

Rapport d'étude : Les tensioactifs

Table des matières

1.	Contexte	5
1.1.	Les tensioactifs, rappels	5
1.2.	Usages des tensioactifs	5
2.	Les tensioactifs, catégories, réglementation, occurrence, toxicité.....	7
2.1.	Tensioactifs naturels et synthétiques.....	7
2.2.	Catégories de tensioactifs	7
2.3.	Réglementation des tensioactifs.....	10
2.4.	Occurrence	11
2.5.	Toxicité	12
2.5.1.	Toxicité sur les organismes du milieu marin	12
2.5.2.	Impact sur la végétation	13
2.6.	Phénomènes de moussage.....	13
2.6.1.	Rappels, formation de la mousse	13
2.6.2.	Phénomènes de moussage d'origine anthropique	14
2.6.3.	Phénomènes d'origine naturelle	14
3.	Suivis réalisés sur le territoire	16
3.1.	Objectifs du SIBA	16
3.2.	Campagnes de prélèvement et objectifs poursuivis	16
3.2.1.	Empreinte des grandes familles de tensioactifs – Cartographie sur le réseau public d'assainissement des eaux usées du Bassin d'Arcachon.....	16
3.2.2.	Empreinte ciblée sur des molécules spécifiques - Cartographie sur le réseau public d'assainissement et comparaison des rejets urbains et hospitaliers.....	17
3.2.3.	Empreinte ciblée sur des molécules spécifiques - Campagne exceptionnelle sur la plage de Biscarosse	19
3.3.	Matériel et méthodes.....	20
3.3.1.	Prélèvement	20
3.3.2.	Préparation de l'échantillon	20
3.3.3.	Protocoles analytiques	21
4.	Résultats	22
4.1.	Empreinte sur le réseau d'assainissement pour les 3 grandes familles.....	22
4.2.	Empreinte sur le réseau d'assainissement pour les molécules spécifiques.....	24
4.2.1.	Phase dissoute	24
4.2.2.	Phase particulaire	27
4.2.3.	Concentrations totales	29
4.3.	Résultats - Campagnes réalisées dans le cadre de REMPLAR	31
4.3.1.	Comparaison entre les effluents hospitaliers et les effluents urbains.....	31
4.3.2.	Comparaison de l'empreinte entre différents territoires au niveau national	32
4.4.	Résultats - Campagne exceptionnelle : épisode de mousse.	32

5. Conclusion préliminaire et perspectives	35
Bibliographie.....	36
Annexe A. Résultats des campagnes de suivi pour les grandes classes de tensioactifs.....	40
Annexe B. Résultats des campagnes de suivi pