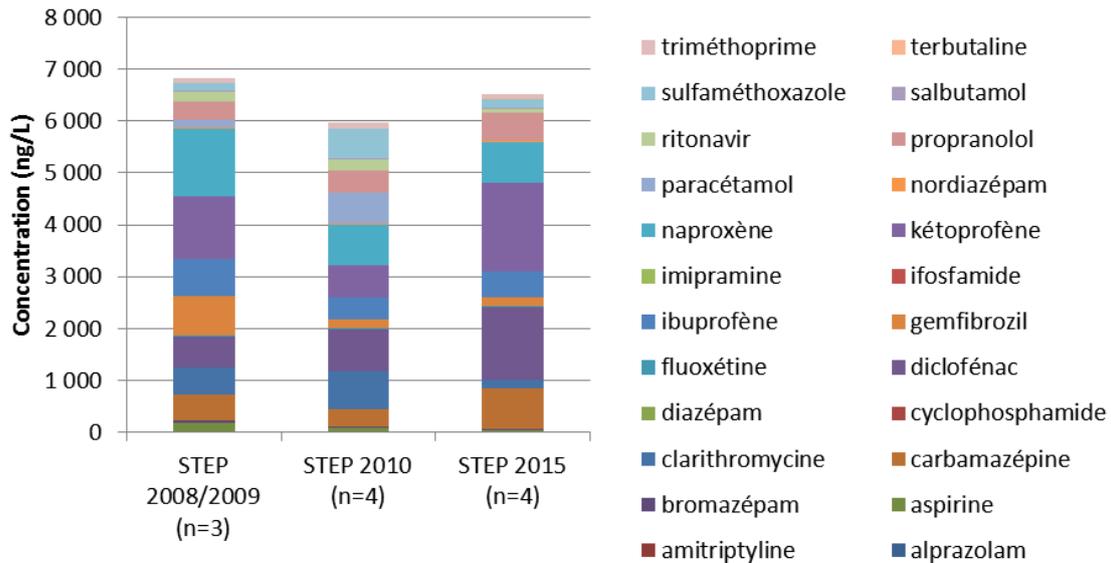
Les données de 2015 correspondent à la moyenne des concentrations des 4 sorties de STEP de la campagne **REMPAR** ETE 2015 (Biganos et La Teste).

Seules les molécules suivies lors des deux études sont présentées. Les moyennes sont effectuées en remplaçant les concentrations inférieures à la LQ par la LQ/2

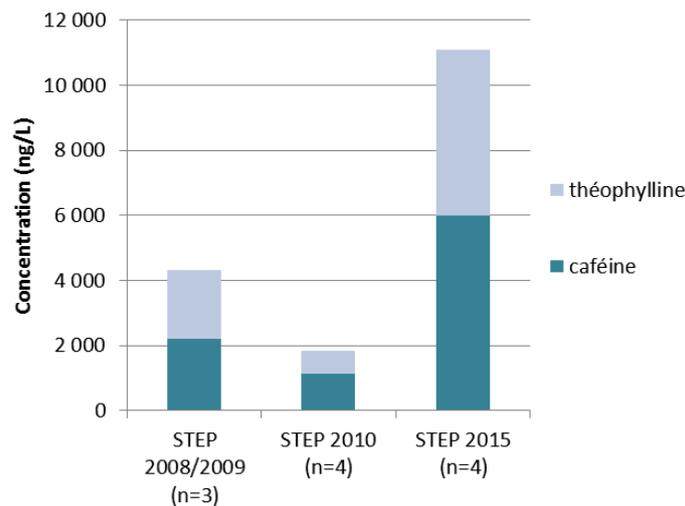
### 2.6.1. Pharmaceutiques

L’évolution de la concentration en pharmaceutiques dans les effluents des STEP de Biganos et de La Teste est représentée dans les Figures 21 et 22). **Les concentrations en pharmaceutiques sont stables depuis 2010**, excepté pour certaines molécules :

- la caféine et la théophylline (stimulants), ce qui est dû aux fortes variations de consommations de ces composés ;



**Figure 21.** Suivi depuis 2008 des pharmaceutiques dans les effluents de Biganos et de La Teste de Buch.



**Figure 22.** Suivi depuis 2008 de la théophylline et de la caféine dans les effluents de Biganos et de La Teste de Buch.

- le gemfibrozil (hyoplipémiant), dont les concentrations moyennes mesurées chutent à partir de 2009. Toutefois pour cette molécule, les valeurs mesurées en 2008-2009 présentent une très grande variabilité ; de plus, l'étude des données de vente au niveau national (données Medic'AM pour les années 2007 à 2015) ne montrent que peu d'évolution du nombre de boîtes vendues ; il convient donc de rester prudent quant à une réelle diminution des concentrations depuis 2008 ;
- les concentrations en diclofénac, sont à l'inverse, en augmentation depuis 2008 ; si l'on ne peut exclure un simple résultat de la variabilité des teneurs mesurées, les données Medic'AM montrent, une augmentation constante des quantités totales délivrées qui passent de 16 à 29 tonnes entre 2008 et 2015.

### 2.6.2. Pesticides

L'évolution de la concentration totale en pesticide dans les effluents des STEP de Biganos et de La Teste est représentée dans les Figures 23 et 24. La Figure 23 indique une augmentation de la concentration du diuron et de la terbutryne depuis 2010 ainsi qu'une augmentation ponctuelle de l'atrazine en 2010. En dehors de ces trois composés, la concentration en pesticide est stable depuis 2008 (Figure 24).

Le diuron est un herbicide dont l’usage agricole est interdit depuis 2008. En revanche, il est actuellement autorisé en tant que biocide dans les produits d’entretien de surface des sols, terrasses et matériaux de construction (environ 40 produits actuellement répertoriés en comportent).

La terbutryne est également interdite pour usage agricole depuis 2003 ; mais, comme le diuron, actuellement autorisée en usage biocide pour les produits d’entretien de surface (environ 80 produits répertoriés en comportent).

Le suivi des STEP indique également que la bifenthrine, quantifiée une fois en 2009 à 19 ng/L ne l’est plus par la suite. Cela pourrait s’expliquer par son interdiction en usage agricole et aussi non agricole à partir de mai 2010 (retrait des autorisations de mise sur le marché en mai 2010 mais toujours autorisée comme biocide jusqu’en 2013), mais trop peu de points d’analyses ont été réalisés pour conclure.

La même observation peut être faite pour le S-métolachlore ; cette molécule est, en revanche, toujours autorisée en usage agricole.

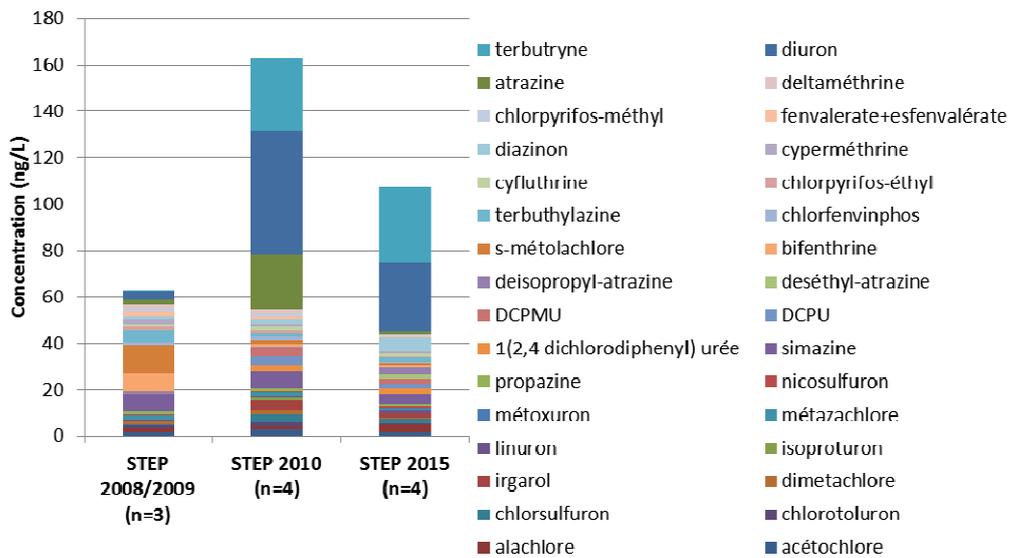


Figure 23. Suivi depuis 2008 des pesticides dans les effluents de Biganos et de La Teste.

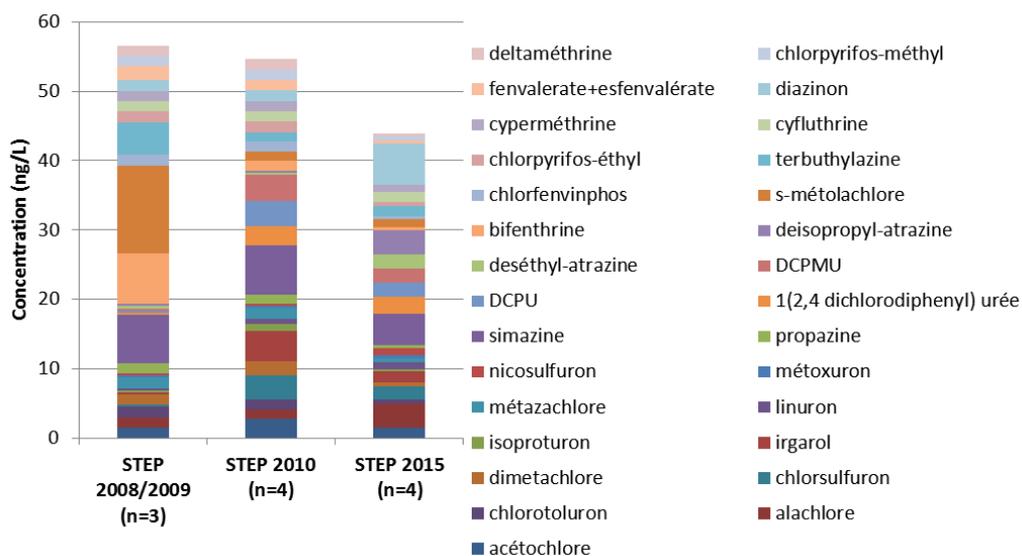


Figure 24 : Suivi depuis 2008 des pesticides hors diuron, terbutryne et atrazine dans les effluents de Biganos et de La Teste.

### **2.6.3. Synthèse**

*Le suivi des pesticides et des composés pharmaceutiques dans les effluents des STEP de Biganos et de La Teste indique une contamination stable depuis 2008 pour les molécules recherchées. L'évolution des réglementations, et notamment la réglementation biocide, entraîne des changements d'usage de certaines substances, et peut expliquer que l'on retrouve encore dans les eaux usées urbaines des substances par ailleurs interdites pour un usage agricole comme le diuron ou la terbutryne.*

### **2.7. Conclusion et perspectives**

Les campagnes réalisées dans le cadre du module cartographie permettent d'évaluer un état des lieux de la contamination dans la phase dissoute des eaux usées (pharmaceutiques, pesticides, biocides, hormones, FUV et parabènes) du Bassin d'Arcachon et de compléter les campagnes antérieures. En résumé, on peut dire que :

#### **Pour les parabènes (5 molécules analysées)**

- *Ils sont détectés à hauteurs de plusieurs 100<sup>aines</sup> de ng/L en entrée de STEP.*
- *Ils sont très bien éliminés en STEP.*

#### **Pour les pharmaceutiques (52 molécules)**

- *On les retrouve en entrée et en sortie de STEP.*
- *Leur élimination varie en fonction des molécules.*
- *Les concentrations en pharmaceutiques sont globalement stables depuis 2008 à l'exception de quelques molécules.*

#### **Pour les hormones (5 molécules)**

- *En entrée de STEP, l'éthinylestradiol n'est jamais quantifié ; l'estrone est quantifiée à plusieurs centaines de ng/L, l'estriol jusqu'à 120 ng/L, les 17 alpha et beta estradiol à hauteur de quelques ng/L.*
- *L'élimination des hormones est presque totale dans les STEP.*

#### **Pour les FUV (6 molécules)**

- *Ils sont détectés jusqu'au µg/L en entrée de STEP.*
- *L'élimination de ces composés est incomplète et variable en fonction des molécules (l'oxybenzone est peu éliminée par exemple).*
- *Le profil dans les eaux usées est différent du profil des plages du Bassin avec moins d'octocrylène (utilisé majoritairement dans les crèmes solaires) et la présence d'oxybenzone (utilisé majoritairement dans les cosmétiques).*

#### **Pour les pesticides (78 molécules)**

- *Parmi les herbicides, l'AMPA et glyphosate sont largement majoritaires.*
- *Les niveaux en pesticides sont globalement plus élevés en entrée de la STEP de La Teste de Buch.*
- *L'élimination des diverses classes de pesticides est faible à nulle.*
- *Par rapport à 2008, on observe une augmentation des concentrations pour certains pesticides, en lien avec des changements d'usage, passant d'un usage agricole à un usage biocide dans les produits de construction.*
- *Le profil dans les eaux usées urbaines est différent de celui de l'intra-Bassin, notamment pour les herbicides, ce dernier étant marqué par les métabolites du métolachlore d'origine agricole.*

## 3. Analyse de l'empreinte métallique dans le réseau public d'assainissement

### 3.1. Introduction - analyses antérieures à REMPARG

#### **3.1.1. Caractérisation de l'empreinte**

En juin 2008, une analyse des éléments traces métalliques (ETM) a été réalisée sur 3 points de prélèvements (Cf. paragraphe 2.1.1.). On peut retenir de cette étude la présence de mercure dissous au niveau des rejets de SKCP (1µg/L), et une concentration élevée en plomb (14 µg/l) au niveau du Wharf (niveau qui n'a jamais été retrouvé dans les analyses ultérieures).

#### **3.1.2. Impact des rejets du Wharf**

Afin de définir l'impact des rejets du Wharf de la Salie sur les zones conchylicoles d'Arguin, des échantillonneurs passifs de type DGT (Diffusive Gradient in Thin films) ont été placés en 4 points (Cf. paragraphe 2.1.2).

Il est ressorti de ces travaux :

- la présence au pied du Wharf de cadmium et de plomb, ce dernier élément pouvant être considéré comme un traceur possible des rejets du Wharf ;
- des concentrations en éléments traces métalliques à Arguin de l'ordre de celles mesurées dans des eaux marines peu contaminées à des eaux marines peu contaminées ; suggérant que les rejets du Wharf n'avaient pas d'impact sur les niveaux métalliques à Arguin.

#### **3.1.3. Campagnes d'analyses de 2011**

En 2011, une caractérisation des ETM sur le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon a été réalisée sur 10 ETM. Cette caractérisation s'est déroulée sur les mois de juin et de juillet 2011, l'effort d'échantillonnage ayant porté sur 7 points et 31 mesures :

- le Lacanau,
- le canal de rejet des eaux traitées de SKCP,
- le mélange des eaux traitées des STEP de Biganos et de La Teste de Buch <sup>5</sup>,
- les eaux traitées au niveau du point de mélange des rejets urbains et industriels (poste de pompage de la Z.I.),
- les eaux traitées de la BA 120,
- les eaux traitées de la STEP de Cazaux,
- le rejet final au Wharf.

D'une manière générale, les concentrations dissoutes mesurées dans les eaux traitées étaient dans la moyenne des concentrations relevées programmes AMPERES (Choubert et al. 2011) et ARMISTIQ.

Parmi les éléments notables on peut retenir que :

- les rejets de l'industrie papetière SKCP apparaissaient être un contributeur important pour l'aluminium ;
- le rejet de la BA 120 présentait des teneurs élevées en fer ;
- le mercure n'était plus détecté dans aucun rejet (LQ de 0.5 µg/L).

### 3.2. Objectif des analyses dans REMPARG

L'objectif était de valoriser et compléter ces travaux par des analyses sur une plus large gamme d'ETM en prenant en compte les entrées des 3 STEP du Bassin. Quatre campagnes de prélèvements ont donc été conduites en 2015.

<sup>5</sup> Le point de mélange entre les effluents de La Teste et de Biganos n'existant pas physiquement, des prélèvements ont été réalisés en sortie des 2 STEP et le mélange (50/50) réalisé en laboratoire.

De plus, les résultats acquis en 2015 ainsi que des évolutions sur les traitements de l’industrie papetière SKCP (par ailleurs membre du réseau **REMPAR**) ont poussé le SIBA à réaliser des analyses complémentaires en 2017 et 2018<sup>6</sup>. C’est l’ensemble des résultats qui est présenté ici.

### **3.3. Plan d’échantillonnage**

Le plan d’échantillonnage inclue les points suivants (Cf. annexe C pour le synoptique) :

- le canal de rejet des eaux traitées de l’industrie papetière SKCP ;
- la STEP de Biganos (entrée et sortie) ;
- la STEP de La Teste de Buch (entrée et sortie) ;
- le rejet traité de la base aérienne (BA 120) ;
- la STEP de Cazaux (entrée et sortie) ;
- l’effluent final au Wharf ;
- le Lacanau, rivière servant de prise d’eau principale à SKCP.

### **3.4. Matériel et méthodes**

#### **3.4.1. Type de prélèvements**

En entrée et sortie des 3 STEP, du canal de rejet de SKCP et de l’effluent de la BA120, des préleveurs fixes dédiés ont été utilisés et des prélèvements moyennés 24h et asservis au volume écoulé réalisés. Pour l’effluent final au Wharf, des prélèvements ponctuels ont été réalisés en 2015 puis moyennés 24h en 2017 et 2018. Les dates des campagnes sont les suivantes : 30 juin 2015 ; 21 juillet 2015 ; 4 août 2015 ; 2 décembre 2015 ; 10 octobre 2017, 14 novembre 2017, 26 juin 2018 et 11 juillet 2018.

#### **3.4.2. Procédure de décontamination des flacons et consommables pour l’analyse des éléments traces**

La procédure de décontamination du flaconnage (mise en place par UT2A) repose sur les étapes suivantes :

- rinçage préliminaire du flacon avec de l’eau ultra-pure (18,2 MΩ.cm) ;
- premier bain de décontamination à l’acide nitrique 10% durant une heure aux ultra-sons ;
- deuxième bain de décontamination à l’acide nitrique 10% durant une heure aux ultra-sons ;
- dernier bain de décontamination à l’eau ultra-pure ;
- séchage du matériel sous hotte à flux laminaire à température ambiante.

Le matériel est ensuite conditionné, en salle blanche de classe ISO7, dans des sacs en polyéthylène individuels et stockés en armoire fermée dédiée aux analyses de traces.

#### **3.4.3. Prélèvements et logistique de transport**

Le SIBA et le personnel d’Eloa a réalisé l’ensemble des opérations de prélèvement à l’aide de flacons en polyéthylène, selon les recommandations du laboratoire UT2A. Ces dernières consistent à prélever directement dans le flacon dédié et à le rincer au minimum 3 fois avec l’échantillon par agitation avant de réaliser l’échantillonnage définitif. Les échantillons sont placés dans des glacières réfrigérées et envoyées le jour même à UT2A pour une réception le lendemain.

#### **3.4.4. Traitement des échantillons**

Tous les échantillons sont filtrés sur une membrane PVDF (fluorure de polyvinylidène) de 0,45 µm à l’aide d’une unité de filtration en polypropylène connectée à une pompe à vide. Le filtre vierge et décontaminé (selon la procédure interne d’UT2A) est préalablement pesé à la précision de 0,1 mg.

---

<sup>6</sup> Ces campagnes additionnelles ont été financées dans le cadre du Pôle de recherche Eloa, pôle de recherche et de développement paritaire créé entre le SIBA le délégataire du service d’assainissement collectif des eaux usées. Les objectifs de ce pôle de recherche sont l’acquisition de connaissances et l’amélioration de son expertise en matière d’assainissement, l’amélioration des procédés et/ou l’amélioration du système d’assainissement en lui-même. Eloa est par ailleurs partenaire de REMPAP.

Le filtrat ou phase dissoute est récolté dans des flacons en polypropylène de 50 mL décontaminés, acidifiés à 1% avec de l’acide nitrique 70% de très haute pureté analytique (JT Baker – Ultrex). Durant la session de filtration, trois essais à blanc sont réalisés afin de contrôler le niveau de contamination des manipulations.

Le filtre est ensuite rincé avec de l’eau ultra-pure (Résistivité 18,2 M $\Omega$ .cm) afin d’éliminer les sels résiduels, séché à température ambiante sous une hotte à flux laminaire, pesé précisément à 0,1 mg près et stocké dans des boîtes de pétri décontaminées.

Pour l’analyse de la phase particulaire, les filtres sont minéralisés en milieu acide nitrique et acide fluorhydrique dans des réacteurs en téflon, sous champ micro-ondes en système fermé (appareil CEM MARS). Pour chaque cycle de minéralisation, deux blancs de minéralisations sont réalisés dans les mêmes conditions.

### **3.4.5. Analyse des éléments traces – méthodologie**

#### 3.4.5.1. Eléments analysés et limites de quantification

L’analyse d’un large panel d’éléments a été souhaitée. Le Tableau 15 suivant liste les éléments suivis avec les limites de quantification associées.

**Tableau 15.** Eléments traces métalliques suivis dans REMPLAR et limites de quantification associées.

Eléments	Ag	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	V	Zn
Phase dissoute ( $\mu\text{g/l}$ )	0.01	2	0.01	0.01	0.01	0.5	0.1	1	0,2	0.1	0.01	0.5	0.02	0.05	0.5	0.01	0.5
Phase particulaire (mg/kg)	2	100	1	1	1	5	5	100	2	2	1	5	1	2	20	20	25

#### 3.4.5.2. Méthodologie

Les échantillons de phases dissoutes et de filtres minéralisés sont analysés par deux techniques analytiques complémentaires :

La première est la technique ICP-AES (spectrométrie d’émission atomique à plasma induit) pour le dosage des éléments à des teneurs comprises dans la gamme de 20  $\mu\text{g/L}$  à 10 mg/L. Les analyses sont réalisées selon les recommandations de la norme NF EN ISO 11855 sur un appareil Spectro Arcos.

La seconde est la technique ICP-MS (spectrométrie de masse à plasma induit) pour les échantillons dont les teneurs élémentaires sont inférieures au seuil de 20  $\mu\text{g/L}$ . Cette technique plus sensible présente des seuils de quantification de l’ordre de 0,01 à 1  $\mu\text{g/L}$  en fonction des éléments et de la nature des échantillons. Les analyses par ICP-MS des échantillons de phase dissoute et de phase particulaire minéralisée sont réalisées selon les recommandations de la norme ISO 17294-2 sur un appareil Thermo X 2 pour la phase dissoute et un appareil AGILENT Technologies AT 7500 CCT pour la phase particulaire.

### **3.4.6. Synthèse**

**Tableau 16.** Synthèse du protocole utilisé pour le prélèvement, le transport et l’analyse des ETM.

Prélèvement	Flaconnage	Transport	Filtration	Minéralisation des filtres	Analyse
Echantillon moyenné 24 h* (asservissement au volume écoulé)	Polyéthylène décontaminé à l’acide nitrique	Glacières réfrigérées, temps inférieur à 24h	Membrane PVDF 0.45 $\mu\text{m}$	Digestion à l’acide nitrique et fluorhydrique sous micro-ondes (CEM-MARS)	ICP-AES ou ICP-MS

\* : pour les prélèvements au Wharf en 2011 et 2015 : prélèvements ponctuels.

## **3.5. Résultats**

*Remarque préliminaire : pour un élément donné et pour un même site, lorsque sur l’ensemble des prélèvements, au moins une concentration mesurable a été obtenue, les valeurs <LQ ont été fixées à LQ/2.*

### 3.5.1. Concentrations métalliques dans les eaux usées brutes - amont du réseau

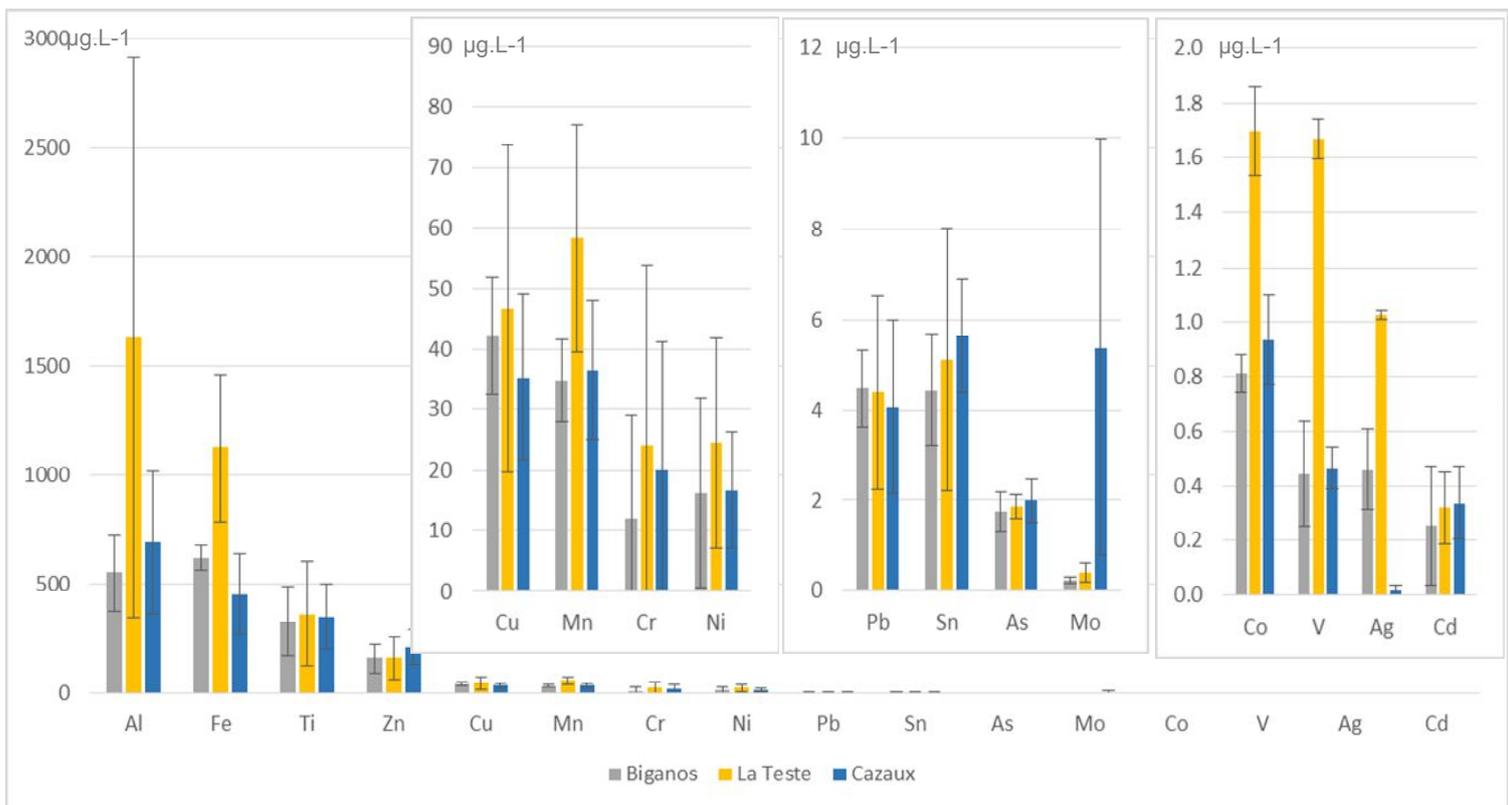
#### 3.5.1.1. Comparaison des résultats entre les stations d’épuration du Bassin – campagnes de 2015

Les résultats de la Figure 25 montrent des concentrations **globalement plus élevées en entrée de la STEP de La Teste**. Pour Al, ceci peut être lié à la présence, en amont de la STEP de La Teste, de l’usine de potabilisation de Cabaret-les-Pins ; en effet cette usine utilise un coagulant à base d’Al et rejette ses boues de lavage des filtres dans le réseau public d’assainissement.

Pour Fe, Mn et Co, cette différence ne s’explique pas à l’heure actuelle.

Pour V et Ag, on ne peut pas conclure car les valeurs mesurées restent très proches des LQ (< 5LQ) et l’incertitude analytique est donc plus importante.

Par ailleurs, on observe des écart-types plus important sur les concentrations en entrée de La Teste ; ceci est lié à une plus grande variabilité de la teneur en MES au moment des prélèvements, avec notamment une valeur de MES 4 fois inférieure aux 3 autres (campagne du 30 juin 2015) ; cette variabilité est potentiellement liée à un volume de filtration relativement faible (moins de 500 mL) pour chaque échantillon.

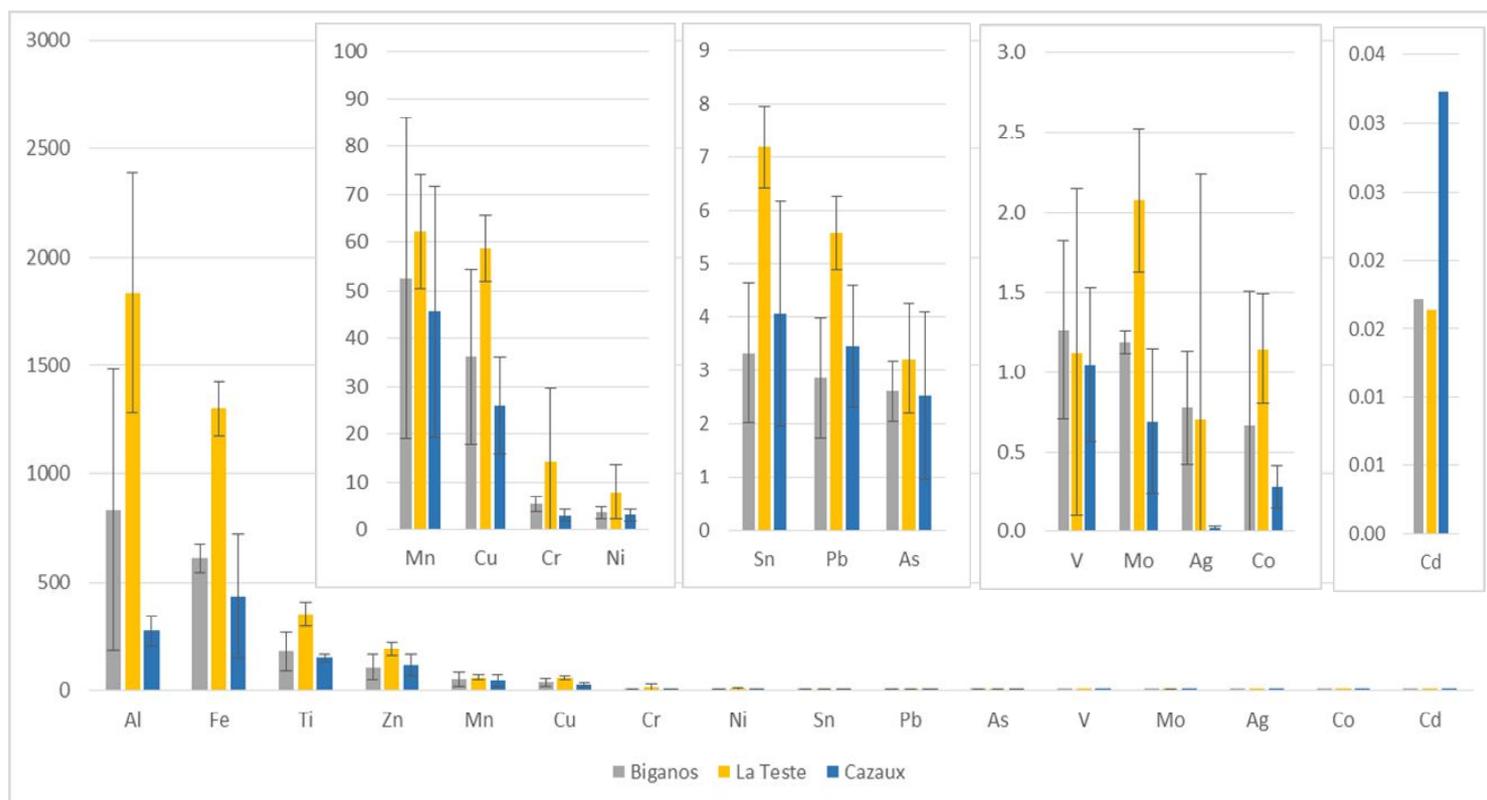


**Figure 25.** Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux usées brutes en entrée des stations d’épuration pour l’année 2015 (nombre de prélèvements : 4) ; concentrations exprimées en  $\mu\text{g.L}^{-1}$ .

Les concentrations totales ont été recalculées sur la base des concentrations dissoutes et particulaires selon la formule  $C_{part}(\mu\text{g/L}) = C_{part}(\text{mg/kg}) / 1000 * \text{ConcMES}(\text{mg/L})$ .

### 3.5.1.2. Comparaison des résultats entre les stations d’épuration du Bassin – campagnes de 2017-2018

Globalement, en 2017 et 2018, on retrouve le même profil qu’en 2015 avec peu d’évolution (Figure 26). La STEP de La Teste présente toujours un profil différent avec des teneurs plus élevées en Al et Fe mais également en Sn et Pb. Les teneurs métalliques sont stables entre 2015 et 2018 avec toutefois une augmentation de Sn et Pb à La Teste ainsi qu’une diminution du Cd en entrée sur les 3 STEP.



**Figure 26.** Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux usées brutes en entrée des stations d’épuration pour les années 2017-2018 (nombre de prélèvements : 3) ; concentrations exprimées en  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Les concentrations totales ont été recalculées sur la base des concentrations dissoutes et particulaires selon la formule  $C_{part}(\mu\text{g}/\text{L}) = C_{part}(\text{mg}/\text{kg})/1000 * \text{ConcMES}(\text{mg}/\text{L})$ .

### 3.5.1.3. Comparaison aux valeurs rapportées dans le projet AMPERES

La comparaison des valeurs mesurées en entrée des STEP du Bassin à celles du projet AMPERES a été établie à partir des moyennes de l’ensemble des campagnes réalisées (2015, 2017 et 2018). En termes de proportion relative, les eaux brutes du Bassin sont largement dominées par Al, Fe, Ti et Zn. Pour Al, Fe et Zn, profil que l’on retrouve également dans les résultats du projet AMPERES (Choubert et al., 2011). Pour Ti au contraire, les concentrations totales moyennes mesurées dans les eaux brutes du Bassin sont environ 4 à 5 fois plus élevées.

**Pour les STEP de Biganos et de Cazaux, les teneurs mesurées en ETM (hors Ti) dans les eaux brutes sont globalement du même ordre de grandeur que celles rapportées dans le projet AMPERES** (Tableau 16) et sont généralement en dessous des moyennes rapportées pour Biganos et Cazaux. Outre Ti, les eaux brutes en entrée de la STEP de La Teste de Buch présentent plusieurs valeurs supérieures à celles observées dans AMPERES, dont Al, Co, Cr, Fe, Ni et Zn ; avec toutefois une variabilité très importante

**Tableau 17.** Comparaison des concentrations métalliques totales (moyennes et écart-types) des 3 stations d’épuration du Bassin avec les valeurs rapportées dans le projet AMPERES.

Métaux	Concentrations métalliques totales (µg/L)							
	Biganos		La Teste de Buch		Cazaux		AMPERES	
	M	S	M	S	M	S	M	S
Ag	0.60	0.54	0.9	0.6	0.02	0.01	3	2.6
Al	673.5	422.9	<b>1718.1</b>	964.1	514.1	324.0	1310	1231
As	2.1	0.6	2.3	0.8	2.2	1.0	2.6	3.1
Cd	0.15	0.15	0.19	0.20	0.21	0.19	0.2	0.09
Co	<b>0.75</b>	0.16	<b>1.40</b>	0.68	0.65	0.38	0.66	0.42
Cr	9.2	12.5	<b>19.0</b>	21.8	<b>12.7</b>	17.6	10.9	18.8
Cu	39.6	12.9	52.1	20.5	31.3	12.4	54	28.5
Fe	615.8	56.8	<b>1201.6</b>	232.4	446.3	211.4	816	955
Hg	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0.4	0.41
Mn	42.4	22.0	58.7	14.2	40.4	17.9	NR	NR
Mo	0.6	0.6	1.21	1.22	3.4	4.1	4.9	5
Ni	10.8	13.1	<b>16.1</b>	14.9	10.8	10.0	10.3	9.8
Pb	3.8	1.2	4.9	1.7	3.8	1.5	6.5	4.5
Sn	4.0	1.3	<b>6.0</b>	2.4	<b>5.0</b>	1.7	4.1	1.9
Ti	<b>255.1</b>	140.6	<b>357.7</b>	154.0	<b>250.1</b>	145.5	67.3	38.8
V	0.9	0.5	1.0	0.5	0.75	0.44	1.8	0.65
Zn	137.0	65.0	<b>173.1</b>	72.9	<b>171.1</b>	82.0	137	89.7

Les valeurs moyennes indiquées en gras sont les valeurs supérieures à celles rapportées par le projet AMPERES. <LQ : valeur inférieure à la limite de quantification ; NR : non recherché ; M : moyenne ; S : écart-type.

### 3.5.2. Rendements d’élimination métallique

Les calculs de rendement d’élimination métallique pour la filière eau (réduction de la concentration en ETM entre l’entrée et la sortie de la station) ont été effectués pour les 3 STEP du Bassin, sur la base de l’ensemble des campagnes réalisées entre 2015 et 2018, selon la formule suivante (Equation 1).

$$R = \frac{C_{\text{Eau tot,in}}^{\text{Eau}} - C_{\text{Eau tot,out}}^{\text{Eau}}}{C_{\text{Eau tot,in}}^{\text{Eau}}} [\%]$$

**Equation 1.** Calcul des rendements d’élimination.

Avec  $C_{\text{Eau tot,in}}^{\text{Eau}}$ , concentration totale en entrée de station et  $C_{\text{Eau tot,out}}^{\text{Eau}}$ , concentration totale en sortie de station.

#### Remarques

1. Ce rendement pour la filière eau prend en compte le piégeage des métaux sur les MES de l’eau brute, et les processus d’adsorption/transfert vers les boues (Choubert et al., 2011).
2. Les valeurs ont été déterminées sur la base des concentrations car les volumes d’eau en entrée sont quasiment identiques aux volumes en sortie pour chacune des 3 STEP.

Les rendements ont pu être calculés pour l’ensemble des ETM sauf pour Hg (concentrations en entrée inférieures aux LQ), pour Ag, Cd et V (concentrations mesurées trop proches des LQ). Les résultats sont présentés dans le Tableau 18 pour la station de Biganos. Les rendements des autres stations, qui ne présentent pas de différence notable avec celle-ci, sont présentés en Annexe E.

**Tableau 18.** Rendements d’élimination pour la filière eau (moyenne et étendue des valeurs rencontrées) pour la station d’épuration de Biganos et comparaison avec les rendements rapportés dans AMPERES pour des procédés équivalents (décantation physico-chimique et biofiltre carbone).

Métaux	Rendement (%)										
	M	AMPERES	< 0	1			30			70	90
Ag	NC	90%									
Al	77%	92%							< M >		
As	2%	28%	< M >								
Cd	NC	65%									
Co	57%	16%						< M >			
Cr	88%	85%							< M >		
Cu	93%	83%								< M	
Fe	80%	82%							< M >		
Hg	NC	91%									
Mn	38%	NR				< M >					
Mo	12%	37%	< M >	>	>	>	>	>			
Ni	41%	57%	< < < <	< M >	>	>	>				
Pb	92%	73%								< M	
Sn	91%	86%								< M	
Ti	99%	74%									M
V	NC	<0									
Zn	86%	57%							< < M >		

<b>M</b>	Moyenne	<b>NC</b>	Valeur non calculée		Rendement inférieur à 30%
<b>&lt; &gt;</b>	Etendue des valeurs rencontrées	<b>NR</b>	Métal non recherché		Rendement compris entre 30 et 70%
<b>AMPERES</b>	Rendements rapportés dans AMPERES		Rendement négatif		Rendement supérieur à 70%

Globalement on observe de bons rendements d’élimination avec beaucoup de valeurs supérieures à 70% voire 90%. Cette bonne élimination indique toutefois que les métaux sont simplement transférés dans les boues avec les MES, lors de la phase de traitement primaire par décantation physico-chimique.

**Les rendements déterminés ici sont en cohérence avec ceux indiqués dans AMPERES** pour des filières similaires (décantation physicochimique puis biofiltre pour le traitement du carbone).

Le rendement pour Mo est moins bon pour les STEP de La Teste et de Biganos que ceux observés dans AMPERES ; pour ce métal toutefois on note cependant une dispersion importante de valeurs.

Les rendements pour As sont inférieurs à ceux observés dans AMPERES voire négatifs pour la STEP de Cazaux. Ceci pourrait être lié au fait que As n’est retrouvé dans les eaux brutes que sous forme dissoute ou alors que la LQ pour l’As particulaire était trop élevée (résultats des analyses systématiquement inférieurs aux LQ, LQ variant de 5 à 20 mg/kg en fonction des analyses).

### 3.5.3. Concentrations métalliques dans les eaux traitées – aval du réseau

#### 3.5.3.1. Comparaison entre les différents rejets

Les résultats pour les eaux traitées sont présentés dans la Figure 27 pour les 3 stations d’épuration publiques du Bassin, les rejets de l’usine papetière SKCP, de la BA120 ainsi que le Wharf. Les résultats présentés dans cette figure reprennent l’ensemble des campagnes réalisées entre 2015 et 2018.

- **Pour les stations d’épuration**

**Les effluents des 2 principales STEP (Biganos et La Teste) ne montrent pas de différences notables.** Les différences observées pour certains ETM comme Al proviennent d’une plus grande variabilité dans les valeurs de MES relevées.

Les effluents de la STEP de Cazaux affichent des teneurs moins importantes en Al mais plus élevées en Zn (facteur 3) et en Pb. On retrouve également du Cd en sortie de Cazaux alors qu’il n’est jamais détecté en sortie de La Teste et de Biganos. Toutefois, cette présence reste intermittente (détecté dans 50% des prélèvements) et à des teneurs moyennes très faibles de l’ordre de 0.02 µg.L<sup>-1</sup> et proches des LQ.

Hg n’est jamais détecté en sortie des STEP (LQ variant de 0.1 à 0.2 µg/L) ; les valeurs rapportées par AMPERES en sortie de STEP étant de l’ordre de 0.02 µg/L (LQ de 0.5 ng/L).

- **Pour l’industrie papetière SKCP**

Les résultats montrent un **profil différent des rejets de l’industrie papetière SKCP par rapport aux rejets des 3 STEP avec un profil marqué en plusieurs ETM : Al, Mn, Ti, V, Cr, Mo, Pb et Cd. Egalement, les rejets de SKCP influencent fortement le rejet final au Wharf** pour ces mêmes ETM ; en effet, ces rejets représentent la moitié des volumes d’eau traités rejetés quotidiennement à l’océan, et plus de 80% des MES (Cf. paragraphe 3. 5. 5.).

- **Pour la BA 120**

Enfin **les rejets de la base aérienne 120 (BA 120) montrent un profil marqué en Fe, Mn, Zn et en Pb.** On note que n’a été détecté que dans un seul échantillon sur 6, dans la phase particulière à une valeur de 9 mg/kg, lors de la première campagne en 2015.

### 3.5.3.2. Comparaison aux valeurs rapportées dans le projet AMPERES

**Remarque préliminaire :** La comparaison des concentrations est donnée ici pour la phase dissoute : dans le projet AMPERES, seules les concentrations dissoutes ont été déterminées pour les effluents de STEP, considérant que la concentration particulaire était négligeable vu la très faible quantité de MES en sortie eau.

En termes de proportion, les eaux traitées sont largement dominées par Al, et Fe. D’une manière générale, pour les effluents domestiques les concentrations moyennes dissoutes dans les eaux traitées sont du même ordre de grandeur que celles rapportées dans le projet AMPERES (Tableau 19) et généralement inférieures, y compris pour Ti ; les teneurs en Zn étant inférieures d’un facteur 10.

Seules les concentrations dissoutes en Al et V au niveau du Wharf sont supérieures à celles rapportées dans AMPERES ; ceci étant lié à l’influence des rejets de SKCP.

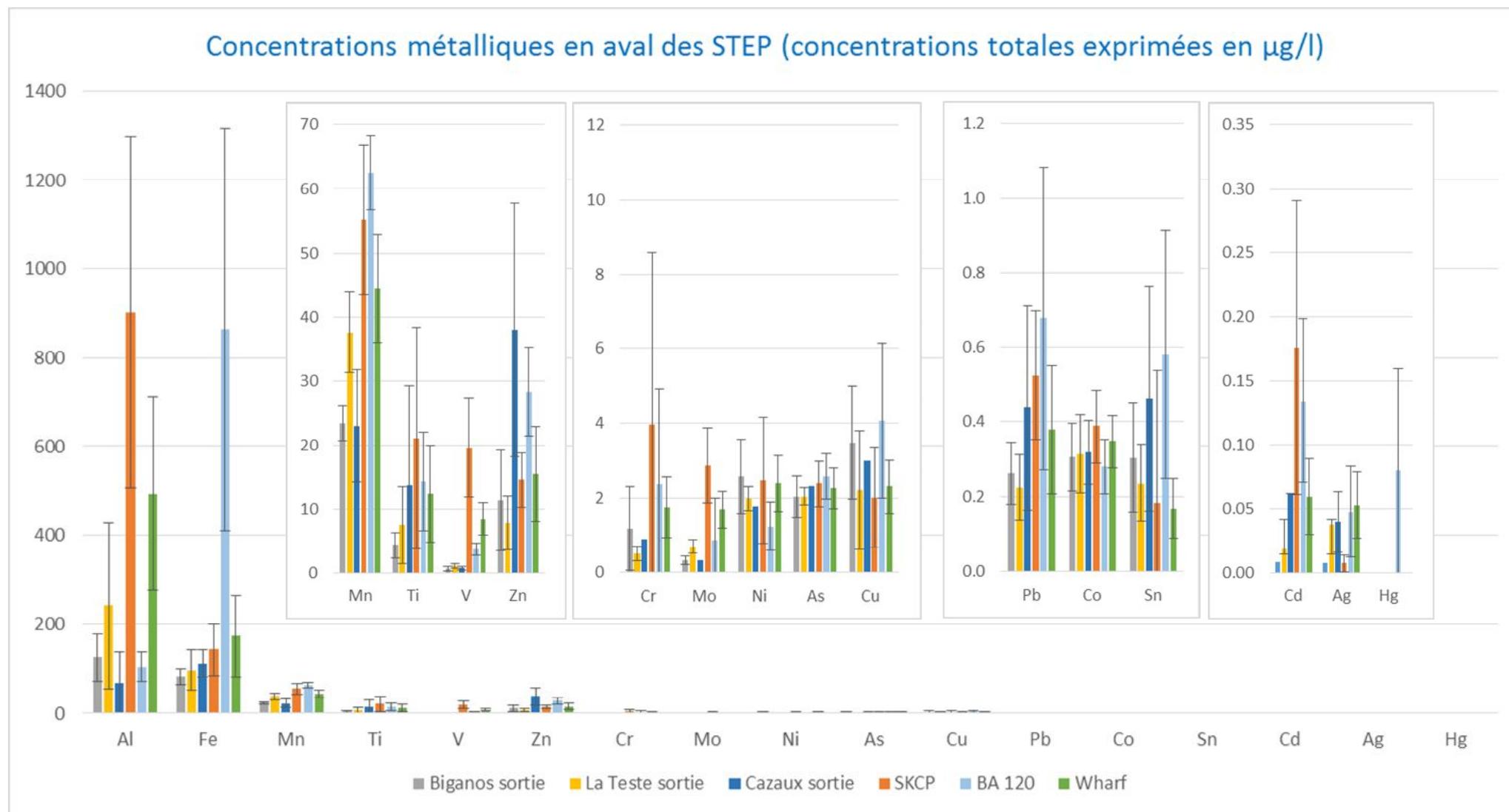
### **3.5.4. Concentrations métalliques dans le rejet final au Wharf**

**Remarque préliminaire :** les teneurs métalliques dans les eaux traitées sont ici comparées à des valeurs réglementaires telles que les normes de qualité environnementale (NQE) et les concentrations prédites sans effet (PNEC). Ces valeurs de référence ne sont pas définies pour qualifier des eaux usées traitées mais des masses d’eau continentales ou marines ; toutefois, cette comparaison donne une première indication sur l’impact potentiel de ces rejets.

Pour les 3 métaux (Cd, Ni, Pb) pris en compte dans l’état chimique de la Directive cadre sur l’Eau (DCE), les concentrations dissoutes mesurées en sorties des rejets, qu’ils soient urbains, ou industriel sont déjà inférieures aux NQE pour les eaux marines.

Pour les métaux inclus dans l’état écologique de la DCE (As, Cr, Cu et Zn), les NQE n’existent que pour les eaux continentales. Il existe cependant des PNEC proposées par l’Ineris (<http://www.ineris.fr/substances/fr/>) pour les eaux marines pour Cu et As. Pour ces 2 éléments, les concentrations relevées dans les eaux traitées avant rejet sont déjà du niveau des PNEC.

Pour Co, les concentrations sont du niveau de la PNEC ; Pour Mn, elles sont supérieures (Tableau 19).



**Figure 27.** Concentrations métalliques totales mesurées dans les eaux traitées en sortie des 3 stations d'épuration publiques du Bassin, en sortie de l'usine papetière SKCP, en sortie de la base aérienne 120 (BA120) et au niveau du Wharf (exutoire final).

Nombre de prélèvements : 4 sauf pour BA 120 : 3 ; concentrations exprimées en µg/L. Les concentrations totales ont été recalculées sur la base des concentrations dissoutes et particulières selon la formule  $C_{part}(\mu\text{g/L}) = C_{part}(\text{mg/kg})/1000 * Conc_{MES}(\text{mg/L})$ .

**Tableau 19.** Concentrations métalliques dissoutes en µg/L (moyennes et écart-types) en sortie des 3 stations d'épuration du Bassin, en sortie de l'usine papetière SKCP, en sortie de la base aérienne 120 (BA120) et au niveau du Wharf (exutoire final). Comparaison avec les valeurs rapportées dans le projet AMPERES et avec les valeurs de référence.

Métaux	Concentrations moyennes (phase dissoute en µg/L) et écart-types														Valeurs de référence			
	Biganos		La Teste de Buch		Cazaux		SKCP		BA 120		Wharf		AMPERES		Valeur (µg/L)		Type	Référence
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	eaux douces	eaux marines		
Ag	0.006	0.002	0.023	0.020	0.016	0.022	< LQ	-	< LQ	-	0.013	0.023	0.24	0.27				
Al	62.9	17.1	68.9	19.8	33.3	15.0	616.3	309.2	42.1	13.3	345.4	179.2	104	170				
As	2.11	0.6	1.99	0.2	2.3	0.3	2.6	0.8	2.60	0.8	2.16	0.7	2.3	3	0.83		NQE	
Cd	0.008	0.005	< LQ	< LQ	0.017	0.014	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.05	-	0.08	0.2	NQE	DCE
Co	0.29	0.08	0.29	0.09	0.30	0.07	0.21	0.07	0.24	0.05	0.2	0.1	0.49	0.25	0.5	0.1	PNEC / PNEC	Ineris
Cr	0.43	0.24	0.39	0.14	0.69	0.18	1.7	0.4	0.7	0.2	1.3	0.5	1.8	3.4	3.4		NQE	DCE
Cu	2.33	1.07	1.26	0.56	2.0	1.1	0.7	0.7	1.8	0.5	0.8	0.5	8	9.4	1	0.8	NQE / PNEC	DCE / Ineris
Fe	64.1	17.0	60.9	15.8	92.3	29.2	60.8	22.8	501.7	383.4	87.0	53.9	107	102				
Hg	< LQ	-	< LQ	-	< LQ	-	< LQ	-	< LQ	-	< LQ	-	0.02	0.04				
Mn	22.0	2.6	35.9	7.4	20.2	8.0	42.6	14.2	61.2	14.9	37.0	9.5	NR	NR	15	1.5	PNEC / PNEC	Ineris
Mo	0.28	0.10	0.71	0.26	0.26	0.17	2.5	1.1	0.3	0.1	1.3	0.8	3	3				
Ni	2.4	0.96	1.8	0.30	1.6	0.3	1.4	0.6	0.9	0.3	2.3	1.6	5	5	4	8.6	NQE	DCE
Pb	0.18	0.05	0.14	0.02	0.25	0.06	0.17	0.10	0.15	0.04	0.12	0.05	1.5	1.2	1.2	1.3	NQE	DCE
Sn	0.24	0.10	0.14	0.08	0.32	0.08	0.2	0.3	0.17	0.13	0.06	0.04	0.57	0.73				
Ti	1.0	1.1	1.0	0.9	2.4	3.6	9.5	12.3	4.7	7.5	4.4	4.7	13.3	12.5	2		PNEC	Ineris
V	0.62	0.30	1.0	0.37	0.70	0.32	16.5	7.4	3.3	0.8	7.1	2.3	4.4	6.3	2.5		PNEC	Ineris
Zn	9.3	6.00	6.4	3.8	30.5	14.6	6.3	3.2	13.3	7.7	16.8	23.1	53	20	7.8		NQE	

Les valeurs indiquées en rouge excèdent les valeurs de référence environnementales (NQE ou PNEC) pour les eaux marines.  
Les valeurs sur fond plus foncé excèdent les concentrations moyennes relevées dans le projet AMPERES.

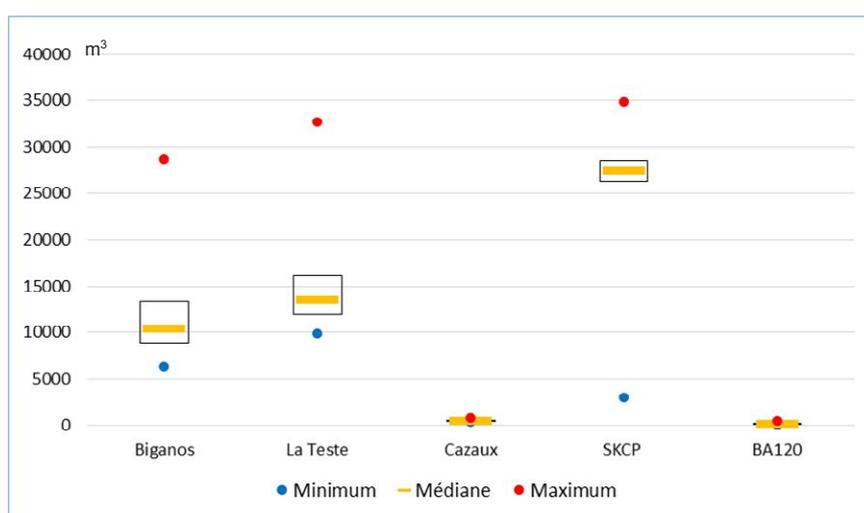
### 3.5.5. Flux métalliques

#### 3.5.5.1. Volumes d’eau urbains et industriels

La Figure 28 présente les volumes d’eaux journaliers rejetés par les 3 STEP, l’usine papetière SKCP et la BA 120 (pour les années 2015 et 2016). Le Tableau 19 reprend les moyennes et les médianes présentées dans la Figure 28. Ces données montrent l’importance des rejets de SKCP qui représentent la moitié de l’ensemble des rejets d’eaux traitées générées dans le Bassin. Les STEP de Biganos et de La Teste représentent chacune d’elle environ le quart de ces rejets. Les rejets de la STEP de Cazaux et de la BA 120 ne représentent qu’une partie négligeable des volumes totaux

**Tableau 20.** Contribution des rejets des 3 stations d’épuration publiques du Bassin, de l’industriel SKCP et de la BA 120 aux volumes d’eau rejetés.

	Volume total (m <sup>3</sup> /j)	Contribution de chaque rejet				
		Biganos	La Teste	Cazaux	SKCP	BA120
<b>Médiane</b>	52235	20%	26%	0.98%	53%	0.42%
<b>Moyenne</b>	54238	22%	27%	1.02%	50%	0.41%



**Figure 28.** Volumes d’eau journaliers (m<sup>3</sup>) rejetés par les 3 stations d’épuration publiques du Bassin, par l’industriel SKCP et par la BA 120.

Les valeurs maximales observées sur les STEP de Biganos et de La Teste ne correspondent pas au fonctionnement normal des stations mais à l’entrée d’eau parasite lors des événements pluvieux. Les valeurs minimales pour SKCP correspondent à des travaux sur le site et à des arrêts d’exploitation.

#### 3.5.5.2. Flux émis par les STEP urbaines

Les flux métalliques dissous émis par les 3 STEP urbaines du Bassin sont présentés dans le Tableau 21. ***Si l’on compare les flux moyens émis par habitant pour les 3 STEP du Bassin à ceux rapportés dans le projet AMPERES, on observe des valeurs globalement inférieures pour Bassin.***

#### 3.5.5.3. Flux dissous émis au Wharf

Les flux métalliques dissous au Wharf sont donnés dans le Tableau 22. Deux modes de calcul ont été utilisés : somme des flux de chaque rejet (urbains et industriels) ou flux calculés à partir des concentrations réellement mesurées au Wharf. On notera qu’à l’exception de Ni et Zn (pour lequel l’écart type relatif est très important), les 2 modes de calcul se recoupent de manière satisfaisante.

**Tableau 21.** Flux métalliques moyens journaliers par habitant (basés sur les concentrations dissoutes) émis par les 3 stations d’épuration publiques du Bassin d’Arcachon (Biganos, La Teste de Buch, Cazaux).

	Flux en µg/J/habitant (sur la base des concentrations dissoutes)									
	Biganos		La Teste de Buch		Cazaux		Amperes rural *		Amperes urbain **	
	Moyenne	RSD (%)	Moyenne	RSD (%)	Moyenne	RSD (%)	Moyenne	RSD (%)	Moyenne	RSD (%)
<b>Fe</b>	10831	59	12899	41	10215	125	24269	102	44707	87
<b>Al</b>	13127	41	14115	31	4005	110	16511	74	4152	46
<b>Mn</b>	4707	45	7598	35	2243	84	NR	NR	NR	NR
<b>Zn</b>	2225	101	1257	55	2920	52	5404	97	7079	50
<b>Ti</b>	122	162	216	103	120	117	4548	66	1264	141
<b>Cu</b>	518	72	256	49	227	93	1531	46	1057	53
<b>As</b>	453	54	416	27	257	83	805	129	107	78
<b>Ni</b>	529	77	389	33	153	83	459	57	1649	80
<b>V</b>	143	80	210	44	71	61	381	47	363	38
<b>Mo</b>	61	61	152	48	25	88	238	94	604	87
<b>Pb</b>	39	50	30	29	25	52	160	100	135	114
<b>Co</b>	62	49	61	44	31	101	146	66	299	201
<b>Cr</b>	71	82	82	49	72	109	84.8	52	401	169
<b>Sn</b>	52	69	29	69	35	80	48.9	64	70.7	89
<b>Cd</b>	0	-	0	-	1	68	11.5	59	13.1	67

RSD : écart type relatif en %.

Le nombre d’habitants est estimé à partir des bilans STEP, selon la ‘approche indiquée dans Coquery et al., 2011. Sur la base des valeurs mesurées de demande biologique en oxygène mesurée à 5 jours (DBO5), avec pour les grosses collectivités (> 5 000 habitants), un flux de 50 g/j de DBO5 rejetée par habitant ; et pour les petites collectivités, un flux de 35 g/j de DBO5 rejetée par habitant.

\* rural : STEP d’une capacité < 20 000 équivalents habitants

\*\* urbain : STEP d’une capacité > 20 000 équivalents habitants

**NB** : les calculs de flux réalisés sur la base des chiffres de population (données INSEE) donnent des résultats superposables.

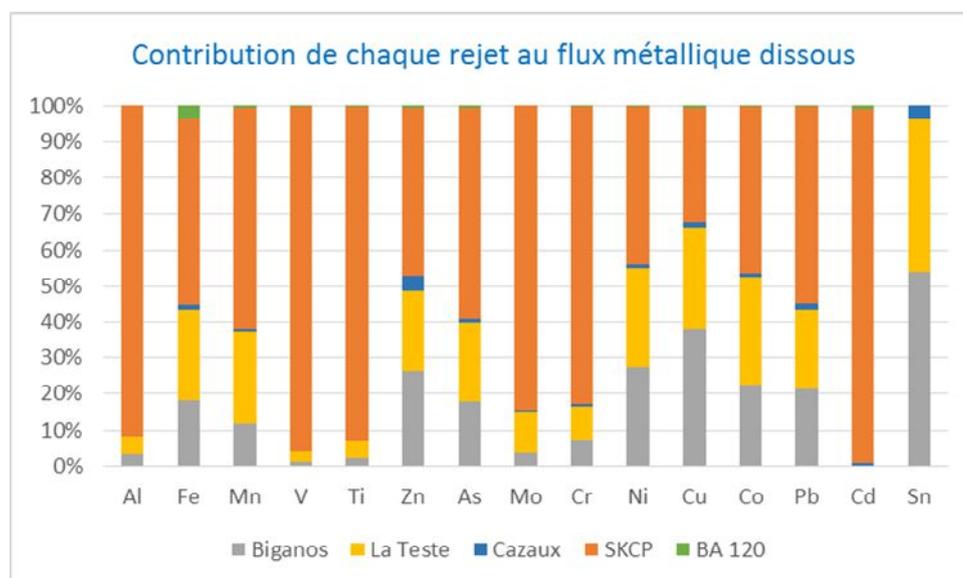
**Tableau 22.** Flux métalliques moyens journaliers (basés sur les concentrations dissoutes) émis au Wharf de la Salie.

	Flux en g/J (sur la base des concentrations dissoutes)							
	Biganos	La Teste	Cazaux	SKCP	BA 120	Wharf *		Wharf **
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	RSD (%)	
Al	617	920	20	17169	10	19471	61	18736
Fe	606	831	46	1696	130	4870	75	3310
Mn	225	487	12	1169	14	1979	23	1906
V	6.3	13	0.4	462	0.8	385	38	483
Ti	5.9	13	0.7	253	1.0	225	104	273
Zn	99	83	17	173	3	969	140	373
As	22	27	1.3	71	0.6	121	42	122
Mo	2.9	10	0.2	70	0.1	71	67	83
Cr	4.2	5	0.4	48	0.2	71	38	59
Ni	25	25	0.9	39	0.2	125	78	90
Cu	23	17	1.1	19	0.5	47	64	62
Co	2.9	3.8	0.2	5.8	0.1	12	35	13
Pb	1.9	2	0.1	4.9	0.04	7	49	9
Cd	0	0	0.01	0.98	0.01	1	86	1
Sn	2.6	2	0.2	0	0	3	77	5

Wharf \* : flux basé sur les concentrations mesurées au Wharf.

Wharf \*\* : somme des flux des différents rejets (3 STEP publiques + SKCP + BA120).

RSD : écart type relatif en %.



**Figure 29.** Contribution relative de chaque rejet en termes de flux métalliques (sur la base des concentrations dissoutes).

Les rejets de SKCP représentent un contributeur important des rejets finaux au Wharf, et ce pour la grande majorité des métaux en phases dissoute et en particulier pour Al (Figure 29).

3.5.5.4. Flux totaux émis au Wharf

Les rejets de SKCP représentent également un contributeur important en termes de flux de MES au niveau des rejets finaux (Figure 30).

Les flux métalliques totaux et la proportion de la phase particulaire donnés dans le Tableau 23 confirment **bien la contribution importante des rejets de SKCP aux flux métalliques émis au Wharf pour l’ensemble des ETM.**

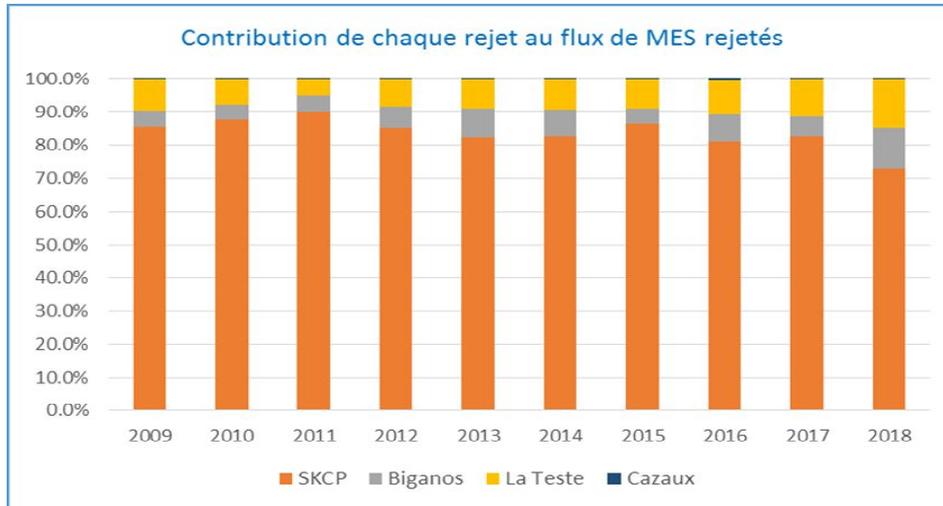


Figure 30. Contribution relative de chaque rejet en termes de flux de MES.

**3.5.6. Les rejets de SKCP**

3.5.6.1. Evolution des rejets de SKCP entre 2015 et 2017-2018

SKCP a modifié la gestion de ses process de traitement en 2016. Un focus spécifique sur les rejets de SKCP a donc été effectué afin d’évaluer une influence éventuelle de ces changements.

Entre l’année 2015 et la période 2017-2018, on observe une baisse des concentrations pour plusieurs des éléments recherchés. La Figure 31 présente les concentrations totales des ETM pour lesquels une évolution a été observée entre les deux périodes.

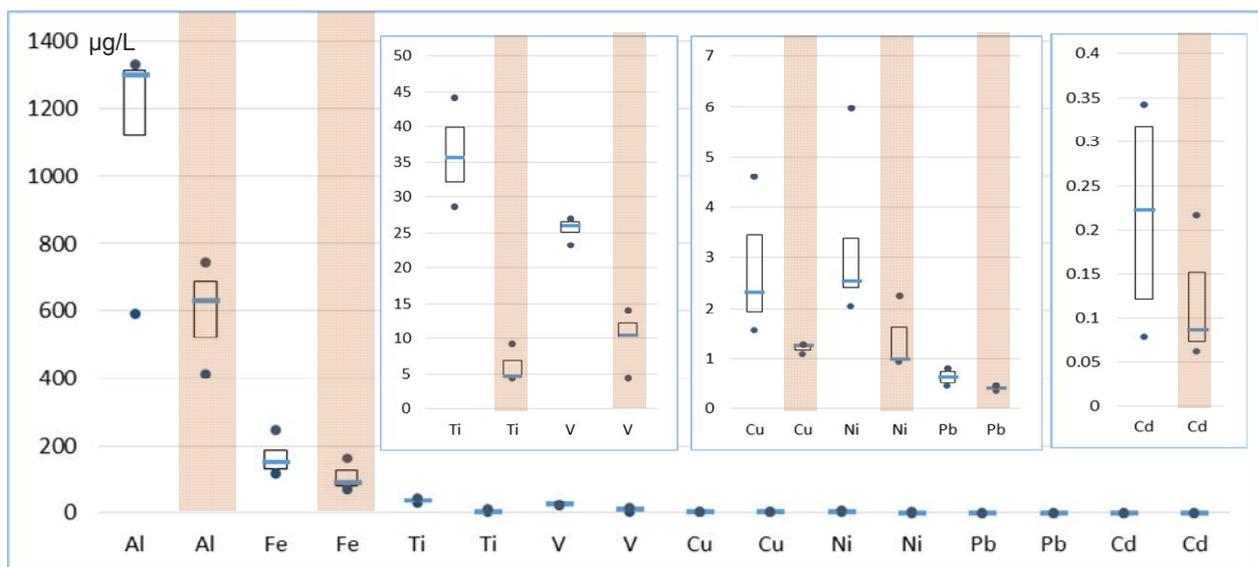


Figure 31. Evolution des concentrations métalliques totales dans les rejets de SKCP entre l’année 2015 et la période 2017-2018 (fond orangé).

**Tableau 23.** Flux métalliques moyens (en g/J), basés sur les concentrations totales, émis au Wharf de la Salie ; contribution des rejets de l'industrie papetière SKCP.

	Biganos	La Teste	Cazaux	SKCP	BA 120	Wharf		
	Flux moyen (en g/J)	Phase particulaire (%)	Contribution de SKCP au flux (%)					
<b>Al</b>	1074	1371.1	25.4	35086.5	24.8	37581.7	50	93
<b>Fe</b>	768.1	919.6	48.4	4934	259.6	6929.5	52	71
<b>Mn</b>	231.8	497	13.7	1466.7	15.3	2224.6	14	66
<b>Ti</b>	29.9	40.3	2.6	969.9	3.1	1045.9	74	93
<b>V</b>	5.4	13.8	0.4	739.1	1	759.7	36	97
<b>Zn</b>	68.5	77.5	15.2	538.6	7	706.9	47	76
<b>Cr</b>	12	6.1	0.6	150.6	0.7	170	66	89
<b>As</b>	21.3	27.3	1.3	73.6	0.6	124	2	59
<b>Mo</b>	3.1	10.2	0.2	93.5	0.3	107.2	23	87
<b>Ni</b>	21.1	29	1.1	47.6	0.3	99.1	10	48
<b>Cu</b>	24	16.7	1.3	25.3	1	68.3	10	37
<b>Co</b>	2.9	4.1	0.2	13.1	0.1	20.5	38	64
<b>Pb</b>	2.4	2.4	0.2	19.6	0.2	24.7	64	79
<b>Cd</b>	0	0.1	0	6.2	0	6.3	84	98
<b>Sn</b>	2.7	2.6	0.2	0	0.1	5.7	97	0

Wharf = somme Biganos + La Teste de Buch + Cazaux + SKCP + BA 120.

La baisse est observée à la fois pour les concentrations dissoutes et les concentrations particulaires. Globalement, et bien que ces observations ne soient basées que sur un faible nombre d’analyses (et nécessiteraient une étude plus poussée afin de conclure de manière définitive), **la modification de la gestion des process en 2016 semble avoir entraîné une diminution des teneurs rejetées en plusieurs ETM, et notamment Al, Fe, Ti et V.**

### 3.5.6.2. Influence du Lacanau sur les teneurs métalliques des rejets de SKCP

Le Lacanau est un ruisseau de 30 km de longueur, qui prend sa source dans les Landes de Gascogne, dans la commune de Le Barp. Il se jette en rive droite dans la Leyre à Biganos. Etant la prise d’eau principale de l’usine SKCP, la question s’est posée de savoir si les teneurs métalliques dans les rejets de SKCP provenaient des process ou si l’eau du Lacanau était déjà chargée en ETM. Les résultats des analyses sur les ETM réalisées dans le Lacanau et présentés dans le livrable 1.1. rapportent que :

- les ETM majoritaires dans le Lacanau sont Fe, Al, Mn et Zn ;
- les concentrations mesurées sont cohérentes avec les fonds géochimiques (pour la colonne d’eau) relevés pour le territoire et restent élevées, notamment pour Al et Fe (autour de 400 µg/l) ;
- les teneurs en Cu sont proches de la NQE ;
- par rapport aux autres tributaires étudiés, le Lacanau présente des traces de cadmium particulaire, sans qu’il soit possible à ce stade d’en identifier l’origine (anthropique ou non).

L’étude réalisée ici *étant faite sur un faible nombre de données et ne prenant pas en compte les différentes étapes des process de SKCP, il convient de rester prudent quant à l’interprétation des résultats*, toutefois, les résultats présentés dans le Tableau 24 rapportent que :

- **pour Al, Cu, Pb, les teneurs métalliques sont comparables dans le Lacanau et les rejets de SKCP, ce qui suggère que leur origine vient de ce cours d’eau** ; pour Fe et Ti, les niveaux dans les rejets de SKCP sont mêmes inférieurs aux niveaux dans le Lacanau ;
- **pour la majorité des ETM, les teneurs dans les rejets de SKCP sont plus élevés que dans le Lacanau suggérant un lien avec le process papetier.** Les éléments concernés sont notamment ceux qui caractérisent l’empreinte des rejets de SKCP au niveau du Wharf comme Cr, Mn, V, Zn (Cf. paragraphe 3.5.3.).

**Tableau 24.** Mise en regard des teneurs métalliques (concentrations totales en µg/l) entre les rejets de l’industrie papetière SKCP et la rivière Lacanau servant de prise d’eau principale à SKCP.

	Lacanau (n=4)		SKCP (n=3)	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Al	434.51	266.37	595.14	168.86
As	1.14	0.38	2.09	0.89
Cd	0.02	0.02	0.12	0.08
Co	0.37	0.19	0.33	0.05
Cr	0.84	0.35	2.10	0.75
Cu	1.24	0.42	1.21	0.11
Fe	418.15	196.38	108.28	46.13
Hg	<LQ	-	<LQ	-
Mn	11.51	5.60	61.25	12.82
Mo	0.41	0.33	2.26	0.21
Ni	0.42	0.32	1.40	0.75
Pb	0.52	0.39	0.39	0.06
Sn	<LQ	-	0.36	0.54
Ti	16.41	12.69	6.08	2.75
V	2.71	1.33	11.55	2.15
Zn	6.55	2.56	10.98	1.82

Les valeurs en vert correspondent aux ETM dont les teneurs dans le Lacanau sont supérieures aux rejets de SKCP ; les valeurs en bleu, aux ETM dont les teneurs sont comparables entre le Lacanau et les rejets de SKCP ; et les valeurs en orange indiquent les ETM dont les valeurs dans les rejets de SKCP sont supérieures aux valeurs dans le Lacanau.

### **3.5.7. Evolution des rejets au Wharf depuis 2009**

*Remarque préliminaires :* pour les campagnes réalisées en 2011, les valeurs de MES n’étaient pas disponibles. De plus, en 2009 et 2011, il n’a pas été réalisé de prélèvements en entrée des STEP (Cf. paragraphe 3.1.3). En conséquence, l’évolution des concentrations métalliques dans les rejets au Wharf a été conduite en comparant séparément les concentrations métalliques dissoutes et particulaires, les teneurs en MES et les volumes d’eau rejetés.

#### 3.5.7.1. Evolution des volumes d’eaux rejetés

L’étude des volumes d’eaux rejetés entre 2009 et 2017 ne montre pas ou peu d’évolution (Annexe F). On observe toutefois une augmentation des volumes en sortie des STEP pour le premier semestre 2018 (date limite de récupération des données présentées dans ce livrable) ; ceci est lié à la forte pluviométrie observée cette année-là et qui a conduit à l’entrée d’eaux parasites dans le réseau d’assainissement.

#### 3.5.7.2. Evolution des teneurs et des flux de MES

Pour les STEP urbaines, les MES rejetées par les STEP urbaines sont stables entre 2009 et 2017. En 2018 on observe une légère augmentation des MES (Figure 30 et Annexe F) que l’on peut mettre en lien avec la forte pluviométrie observée en 2018 (l’augmentation des volumes d’eaux en entrée de STEP entraîne une diminution du temps séjour et donc un moins bon abattement des MES).

Pour SKCP, on observe une baisse de 80 à 60 mg/L du taux de MES journalier rejeté entre 2009 et 2017. Ce taux remonte en 2018 à 80 mg/L.

En termes de flux de MES au niveau du Wharf, SKCP reste le contributeur principal avec plus de 80% des MES rejetées au Wharf entre 2009 et 2017, et plus de 70% en 2018 (calculs effectués sur la base des données d’autocontrôle, Cf. Annexe F).

#### 3.5.7.3. Evolution des concentrations métalliques dissoutes

Concernant les concentrations métalliques dissoutes, on note (Figure 32) :

- *pour les rejets urbains* : une globale stabilité des teneurs (avec une baisse du Zn et du Cu en 2015, suivie d’une remontée en 2017-2018) ;
- *pour SKCP* : une augmentation de l’Al dissous en 2015, mais qui diminue en 2017-2018 ; ainsi qu’une diminution pour plusieurs ETM en 2018 (Cf. paragraphe 3.5.6.1.) ;
- *pour le Wharf* : les variations des teneurs en Al au niveau de SKCP se voient peu au niveau du Wharf, et les concentrations en Al restent globalement stables dans le temps (mais avec des écarts-types importants). Cu, Fe et Sn ont tendance à diminuer. A l’inverse, on note une augmentation importante du Zn en 2017-2018 ; pour cet élément, l’augmentation est portée par des valeurs très élevées en 2018, 10 fois plus élevées que les années précédentes ; des analyses supplémentaires sont à prévoir pour confirmer ou infirmer cette tendance.

#### 3.5.7.4. Evolution des concentrations métalliques particulaires

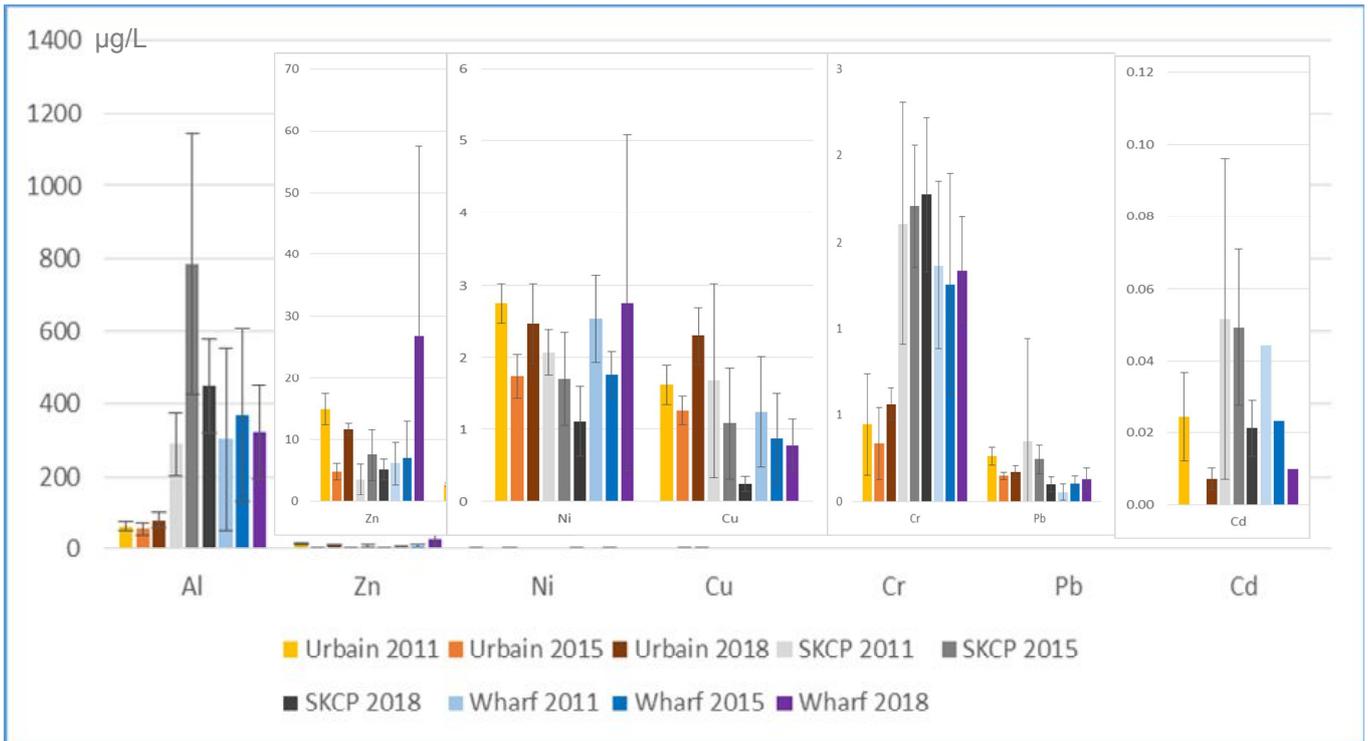
Concernant les concentrations métalliques particulaires, on note (Figure 33) :

- pour les rejets urbains : que Al et Cu présentent des hausses importantes, Cr et Ni diminuent ; les autres éléments restent globalement stables
- pour SKCP : on retrouve la baisse de plusieurs ETM en 2018 identifiée précédemment ;
- pour le Wharf : les teneurs particulaires en Al semblent augmenter mais les écart-types restent importants. Contrairement aux teneurs dissoutes, les concentrations particulaires n’augmentent pas pour Zn. Les teneurs en Cr, Cu et Mo ont diminué entre 2011 et 2015 et ont tendance à se stabiliser depuis ; enfin Ni a diminué en 2018.

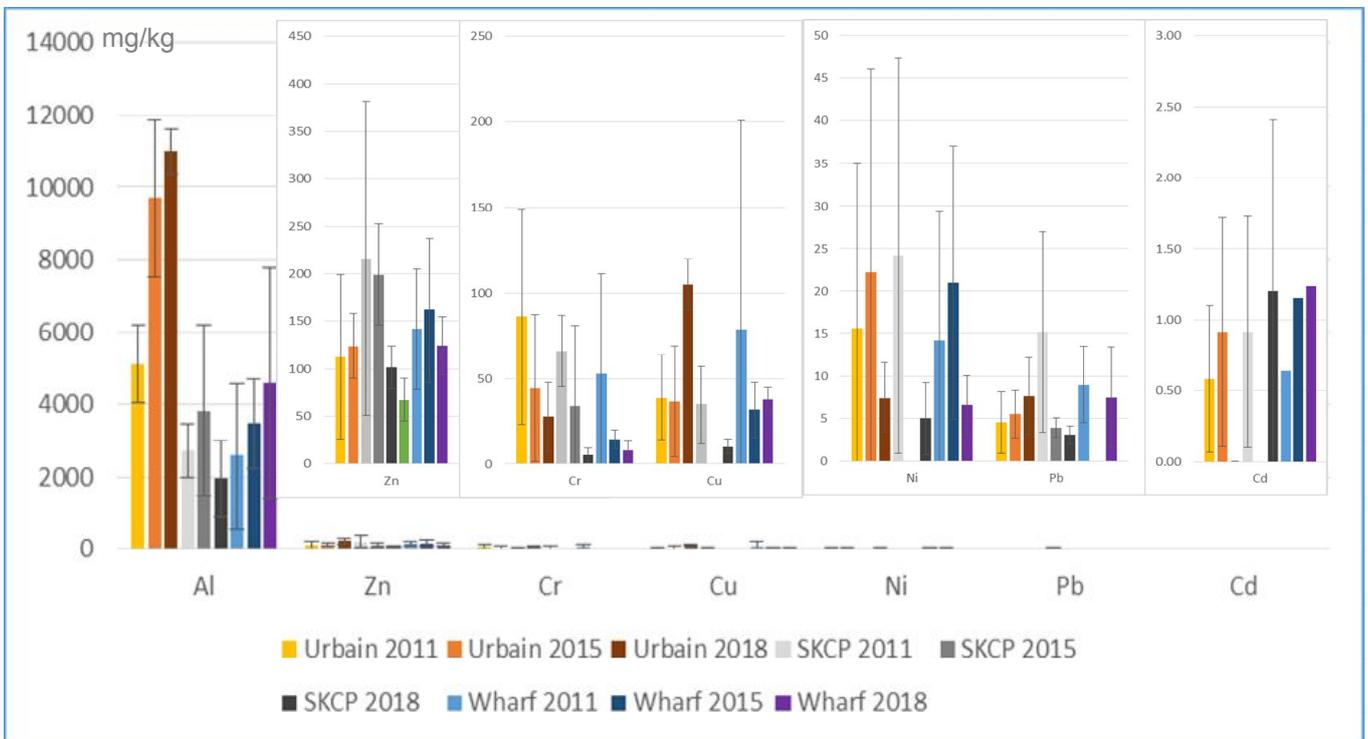
#### 3.5.7.5. Synthèse – Evolution globale du rejet final

Si l’on exclut l’année 2018 marquée par une pluviométrie importante et l’entrée dans le réseau d’eaux parasites, les volumes rejetés et les teneurs en MES sont globalement stables en sortie des STEP urbaines et au Wharf. Egalement, on observe une baisse des teneurs en MES dans les rejets de SKCP entre 2011 et 2017.

*Pour les concentrations dissoutes*, on ne note pas d’évolution majeure à l’exception du Zn qui augmente fortement en 2018 au Wharf (à confirmer, Cf. paragraphe 3.5.7.3.).



**Figure 32.** Evolutions des teneurs en éléments traces dissous (en  $\mu\text{g/L}$ ) entre 2011 et 2018. Urbain : Mélange (calculé sur la base des volumes) des effluents des STEP de La Teste et de Biganos. Remarques : pour simplifier la lecture, la présentation des résultats sur la figure a été limitée à 8 ETM ; 2018 correspond à la moyenne des années 2017 et 2018.



**Figure 33.** Evolutions des teneurs en éléments traces métalliques particulaires (en  $\text{mg/kg}$ ) entre 2011 et 2018. Urbain : Mélange (calculé sur la base des volumes) des effluents des STEP de La Teste et de Biganos. Remarques : pour simplifier la lecture, la présentation des résultats sur la figure a été limitée à 8 ETM ; 2018 correspond à la moyenne des années 2017 et 2018.

Les volumes rejetés étant stables jusqu’en 2017, on peut également considérer les flux métalliques dissous rejetés au Wharf comme stables. En 2018, les volumes ayant augmenté dans tous les rejets, les flux métalliques dissous ont globalement augmenté. Si l’on considère les différents modes de calculs des flux (i.e. : flux basé sur les concentrations mesurées au Wharf ou somme des flux des différents rejets), l’augmentation des flux de Zn est bien moins marquée dans le second cas.

*Pour les concentrations particulières*, Al a tendance à augmenter dans le temps et d’autres ETM comme Ni diminuent. Les taux de MES de SKCP diminuent entre 2011 et 2017 mais en parallèle les volumes rejetés augmentent ; on peut donc considérer que les flux métalliques particuliers sont stables entre 2011 et 2017 avec une tendance à la baisse pour Al, Cu, Cr et Zn.

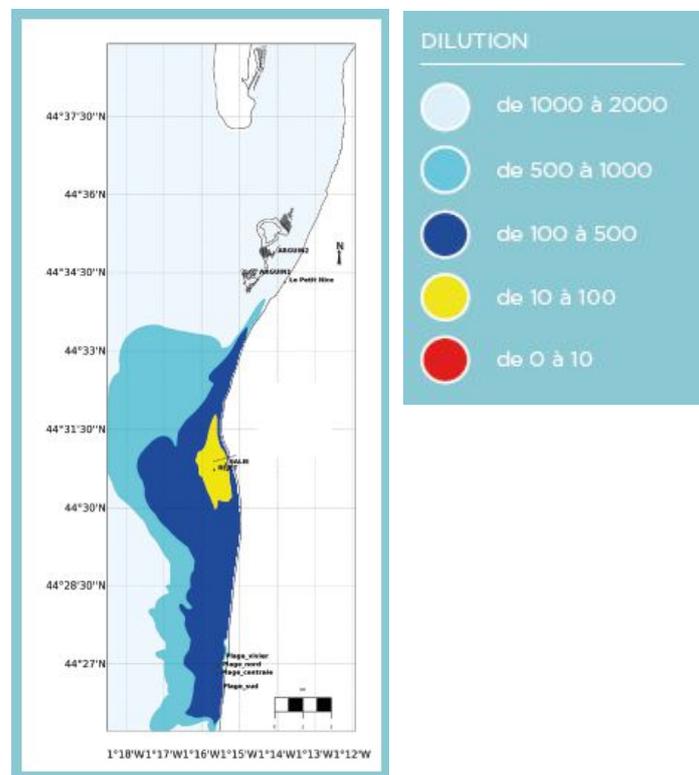
En 2018, les flux de MES (et donc les flux d’ETM particulières) montrent une tendance à l’augmentation : pour SKCP, l’augmentation des MES pourrait être en lien avec une évolution de leur process ; pour les STEP urbaines, cette augmentation de MES est à mettre en lien avec l’entrée d’eaux parasites (eaux claires pluviales) en amont des STEP entraînant un moins bon abattement des MES (l’augmentation des volumes d’eaux en entrée de STEP entraînant une diminution du temps de séjour dans la STEP).

**Globalement, entre 2011 et 2017, on ne note pas d’évolution majeure des rejets au Wharf ; les rejets de SKCP étant marqués par une baisse des MES. En 2018, on note une tendance à l’augmentation des flux dissous et particuliers (liée à l’entrée d’eaux parasites sur le réseau). L’augmentation des concentrations dissoutes en Zn au niveau du Wharf est à confirmer car on ne la retrouve pas au niveau des différents rejets urbains et industriels.**

### 3.5.8. La dilution des rejets du Wharf à l’océan

#### 3.5.8.1. L’étude de courantologie au Wharf

Dans le cadre des études de suivi du Wharf, le SIBA a fait réaliser en 2014 une modélisation de la dispersion des effluents rejetés par le Wharf de la Salie (ACTIMAR 2018). Ce modèle permet notamment de simuler la dispersion des espèces présentes sous forme dissoutes dans le rejet selon différents scénarii de conditions météo-océaniques (Figure 34).



**Figure 34.** Exemple de scénario pour la modélisation de la dispersion des rejets du Wharf à l’océan : alternance vent de sud-est et houle faible / vent d’ouest et houle faible.

**Tableau 25.** Facteurs de dilution des espèces dissoutes selon les 9 scénarii de conditions météo-océaniques modélisés.

Site	Dilution minimale dans l'eau												
	Arguin						Salie			Biscarrosse			
	Arguin 1	Arguin 2	La lagune	Le Petit Nice	DCE-Arguin	Pyla la Corniche	Salie	Wharf	Salie-nord	Plage nord	Vivier	Plage centrale	Plage sud
Situation 1	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	648	65	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
Situation 2	> 1000	> 1000	304	455	> 1000	> 1000	93	52	121	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
Situation 3	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	46	16	> 1000	574	504	456	466
Situation 4	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	34	35	> 1000	374	313	261	304
Situation 5	> 1000	> 1000	405	723	> 1000	> 1000	54	54	169	246	241	238	259
Situation 6	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	84	50	> 1000	> 1000	> 1000	829	946
Situation 7	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	64	> 1000	929	799	776	815
Situation 8	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	70	33	> 1000	648	645	649	646
Situation 9	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	66	40	> 1000	517	475	477	476

**Tableau 26.** Concentrations dissoutes en cuivre dans l'océan à proximité et à distance du Wharf (en ng/L). Concentrations extrapolées sur la base des résultats de l'étude de courantologie.

Site	Arguin						Salie			Biscarrosse			
	Arguin 1	Arguin 2	La lagune	Le Petit Nice	DCE-Arguin	Pyla la Corniche	Salie	Wharf	Salie-nord	Plage nord	Vivier	Plage centrale	Plage sud
Situation 1	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	1.35	13.46	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Situation 2	0.87 ng/L	0.87	2.88	1.92	0.87	0.87	9.41	16.82	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Situation 3	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	19.02	54.67	0.87	1.52	1.74	1.92	1.88
Situation 4	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	25.73	24.99	0.87	2.34	2.79	3.35	2.88
Situation 5	0.87 ng/L	0.87	2.16	1.21	0.87	0.87	16.20	16.20	5.18	3.56	3.63	3.68	3.38
Situation 6	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	10.41	17.50	0.87	0.87	0.87	1.06	0.92
Situation 7	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	13.67	0.87	0.94	1.09	1.13	1.07
Situation 8	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	12.50	26.51	0.87	1.35	1.36	1.35	1.35
Situation 9	0.87 ng/L	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	13.25	21.87	0.87	1.69	1.84	1.83	1.84

En résumé, pour développer les modèles mathématiques de dispersion, les chroniques météorologiques des 3 années précédant l'étude ont été examinées par tranches de 4 heures (vent, houle...) et intégrées dans deux modèles mathématiques : l'un pour le champ proche du Wharf et le second pour le champ lointain.

Les situations les plus impactantes (et non les plus fréquentes) pour les points d'observations considérés (champ proche : Wharf et plage de la Salie, champ lointain : plages de Biscarosse au sud). Au final, 9 scénarios météo-océaniques (Figure 34) ont été retenus qui permettent de modéliser la dispersion du rejet selon différentes conditions (Tableau 25).

### 3.5.8.2. Calcul des concentrations métalliques après dilution

En se basant sur les résultats de la modélisation de la dispersion des rejets du Wharf, il est possible d'extrapoler les concentrations métalliques à proximité et à distance de l'émissaire selon l'ensemble des 9 scénarios (situations) appliqués.

Le Tableau 26 présente les concentrations calculées pour Cu. La valeur la plus élevée, déterminée au pied de Wharf est de moins de 60 ng/L et est déjà très inférieure à la NQE (0.8 µg/L). *Pour l'ensemble des ETM, les concentrations dissoutes métalliques après dilution des rejets du Wharf à l'océan sont très inférieures aux NQE ou aux PNEC marines.*

## 3.6. Synthèse des résultats

En résumé, l'étude de rejets métalliques dans le réseau d'assainissement montre que :

### **Pour les entrées des STEP :**

- *Les teneurs métalliques en entrée de STEP sont cohérentes avec ce qui est retrouvé dans la littérature, seul Ti est présent en concentrations plus élevées.*
- *La STEP de La Teste de Buch se différencie des deux autres par des teneurs métalliques globalement plus élevées, notamment pour Al et Fe. Pour Al, la source est probablement l'usine de potabilisation d'eau située en amont de cette STEP (cette usine utilise un coagulant à base d'Al et rejette ses boues de lavage des filtres dans le réseau public d'assainissement).*

### **Concernant les rendements d'élimination :**

- *On observe de bons rendements en général, comparables à ceux qui sont rapportés dans le projet Amperes pour des process identiques.*
- *De mauvais rendements sont observés pour As et Mo, ce que l'on retrouve également dans Amperes.*

### **Concernant les rejets industriels :**

- *Le profil de l'industrie papetière SKCP est marqué en Al, Mn, Ti, V, Cr Mo, Pb, Cd.*
- *Pour certains éléments comme Al, une origine liée à la rivière Lacanau, principale prise d'eau de SKCP, ne peut être exclue.*
- *Le profil de la base aérienne 120 est marqué par Fe, Mn, Pb.*
- *On observe une diminution des teneurs totales en plusieurs éléments traces métalliques depuis 2016 dans les rejets de SKCP.*

### **Le rejet final au Wharf :**

- *Est très influencé par les rejets de SKCP.*
- *Les concentrations dissoutes au Wharf sont dans la moyenne ou inférieures à celles rapportées dans le projet Ampères, sauf pour l'aluminium.*
- *Après dilution dans l'océan, les concentrations métalliques sont très inférieures aux NQE et aux PNEC.*

### **En termes de flux métalliques :**

- *Les flux métalliques en sortie des STEP urbaines sont comparables à ceux rapportés dans le projet Amperes.*
- *Au niveau du rejet final, SKCP représente le contributeur majoritaire : près de 90% des flux totaux pour Al par exemple.*

**Depuis 2011 :**

- *On ne note pas ou peu d'évolution dans les teneurs métalliques à l'exception de :*
  - *une augmentation de Al particulaire pour les rejets urbains ;*
  - *une diminution de Fe particulaire pour SKCP et du Zn et Cd dissous pour les rejets urbains ;*
  - *des flux stables entre 2011 et 2017 puis avec une tendance à l'augmentation en 2018 ;*
  - *une augmentation des concentrations dissoutes en Zn en 2018 au niveau du Wharf ; cette augmentation ne se retrouvant pas dans les rejets des STEP urbaines ou les rejets de SKCP, des analyses complémentaires apparaissent nécessaires pour conclure.*

## 4. Caractérisation de la présence des organoétains dans le réseau d’assainissement

### 4.1. Rappels sur les organoétains et objectifs

Il existe une centaine de composés appartenant à la classe des organoétains (ou organostanniques). Les plus connus sont le tributylétain (TBT – qui a été employé comme agent biocide dans les peintures antisalissure) ; le monobutylétain (MBT) et le dibutylétain (DBT), souvent produits dans l’environnement par dégradation du TBT.

Les organoétains sont connus pour être très toxiques pour l’environnement, en particulier le TBT qui est un perturbateur endocrinien très actif qui a induit la raréfaction de nombreuses espèces de mollusques avec notamment un fort impact sur la conchyliculture française dans les années 80 (Alzieu et Héral, 1984 ; Livrable 1.1.). Les travaux de Claude Alzieu ont permis d’établir une relation dose-effet dans les milieux aquatiques (Alzieu, 2000) : concentrations < 1 ng/ : effet sur la sexualité des gastéropodes (imposex) ; concentrations = 1 ng/L : effets sur la croissance du plancton ; concentrations < 2 ng/L : anomalies de calcification chez *C.gigas* ; concentrations de l’ordre de 20 ng/L : effets sur la reproduction de *C.gigas*.

Le TBT et ses composés sont des substances prioritaires de la DCE ; leur NQE dans les eaux de surfaces intérieures et marines est fixée 0,2 ng/L.

L’utilisation de revêtements contenant du TBT est interdite au niveau européen depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003. La directive 2002/62/CE interdit par ailleurs la mise sur le marché et l’utilisation d’organostanniques comme composants biocides dans les peintures antisalissure sur les navires de toute longueur et les appareillages immergés de pisciculture ou de conchyliculture. Les organoétains pourraient toutefois encore être utilisés dans d’autres applications : les usages possibles sont listés dans le Tableau 27 (Source INERIS ; [www.ineris.fr/substances/fr/](http://www.ineris.fr/substances/fr/)).

**Tableau 27.** Principales utilisations des organoétains (source INERIS).

Substance	Utilisation
Monobutylétain (MBT)	Stabilisateur du PVC – Catalyseur - Traitement du verre
Dibutylétain (DBT)	Stabilisateur du PVC - Catalyseur pour mousses polyuréthane et silicones - Imperméabilisants
Tributylétain (TBT)	Peintures antifouling (usage interdit) - Traitement des bois et des pierres (usage interdit) - Industrie du papier - Industrie du cuir - Préservation des textiles – Brasserie – Maçonnerie - Lutte contre les parasites

### 4.2. Campagnes antérieures à REMPARG

En 2008, une analyse ponctuelle des organoétains (dont MBT, DBT et TBT) a été réalisée au niveau de 3 prélèvements : le canal de rejet de l’industrie papetière SKCP, le mélange des effluents urbains de La Teste et de Biganos, et le Wharf. Cette campagne a été complétée par un autre prélèvement réalisé en 2009 dans le mélange des effluents et les rejets de SKCP (Tableau 28).

Enfin, en 2011, une nouvelle série de prélèvements a été réalisée en 6 points du réseau :

- le mélange des eaux traitées de La Teste et de Biganos ;
- les rejets de SKCP ;
- la Z.I. ; point de mélange des eaux traitées de La Teste, Biganos et SKCP ;
- les rejets de la BA 120 ;
- le Wharf de la Salie ;
- le Lacanau, rivière servant de prise d’eau à SKCP.

**Tableau 28.** Campagnes de suivi des organoétains antérieures à REMPLAR et réalisées durant le projet.  
(Les campagnes réalisées dans le cadre de REMPLAR sont celles datées de 2016 et 2017).

	09/06/08	29/07/09	16/06/11	21/06/11	23/06/11	28/06/11	30/06/11	05/07/11	06/09/16	15/09/16	22/05/17	10/10/17	14/11/17	26/06/18	11/07/18
Lacanau					X			X							
Effluent urbain *	X	X	X	X			X								
STEP Biganos (sortie)										X		X	X	X	X
STEP Teste de Buch (sortie)										X		X	X	X	X
SKCP canal de rejet	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X
Z.I. *	X		X	X	X	X	X	X	X						
BA 120				X	X	X	X	X				X	X	X	X
Wharf			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X

\* : l’effluent urbain consiste au mélange 50/50 des effluents des STEP de La Teste de Buch et de Biganos ; ce mélange a été réalisé en laboratoire.

\*\* : Z.I. ; point de mélange des eaux traitées urbaines et industrielles, ce point situé en amont des rejets de la BA 120 et de la STEP de Cazaux (Annexe C) a souvent été utilisé comme indicateur des rejets finaux au Wharf.

**Tableau 29.** Concentrations dissoutes en organoétains (en ng Sn/L) mesurées en différents points en 2011.

	LQ	Urbain (n = 4)		Cazaux (n = 2)		Lacanau (n = 2)		SKCP (n = 4)		Z.I. (n = 6)		BA 120 (n = 6)		Wharf (n = 7)	
		Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)
<b>MBT</b>	<b>2 ng Sn /L</b>	30.5 ± 25	75	122 ± 130	100	140 ± 52	100	31.7 ± 20	100	11.5 ± 9	100	22 ± 8	100	33.1 ± 11.3	100
<b>DBT</b>	<b>2 ng Sn /L</b>	< 2	0	7.9 ± 7.2	100	58,5 ± 47	100	1.3 ± 0.7	25	< 2	0	3.4 ± 2.9	50	1.9 ± 2	29
<b>TBT</b>	<b>1 ng Sn /L</b>	< 1	0	2.2 ± 0	100	< 1	0	1.6 ± 2.2	25	< 1	0	4.1 ± 5	50	2.5 ± 3.5	43

**Tableau 30.** Concentrations particulières en organoétains (en µg Sn/Kg) mesurées en différents points en 2011.

	LQ	Urbain (n = 4)		Cazaux (n = 2)		Lacanau (n = 2)		SKCP (n = 4)		Z.I. (n = 6)		BA 120 (n = 6)		Wharf (n = 7)	
		Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)	Moy ± S	Fq(%)
<b>MBT</b>	<b>4 µg Sn /kg</b>	293 ± 256	75	195 ± 273	50	1200 ± 1600	50	19,7 ± 17	75	10.5 ± 14	50	223.8 ± 252	50	37.1 ± 37.8	57
<b>DBT</b>	<b>4 µg Sn /kg</b>	5.7 ± 3.3	25	24 ± 31	50	100 ± 140	50	< 4	0	2.7 ± 1.7	16	45 ± 72	33	5 ± 8	14
<b>TBT</b>	<b>4 µg Sn /kg</b>	< 4	0	4.7 ± 3.8	50	< 4	0	< 4	0	< 4	0	34.6 ± 50	50	< 4	0

Moy : moyenne ; S : écart-type

#### **4.2.1. Résultats pour le TBT**

##### 4.2.1.1. Phase dissoute

En 2008 et 2009 le TBT avait été détecté dans les 3 rejets étudiés avec une valeur plus élevée en 2008 dans les rejets de SKCP de 13 ng Sn/L.

En 2011, le TBT a été détecté de manière intermittente au Wharf, dans les rejets de SKCP et de la BA 120 à des valeurs de l'ordre de quelques ng Sn/L. Il n'a pas été détecté dans l'effluent urbain (mélange des rejets des STEP de Biganos et de La Teste de Buch) mais dans ceux de la STEP de Cazaux. L'ensemble des valeurs mesurées (Tableau 27) étaient du même ordre de grandeur mais supérieures à celles rapportées pour les projets AMPERES (Choubert et al., 2011) et ABGAR (Bruchet et al. 2015).

##### 4.2.1.2. Phase particulaire

En 2008 et 2009, le TBT a été détecté dans tous les rejets à des teneurs variant entre quelques µg/kg à 50 µg/kg, la valeur maximale étant observée dans l'effluent urbain.

En 2011, le TBT n'a été détecté de manière intermittente que dans les rejets de la BA 120 et de la STEP de Cazaux, avec des teneurs plus élevées dans les rejets de la BA 120 (Tableau 29).

#### **4.2.2. Résultats pour le DBT**

##### 4.2.2.1. Phase dissoute

En 2008 et 2009, le DBT a été retrouvé dans les 3 prélèvements avec un pic à 24 ng/L dans les rejets de SKCP. En 2011, le DBT suit un profil similaire à celui du TBT, exception faite qu'il a également été retrouvé dans le Lacanau. .

##### 4.2.2.2. Phase particulaire

En 2008 et 2009, le DBT suit le profil du TBT, avec des teneurs plus élevées variant entre 10 et 160 µg/kg, les valeurs les plus élevées étant retrouvées dans l'effluent urbain.

En 2011, il est retrouvé de manière intermittente dans tous les rejets sauf ceux de SKCP. Sur les 2 analyses réalisées dans le Lacanau, le DBT y est détecté seulement une fois mais à la teneur élevée de 200 µg/kg.

#### **4.2.3. Résultats pour le MBT**

##### 4.2.3.1. Phase dissoute

En 2008, 2009 et 2011, le MBT a été le composé le plus détecté (détecté dans l'ensemble des prélèvements sauf une fois dans le rejet urbain). Il a été retrouvé à des niveaux de l'ordre de 30 µg/L quel que soit le rejet étudié avec des pics intermittents pouvant dépasser les 100 µg/l dans le Lacanau ou en sortie de la STEP de Cazaux (Tableau 29). Cette prédominance du MBT par rapport au DBT et au TBT avait également été constatée à l'époque pour des échantillons prélevés dans les rivières du bassin de l'Adour (UT2A communication personnelle).

##### 4.2.3.2. Phase particulaire

En 2008 et 2009, le MBT est le composé détecté à plus fortes concentrations dans les 3 rejets ; urbain, industriel et final. En 2011, le MBT était détecté de manière intermittente, mais dans l'ensemble des rejets, et à des niveaux plus importants en sortie des STEP et de la BA 120 (valeur maximale observée de l'ordre de 400 µg/kg). Dans le Lacanau, comme pour le DBT, un échantillon affiche une valeur très élevée à 2400 µg/kg (Tableau 29).

#### **4.2.4. Autres organostanniques**

En 2009 uniquement, 3 phénylétains (monophénylétain – MphT ; diphenylétain – DPhT ; triphénylétain – TPhT) et 3 octylétains (monoctylétain – MocT ; dioctylétain – DocT ; et trioctylétain – TocT) ont été recherchés (une seule campagne). Dans la phase dissoute, seules des traces de MOcT ont été retrouvées ; dans la phase particulaire, MOcT et DOcT ont été retrouvés dans l'effluent urbain.

### 4.3. REMP PAR – Analyse de l’empreinte organométallique

En résumé, les résultats montraient la présence d’organoétains et notamment de DBT et de MBT dans le réseau avec un profil particulier pour les rejets de la STEP de Cazaux et de la BA 120 ; ainsi que la présence d’organoétains dans le Lacanau. Par contre, il n’a pas été possible de conclure quant à l’origine de leur présence. L’objectif dans REMP PAR était donc de réévaluer leur présence dans le réseau public d’assainissement et le cas échéant, d’en identifier les sources. De nouvelles campagnes, prises en charges dans le cadre du Pôle de recherche Eloa, ont été conduites en 2017 et 2018 (Tableau 26), sur les points suivants : sortie des STEP de La Teste de Buch et de Biganos, rejets de la Ba 120 et de SKCP, rejet final au Wharf (Annexe C).

#### 4.3.1 Matériel et méthodes

##### 4.3.1.1. Prélèvements, logistique et traitement des échantillons

Les procédures de décontamination du flaconnage, les prélèvements et la logistique de transport, filtration des échantillons, ainsi que la mesure de la teneur des matières en suspension (MES) sont les mêmes que pour les ETM et ont été décrites dans le chapitre 3.

##### 4.3.1.2. Protocole analytique

Les composés de l’étain suivis dans ces essais sont les butylétains (TBT, DBT et MBT), les phénylétains (MPhT, DPht et TPhT), et les octylétains (MOcT, DOcT et TOcT).

Pour les échantillons de phase dissoute, l’échantillon est directement dérivé en milieu tamponné (pH = 4,5) avec une solution tétraéthylborate de sodium (1%v/v) et extrait en phase organique, l’iso-octane. Un étalon interne, le tripropylétain, est injecté préalablement. Une calibration externe de 0,1 à 10 ng Sn/L est réalisée pour les trois composés. Les phases particulières récoltées sur filtres subissent une étape d’extraction des composés de l’étain dans l’acide acétique pur sous champ micro-ondes (4 minutes à 70°C) puis sont traitées selon le même protocole que les phases dissoutes. Les analyses sont réalisées par GC-ICP-MS sur un appareil Thermotrace X series 2.

#### 4.3.2. Résultats

*Pour la phase dissoute*, sur les 4 campagnes réalisées en 2017 et 2018, **aucun composé de l’étain n’a été détecté** (Tableau 30) à l’exception ponctuelle :

- du rejet de la BA 120 avec détection du DBT dans la phase dissoute à hauteur de 2.7 ng Sn/L en 2018 Kg (dans un seul des quatre prélèvements) ;
- de la sortie de la STEP de La Teste de Buch avec détection du TPhT dans la phase dissoute à hauteur de 3.1 ng/L en 2018 (dans un seul des 4 prélèvements).

**Tableau 31.** Concentrations mesurées et fréquence de détection des composés organostanniques

Composé	Fq (%)	valeur	Site	LQ	Fq (%)	valeur	Site	LQ
MBT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
DBT	25	2.7 ng/L	BA 120	2 ng Sn /L	25	270 µg/kg	BA120	0.25 mg Sn/kg
TBT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
MPhT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
DPht	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
TPhT	25	3.1 ng/L	La Teste sortie	2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
MOcT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
DOcT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg
TOcT	0			2 ng Sn /L	0			0.25 mg Sn/kg

dans les différents rejets analysés en 2017 et 2018.

Fq (%) : fréquence de détection, en % (4 campagnes réalisées).

*Pour la phase particulaire*, sur les 4 campagnes réalisées en 2017 et 2018, **aucun composé de l’étain n’a été détecté** (Tableau 30) à l’exception ponctuelle du rejet de la BA 120 avec détection du DBT de 270 µg Sn/Kg (dans un seul des quatre prélèvements) en 2017.

A noter que, concernant la phase particulaire, les LQ sont plus élevées en 2017-2018 qu’elles ne l’étaient en 2011 (d’un facteur 60), cette différence ne s’explique pas pour le moment. **Il n’est donc pas possible de conclure quant à une diminution et une disparition du DBT et du TBT dans la phase particulaire depuis 2011** : les niveaux détectés en 2011 dans les rejets étudiés (sorties des STEP de Biganos et de La Teste de Buch, canal de rejet de SKCP et Wharf) étant inférieurs à la LQ déterminée lors des analyses conduites en 2017 et 2018. Pour le MBT, compte-tenu des niveaux observés en 2011, les résultats acquis en 2017-2018 suggèrent une diminution des teneurs particulières dans les rejets de la BA 120 ; on ne peut pas conclure pour les autres rejets.

#### **4.3.3. Conclusion**

**Les analyses réalisées en 2017 et 2018 montrent la disparition des organoétains dans la phase dissoute sur l’ensemble du réseau public d’assainissement du Bassin et au rejet final à l’océan par rapport à 2011.**

**Pour la phase particulaire, il n’est pas possible de conclure compte-tenu des différences de LQ entre les analyses réalisées en 2017-2018 et celles réalisées précédemment en 2011.**

**Il n’est pas possible de formuler des hypothèses sur les raisons de cette diminution.**

## 5. Conclusion et perspectives

### 5.1. Conclusion

Dans le cadre de **REMPAR**, et en complément d'analyses déjà réalisées entre 2008 et 2014, une démarche analytique intégrant l'amont et aval des stations d'épuration publiques du Bassin a été initiée, dans le but de réaliser une cartographie des micropolluants. En résumé :

*L'empreinte globale en micropolluants au niveau des STEP* : de manière globale l'empreinte des eaux usées urbaines (brutes et traitées) est cohérente avec celles que l'on peut retrouver pour d'autres bassins versants, que ce soit pour les micropolluants organiques ou métalliques.

*Les sources de micropolluants organiques* : au niveau urbain, on observe des différences entre les profils en entrée des 2 STEP principales et notamment la présence de métochllore-OA (métabolite du S-métochllore utilisé en maïsiculture) uniquement en entrée de La Teste de Buch, et d'oxybenzone (Filtre-UV), uniquement au niveau de Biganos.

*Les sources d'éléments traces métalliques (ETM)* : au niveau urbain, les eaux brutes arrivant au niveau de la STEP de La Teste de Buch sont globalement plus chargées en ETM. Pour Al, ces plus fortes sont à mettre en lien avec l'usine de potabilisation située en amont de la STEP de La Teste de Buch, qui utilise cet élément comme coagulant, et rejette les boues de lavage de ses filtres dans le réseau public d'assainissement.

Le rejet industriel de SKCP présente un profil spécifique vis-à-vis des rejets urbains, notamment en Al, Mn, Ti, V, Cr, Mo, Pb et Cd. Pour Al, il s'agit possiblement d'un transfert de cet élément depuis la rivière Lacanau, prise d'eau principale de SKCP, les teneurs en Al étant naturellement élevées sur le territoire (fond géochimique, Cf. livrable 1.1).

*L'effluent au Wharf* : est fortement influencé par les rejets de SKCP, qui comptent pour la moitié des volumes rejetés et plus de 80% des MES.

*L'impact chimique des rejets du Wharf* : le système d'assainissement, avec un exutoire final qui permet le rejet des eaux traitées au sud du territoire à l'océan a été conçu pour protéger l'intra-Bassin. L'ensemble des données acquises dans ce projet et des données antérieures semblent confirmer cet état avec :

- une forte dilution constatée pour les organiques et les ETM sur la base des analyses antérieures à **REMPAR** et de la modélisation de la dispersion des rejets au Wharf (avec des concentrations modélisées pour les ETM inférieures aux NQE et aux PNEC).
- une empreinte différente entre les rejets des STEP urbaines et l'intra-Bassin en termes de pesticides et de filtres-UV ;
- l'absence de médicaments d'origine humaine dans le Bassin alors qu'on les retrouve dans les eaux usées traitées ;
- pas d'impact chimique avéré du Wharf au niveau du banc d'Arguin, notamment en termes d'alkylphénols et d'ETM.

*L'évolution des concentrations depuis 2008* : L'évolution des concentrations en micropolluants depuis les premières analyses réalisées en 2008 montre :

- une évolution pour certains pesticides (augmentation des teneurs en diuron et terbutryne notamment), très certainement en lien avec des changements d'usage correspondants aux évolutions de la réglementation ;
- peu d'évolution pour les substances pharmaceutiques analysées, à l'exception possible du diclofénac dont les concentrations semblent augmenter ;
- pas d'évolution notable pour les éléments traces métalliques.

### 5.2. Perspectives

#### 5.2.1. Poursuite de l'analyse de l'empreinte en micropolluants

L'observation de différences dans le profil en pesticides entre les entrées des STEP de La Teste de Buch et de Biganos et notamment la présence de MOA en entrée de la STEP de La Teste du Buch pose question ; des investigations vont être portées vers :

- la recherche des sources de MOA sur le réseau amont de la STEP de La Teste de Buch ;

- la possibilité d'entrées d'eaux parasites dans le réseau, potentiellement en lien avec sa structure (présence de passe-débites ; Cf. livrable 2.1.) au niveau du réseau amont de la STEP de La Teste de Buch ; et/ou en lien avec l'hydrodynamisme du Bassin et en particulier la présence d'une nappe sub-affleurante.

Par ailleurs, pour les micropolluants organiques, les actions se sont focalisées sur les sources urbaines. Des analyses complémentaires seraient à réaliser pour remettre à jour la comparaison des profils des rejets urbains avec les rejets industriels, et définir la contribution de chaque rejet à l'empreinte du rejet final au niveau du Wharf.

Enfin, en parallèle de **REMPAR** et dans le cadre du pôle de recherche Eloa, des travaux ont démarré sur l'analyse de l'empreinte en tensioactifs sur le réseau et au niveau des STEP. En effet, l'apparition intermittente au Wharf d'épisodes de moussage a conduit à s'interroger sur le rôle de ces substances dont l'usage domestique et industriel marque les eaux usées.

### **5.2.2. Actions de sensibilisation**

Comme rapporté dans l'article de Heitz et al. (2017), pour le grand-public, l'évocation de la pollution fait penser principalement aux industriels puis aux agriculteurs (Michel-Guillou, 2011 ; cité par Heitz et al., 2017), alors que la source domestique représente une part très importante de la pollution contenue dans les eaux usées. Il reste donc important de sensibiliser le grand public sur cette source : en effet, d'après le Centre d'Information sur l'Eau, la pollution journalière produite par une personne (ou équivalent-habitant) utilisant 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- 90 grammes de matières organiques ou minérales ;
- 57 grammes de matières oxydables ;
- 15 grammes de matières azotées ;
- 4 grammes de phosphore (issus des détergents) ;
- 0,23 gramme de résidus de métaux lourds (plomb, cadmium, arsenic, mercure...) ;
- 0,05 gramme de composés (fluor, chlore, brome, iode...) ;
- 1 à 10 milliards de germes par 100 ml.

De plus, les eaux usées domestiques, transitant dans les réseaux d'assainissement, contiennent un nombre important de micropolluants organiques dont :

- les médicaments, dont il a été montré dans **REMPAR** que, pour le Bassin, la source domestique est prépondérante (Cf. livrable 2.3.) ;
- les tensioactifs dont il est fait un usage très large dans les produits cosmétiques et ménagers (Rotsidou et Scrimshaw, 2015 ; Zhang et al., 2015) ;
- les phtalates et les alkylphénols dont les travaux menés par Bergé et al. (2013) montrent, que les flux présents dans le réseau d'assainissement parisien proviennent à 95 % des rejets des particuliers ;
- certains pesticides dont la réglementation et l'emploi ont basculé d'un usage « phytosanitaire » agricole à un usage « biocide », notamment dans les produits de construction.

Sur le Bassin d'Arcachon, le SIBA a créé un espace pédagogique, l'EAU'ditorium, afin de sensibiliser les scolaires au parcours de l'eau, de l'habitation à son retour au milieu naturel (Cf. livrable 5). L'EAU'ditorium permet notamment de comprendre les grands principes de la dépollution des eaux usées <sup>7</sup>.

Toutefois, une information complémentaire à celle proposée au sein de l'EAU'ditorium, plus ciblée sur les micropolluants domestiques et les pratiques alternatives pourrait être mise en place à destination du grand public ; comme cela a été fait par exemple dans le cadre du projet Lumieau-Stra<sup>8</sup> avec la réalisation de documents vulgarisés sur les produits ménagers ("Ménage au naturel" ; <https://www.strasbourg.eu/menageaunaturel>).

<sup>7</sup> <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/index.php/pole-de-competences/assainissement-des-eaux-usees-mode-d-emploi/eauditorium>

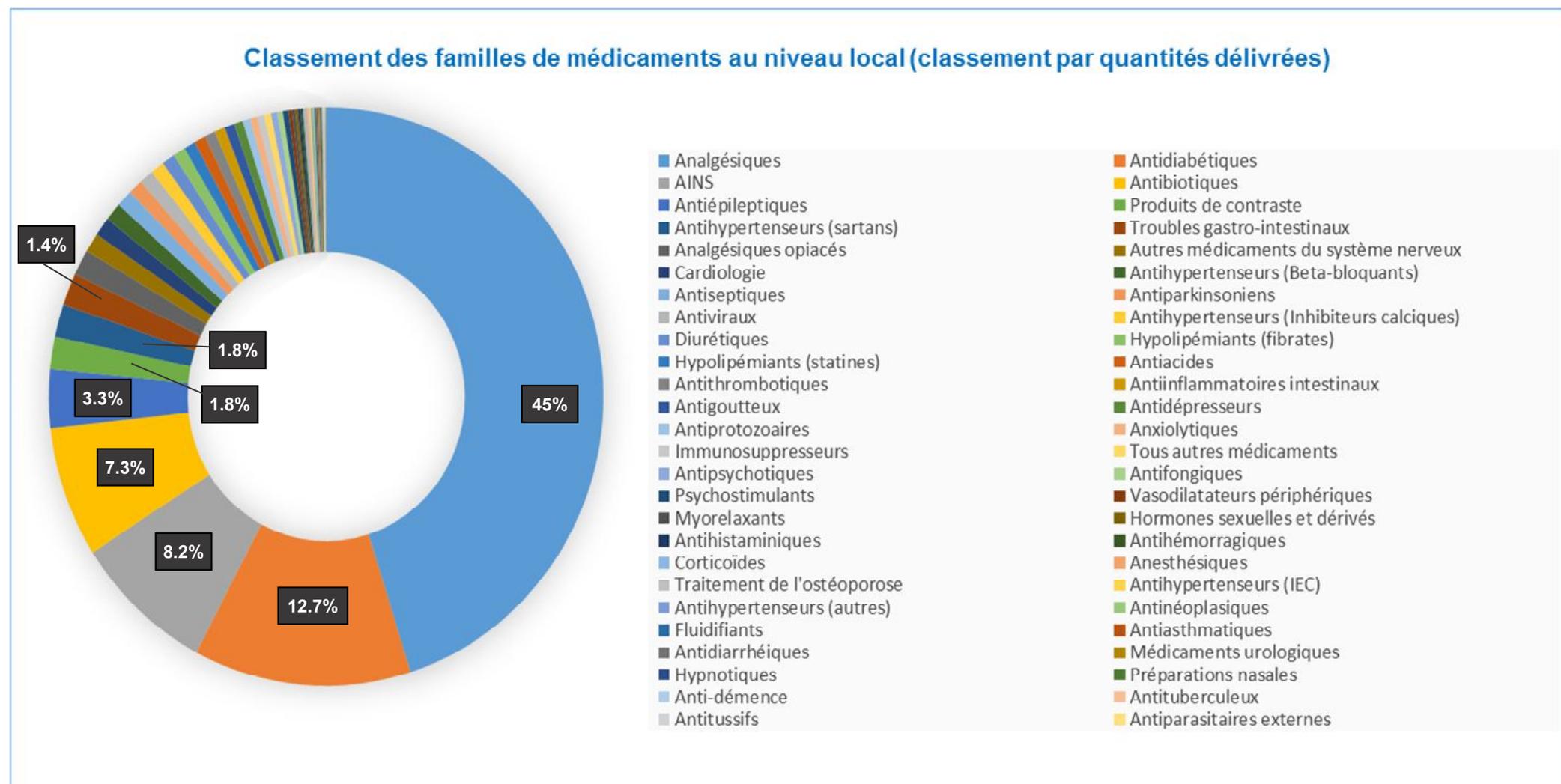
<sup>8</sup> <https://www.strasbourg.eu/lumieau-stra>

## Bibliographie

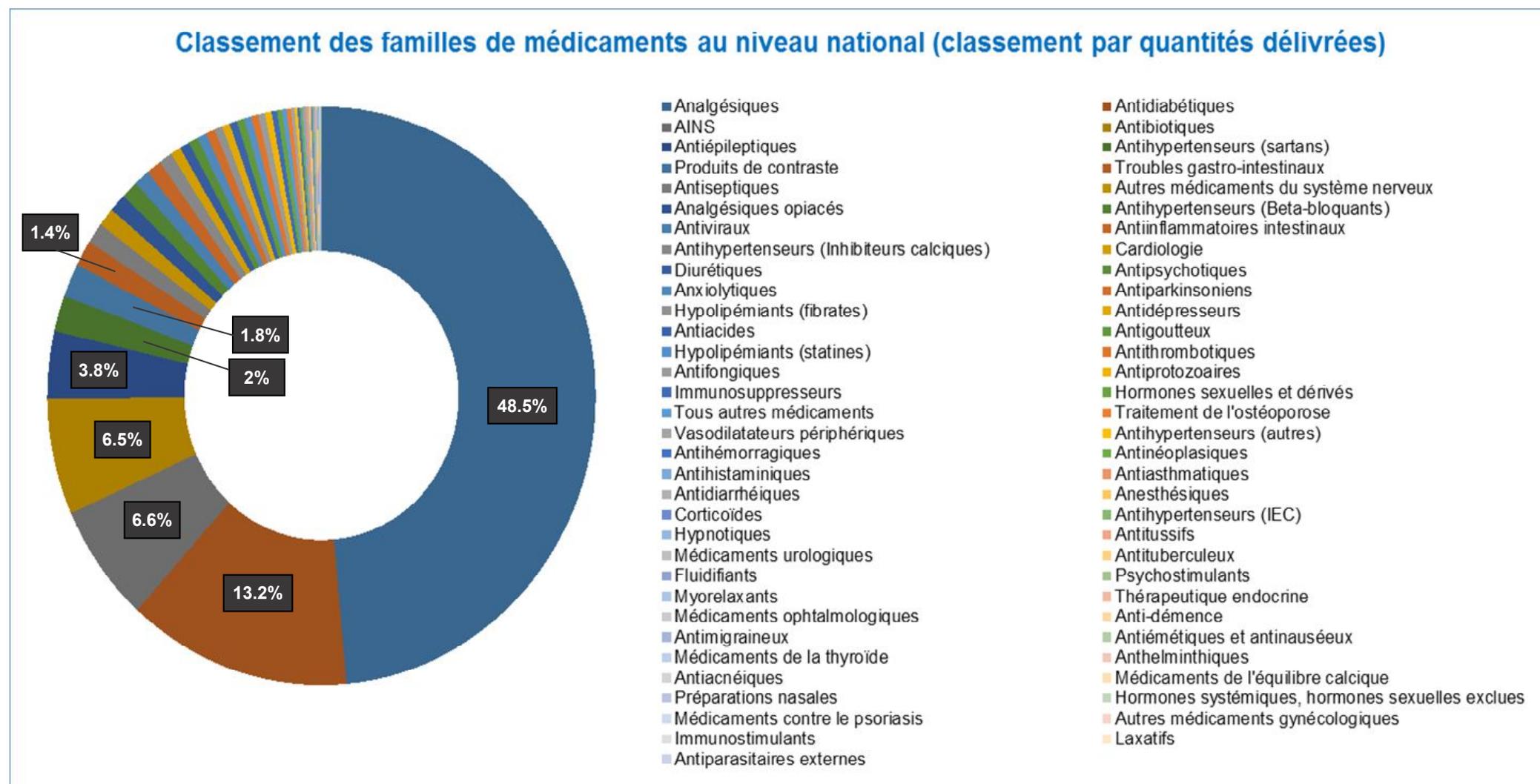
- ACTIMAR. 2018. Modélisation de la dispersion des effluents rejetés par le Wharf de la Salie. Rapport final – Projet POC-0904 – SAFEGE – ACTIMAR ; 152 p.
- C. Alzieu, M. Heral. Ecotoxicological effects of organotin compounds on oyster culture. *Ecotoxicological Testing for the Marine Environment*, 2 (1984) 187–196.
- Y. Aminot. Etude de l'impact des effluents urbains sur la qualité des eaux de la Garonne : application aux composés pharmaceutiques et aux filtres UV. PhD thesis, Université de Bordeaux 1, 2013
- H. R. Andersen, M. Lundsbye, H. V. Wedel, E. Eriksson., A. Ledin. Estrogenic personal care products in greywater reuse system. *Water Science & Technology*, 56 (2007) 45-49.
- M. E. Balmer, H. R. Buser, M. Muller, T. Poiger. Occurrence of Some Organic UV Filters in Wastewater, in Surface Waters, and in Fish from Swiss Lakes. *Environmental Sciences and Technologies* 39 (2005) 953-962.
- A. Bergé, Gasperi J., Rocher V. Gras L. Coursimault A. Moilleron R. Phtalates et alkylphénols dans les effluents industriels : contribution à la pollution véhiculée dans les réseaux d'assainissement parisiens, *Techniques Sciences Méthodes*, 11 (2013) 45–54.
- A. Bruchet, S. Martine, M. Coquery. Indicateurs chimiques d'efficacité de traitement et d'influence des rejets de stations d'épuration sur le milieu récepteur. *Techniques, Sciences, Méthodes* 3, (2015) 15-30.
- H. Budzinski, K. Le Menach K., L. Peluhet, Augagneur S., Tapie N. Caractérisation de la concentrations en contaminants organiques et inorganiques. Phase 1 (2008). 44 p.
- H. Budzinski, N. Tapie, J.L. Gonzalez, Le Ménach K., T. Gény. Etude des rejets du Wharf de la Salie. Phase 2 opération 1 (2010). 25p.
- H. Budzinski, N. Tapie, K. Le Ménach, T. Gény. Etude de la variabilité des effluents urbains des STEP de La Teste et Biganos et de l'effluent industriel de SMurfit-Kappa. Phase 2 opération 2 (2012) 32p.
- M. J. M. Bueno, A. Agüera, M. D. Hernando, M. J. Gómez, A. R. Fernández-Alba. Evaluation of various liquid chromatography-quadrupole-linear ion trap-mass spectrometry operation modes applied to the analysis of organic pollutants in wastewaters. *Journal of Chromatography A*, 1216 (2009) 5995–6002
- J. Campo, A. Masiá, C. Blasco, Y. Picó. Occurrence and removal efficiency of pesticides in sewage treatment plants of four Mediterranean River Basins. *Journal of Hazardous Materials*, 263 (2013) Part 1, 146–157.
- J.-M. Choubert, S. Martin-Ruel, H. Budzinski, C. Miège, M. Esperanza, C. Soulier, C. Lagarrigue, M. Coquery. Évaluer les rendements des stations d'épuration. Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées *Techniques Sciences Méthodes* 1/2 (2011) 44-62.
- M. Coquery, M. Pomiès, S. Martin-Ruel, H. Budzinski, C. Miège, M. Esperanza, C. Soulier, J.-M. Choubert. Mesurer les micropolluants dans les eaux usées brutes et traitées. Protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux. *Techniques Sciences Méthodes* 1/2 (2011) 25-43.
- J. Cruz. Etude de la contamination par les pesticides des milieux eau, air et sols : développement de nouveaux outils et application à l'estuaire de la Gironde. PHD thesis (2016), Université de Bordeaux.
- E. Eriksson, H. R. Andersen, T. S. Madsen, A. Ledin. Greywater pollution variability and loadings. *Ecological Engineering* 35 (2009) 661-669.

- D. Geara-Matta. Flux et sources des parabènes, du triclosan et du triclocarban en milieux urbains denses : comparaison entre Paris et Beyrouth. PhD thesis, Université Paris-Est, 2013.
- M.J. Gomez, M.M. Gomez-Ramos, A. Aguera, M. Mezcua, S. Herrera, A.R. Fernandez-Alba. A new gas chromatography/mass spectrometry method for the simultaneous analysis of target and non-target organic contaminants in waters. *Journal of Chromatography A*, 1216 (2009) 4071-4082.
- R. U. Halden, D. H. Paull. Analysis of Triclocarban in Aquatic Samples by Liquid Chromatography Electropray Ionization Mass Spectrometry. *Environmental Sciences and technologies*, 38 (2004) 4845 - 4855.
- C. Heitz, M. Pierette, R. Barbier. Les micropolluants d'origine domestique dans l'eau : enquête sur la représentation d'une nouvelle menace. *Biodiversité et gestion des territoires* 17 (2017). <https://journals.openedition.org/vertigo/18723>.
- G. Leroy, V. Ingrand, J-P Besse, S. Jeandenand, D. Lafon, S. Vrignon, M-C Huau. Cartographie des micropolluants organiques et minéraux des eaux du système d'assainissement du bassin d'Arcachon ». *Techniques Sciences Méthodes*. 10 (2017) 45-58.
- C. Miege, J. M. Choubert, L. Ribeiro, M. Eusebe, M. Coquery, Fate of pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment plants - Conception of a database and first results. *Environmental Pollution* 157 (2009), 1721-1726.
- R. Rosal, A. Rodriguez, J. A. Perdigon-Melon, A. Petrea, E. Garcia-Calvo, M. J. Gomez, A. Aguera, A. R. Fernandez-Alba. Occurrence of emerging pollutants in urban wastewater and their removal through biological treatment followed by ozonation. *Water research* 44 (2010) 578–588.
- M. Rotsidou, M.D. Scrimshaw. An approach for prioritizing "down-the-drain" chemicals used in the household. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (2015) 1351-1367.
- L. Sanchez-Prado, M. Llompарт, M. Lores, C. Garcia-Jares, J. M. Bayona, R. Cela. Monitoring the photochemical degradation of triclosan in wastewater by UV light and sunlight using solid-phase microextraction. *Chemosphere*, 65 (2006) 1338-1347
- H. Singer, S. Muller, C. Tixier, L. Pillonel. Triclosan: Occurrence and Fate of a Widely Used Biocide in the Aquatic Environment: Field Measurements in Wastewater Treatment Plants, Surface Waters, and Lake Sediments. *Environmental Sciences and technologies*, 36 (2002) 4998-5004.
- C. Zhang, F. Cui, G.M. Zeng, M. Jiang, Z.Z Yang, Z.G. Yu, M.Y. Zhu, L.Q. Shen. Quaternary ammonium compounds (QACs): a review on occurrence, fate and toxicity in the environment. *Science of the Total Environment* 15 (2015) 518-519

## Annexe A. Profil des substances médicamenteuses délivrées en 2013 dans 3 officines du Bassin d'Arcachon.

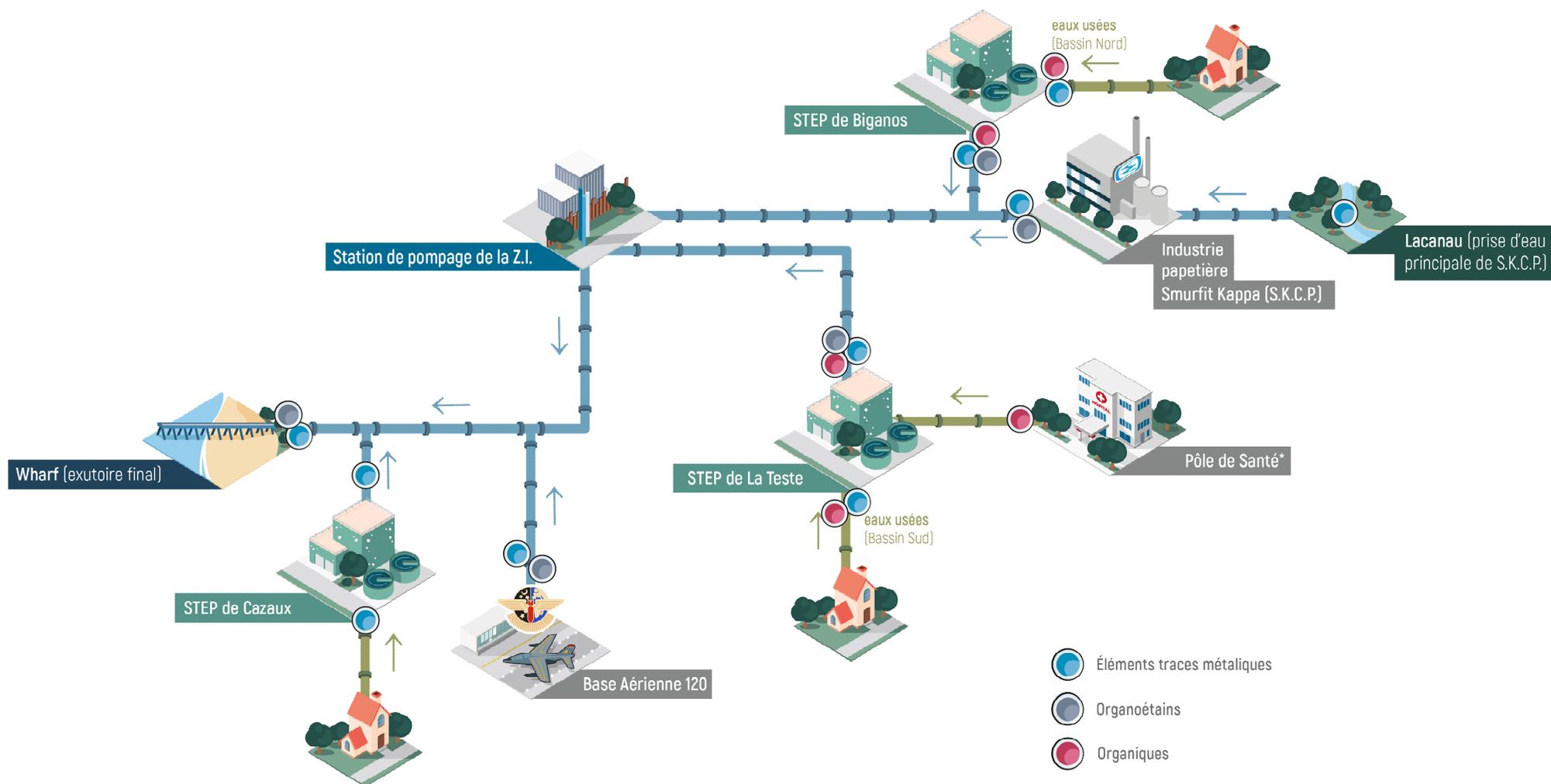


## Annexe B. Profil des substances médicamenteuses délivrées en 2013 dans les officines au niveau national.



Classement effectué sur la base des données medic'AM pour l'année 2013 (Ameli.fr)

Annexe C. Synoptique du plan d'échantillonnage pour le réseau d'eaux usées.



\* Pour le Pôle de Santé, les analyses et les résultats sont présentés dans le livrable 2.3.

### Annexe D. Tableau récapitulatif des composés organiques suivis et des limites de quantification associées.

Classe	Famille	Composé	LQ (ng/L)
Biocides		triclocarban	0.8
Biocides		triclosan	5.2
Filtres-UV		avobenzone	10
Filtres-UV		BP 1	10
Filtres-UV		DHHB	1
Filtres-UV		EHMC	10
Filtres-UV		octocrylene	20
Filtres-UV		oxybenzone	2
Hormones		alpha oestradiol (17 $\alpha$ -E2)	3.4
Hormones		beta oestradiol (17 $\beta$ -E2)	4.4
Hormones		Ethnyloestradiol	4.4
Hormones		Oestriol (E3)	8.7
Hormones		Oestrone (E1)	1.1
Parabènes		butyl paraben	1.6
Parabènes		ethyl paraben	3.0
Parabènes		isobutyl paraben	1.4
Parabènes		methyl paraben	10.0
Parabènes		propyl paraben	3.0
Pesticides	Herbicides	glyphosate	9.2
Pesticides	Fongicides	azoxystrobine	1.2
Pesticides	Fongicides	carbendazime	1.1
Pesticides	Fongicides	dichlofluanide	6.6
Pesticides	Fongicides	difénoconazole	0.8
Pesticides	Fongicides	econazole	1.5
Pesticides	Fongicides	époconazole	0.5
Pesticides	Fongicides	famoxadone	7.7
Pesticides	Fongicides	fenbuconazole	1.0
Pesticides	Fongicides	fluquinconazole	2.6
Pesticides	Fongicides	flusilazole	0.0
Pesticides	Fongicides	flutriafol	5.5
Pesticides	Fongicides	hexaconazole	1.1
Pesticides	Fongicides	imalazil	3.2
Pesticides	Fongicides	métalaxyl	0.5
Pesticides	Fongicides	metconazole	1.7
Pesticides	Fongicides	propiconazole	1.7
Pesticides	Fongicides	tébuconazole	2.6
Pesticides	Fongicides	tétraconazole	1.4
Pesticides	Fongicides	tolylfluanide	1.9
Pesticides	Fongicides	triadimenol A et B	6.4
Pesticides	Fongicide Métabolite	DMSA	0.4
Pesticides	Fongicide Métabolite	DMST	0.2
Pesticides	Herbicides	acétochlore	2.7
Pesticides	Herbicides	alachlore	6.6
Pesticides	Herbicides	atrazine	1.7
Pesticides	Herbicides	bentazone	27.1

Classe	Famille	Composé	LQ (ng/L)
Pesticides	Herbicides	chlorotoluron	0.5
Pesticides	Herbicides	chlorsulfuron	3.9
Pesticides	Herbicides	diflufénican	2.0
Pesticides	Herbicides	dimétachlore	0.7
Pesticides	Herbicides	diuron	0.2
Pesticides	Herbicides	flazasulfuron	0.6
Pesticides	Herbicides	fluazifop-p-butyl	0.9
Pesticides	Herbicides	hexazinone	0.5
Pesticides	Herbicides	irgarol	0.1
Pesticides	Herbicides	isoproturon	0.1
Pesticides	Herbicides	linuron	1.3
Pesticides	Herbicides	métamitrone	2.9
Pesticides	Herbicides	métazachlor	0.1
Pesticides	Herbicides	métolachlor	0.5
Pesticides	Herbicides	métoxuron	0.3
Pesticides	Herbicides	metsulfuron-methyl	140.0
Pesticides	Herbicides	nicosulfuron	1.7
Pesticides	Herbicides	propazine	1.0
Pesticides	Herbicides	quizalofop-éthyl	0.8
Pesticides	Herbicides	quizalofop-p-tefuryl	1.3
Pesticides	Herbicides	simazine	8.6
Pesticides	Herbicides	terbutryne	191.0
Pesticides	Herbicides	terbutylazine	24.0
Pesticides	Herbicide Métabolite	124 DCPU	4.1
Pesticides	Herbicide Métabolite	134 DCPU	3.9
Pesticides	Herbicide Métabolite	1343 DCPMU	3.5
Pesticides	Herbicide Métabolite	acetochlore ESA	1.4
Pesticides	Herbicide Métabolite	acetochlore OA	9.1
Pesticides	Herbicide Métabolite	AMPA	49.3
Pesticides	Herbicide Métabolite	atrazine 2 hydroxy	0.8
Pesticides	Herbicide Métabolite	DEA	3.8
Pesticides	Herbicide Métabolite	DIA	6.7
Pesticides	Herbicide Métabolite	hydroxy simazine	0.9
Pesticides	Herbicide Métabolite	métolachlore ESA	2.7
Pesticides	Herbicide Métabolite	métolachlore OA	3.0
Pesticides	Herbicide Métabolite	terbutylazine desethyl	0.6
Pesticides	Insecticides	bifenthrine	0.1
Pesticides	Insecticides	carbosulfan	45.2
Pesticides	Insecticides	chlorfenvinfos	0.5
Pesticides	Insecticides	chlorpyrifos	0.2
Pesticides	Insecticides	chlorpyrifos methyl	0.0
Pesticides	Insecticides	cyfluthrine	2.1
Pesticides	Insecticides	cyperméthrine	1.4
Pesticides	Insecticides	deltamethrine	1.5
Pesticides	Insecticides	diazinon	0.2
Pesticides	Insecticides	esfenvalérate	0.8

Classe	Famille	Composé	LQ (ng/L)
Pesticides	Insecticides	fipronil	4.9
Pesticides	Insecticides	imidaclopride	0.1
Pesticides	Insecticides	méthiocarb	0.3
Pesticides	Insecticides	thiaméthoxam	1.2
Pesticides	Insecticide métabolite	fipronil desulfinil	1.2
Pesticides	Insecticide métabolite	fipronil sulfide	1.6
Pesticides	Insecticide métabolite	fipronil sulfone	1.6
Pharmaceutiques	Analgésiques	acide salicylique	59.6
Pharmaceutiques	Analgésiques	aspirine	70.7
Pharmaceutiques	Analgésiques	diclofenac	17.5
Pharmaceutiques	Analgésiques	paracétamol	33.2
Pharmaceutiques	Anti-cancéreux	cyclophosphamide	0.1
Pharmaceutiques	Anti-cancéreux	ifosfamide	27.4
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	alprazolam	9.9
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	amitriptyline	6.3
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	bromazepam	19.5
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	diazepam	4.9
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	fluoxétine	9.1
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	imipramine	1.1
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	nordiazepam	5.0
Pharmaceutiques	Antidépresseurs	oxazepam	4.6
Pharmaceutiques	Antiépileptiques	carbamazépine	2.5
Pharmaceutiques	Antiépileptiques	gabapentine	100.6
Pharmaceutiques	Antiépileptiques	primidone	22.6
Pharmaceutiques	Anti-inflammatoires	hydroxy ibuprofene	33.8
Pharmaceutiques	Anti-inflammatoires	ibuprofene	34.6
Pharmaceutiques	Anti-inflammatoires	ketoprofene	22.1
Pharmaceutiques	Anti-inflammatoires	naproxene	4.7
Pharmaceutiques	Antiviraux	abacavir	10.4
Pharmaceutiques	Antiviraux	lamivudine	19.2
Pharmaceutiques	Antiviraux	ritonavir	8.8
Pharmaceutiques	Antibiotiques	ciprofloxacine	19.7
Pharmaceutiques	Antibiotiques	clarithromycine	8.6
Pharmaceutiques	Antibiotiques	clindamycine	3.7
Pharmaceutiques	Antibiotiques	lincomycine	8.3
Pharmaceutiques	Antibiotiques	métronidazole	16.0
Pharmaceutiques	Antibiotiques	norfloxacine	18.3
Pharmaceutiques	Antibiotiques	ofloxacine	11.8
Pharmaceutiques	Antibiotiques	roxithromycine	20.1
Pharmaceutiques	Antibiotiques	spiramycine	53.5
Pharmaceutiques	Antibiotiques	sulfaméthoxazole	11.3
Pharmaceutiques	Antibiotiques	triméthoprime	8.3
Pharmaceutiques	Antibiotiques	cétirizine	3.0
Pharmaceutiques	Antibiotiques	clopidogrel	2.1
Pharmaceutiques	Antibiotiques	disopyramide	1.0
Pharmaceutiques	Beta-bloquants	atenolol	63.7

Classe	Famille	Composé	LQ (ng/L)
Pharmaceutiques	Beta-bloquants	bisoprolol	1.6
Pharmaceutiques	Beta-bloquants	propranolol	11.3
Pharmaceutiques	Beta-bloquants	sotalol	17.6
Pharmaceutiques	Bronchodilatateurs	salbutamol	6.9
Pharmaceutiques	Bronchodilatateurs	terbutaline	23.1
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	acide clofibrigue	3.2
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	acide fenofibrigue	1.9
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	atorvastatine	28.4
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	bezafibrate	9.2
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	gemfibrozil	5.4
Pharmaceutiques	Hypolipémiants	pravastatine	110.1
Pharmaceutiques	Stimulants	caféine	28.2
Pharmaceutiques	Stimulants	théophylline	17.0

### Annexe E. Rendements d'élimination métalliques pour les stations d'épuration de la Teste de Buch et de Cazaux.

Métaux	Rendement (%)									
	M	AMPERES	< 0	1		30			70	90
Ag	NC	90%								
Al	82%	92%						<	<	< M >
As	8%	28%	<	M	>	>				
Cd	NC	65%								
Co	75%	16%							<	M >
Cr	94%	85%								M
Cu	96%	83%								M
Fe	94%	82%								M
Hg	NC	91%								
Mn	32%	NR			<	<	M	>	>	
Mo	-17%	37%	M	>	>	>	>	>	>	
Ni	76%	57%						<	<	M >
Pb	95%	73%								M
Sn	96%	86%								M
Ti	98%	74%								< M
V	NC	<0								
Zn	94%	57%								M

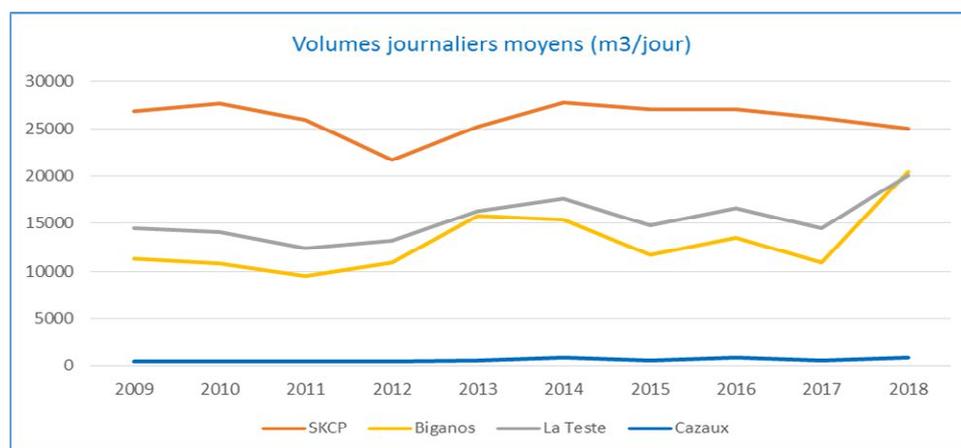
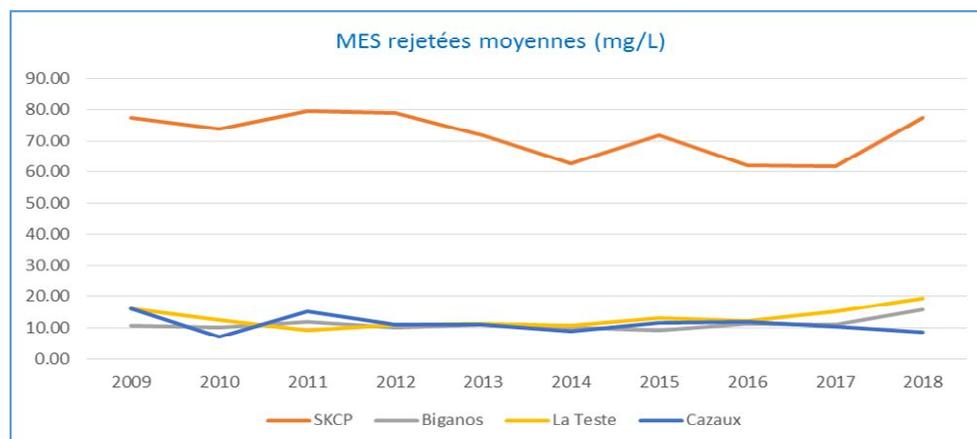
#### Station de La Teste de Buch

Métaux	Rendement (%)									
	M	AMPERES	< 0	1		30			70	90
Ag	NC	90%								
Al	95%	92%								M
As	-23%	28%	M	>	>	>	>			
Cd	NC	65%								
Co	42%	16%	<	<	<	<	<	M	>	>
Cr	73%	85%							<	<
Cu	86%	83%								M >
Fe	71%	82%								M >
Hg	NC	91%								
Mn	35%	NR			<	<	<	M	>	>
Mo	72%	37%							<	<
Ni	59%	57%								M >
Pb	87%	73%								M >
Sn	87%	86%								M >
Ti	92%	74%								< M
V	NC	<0								
Zn	66%	57%							<	<

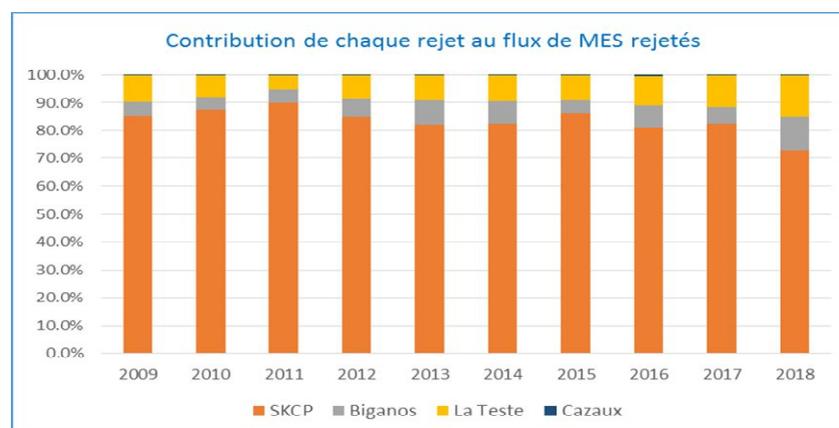
#### Station de Cazaux

<b>M</b>	Moyenne	<b>NC</b>	Valeur non calculée		Rendement inférieur à 30%
<b>&lt; &gt;</b>	Etendue des valeurs rencontrées	<b>NR</b>	Métal non recherché		Rendement compris entre 30 et 70%
<b>Ampères</b>	Rendements rapportés dans Ampères		Rendement négatif		Rendement supérieur à 70%

## Annexe F. Evolution des rejets urbains et industriels (volumes d'eau rejetés, MES) depuis 2011.



Remarque : L'augmentation des volumes sur les STEP en 2018 est la conséquence d'une pluviométrie importante et de l'entrée d'eaux parasites sur le réseau.









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](http://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](http://www.onema.fr)

SIBA  
16 allée Corrigan  
33120 Arcachon  
05 57 52 74 74  
[www.siba-bassin-arcachon.fr](http://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](http://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](http://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](http://www.irstea.fr)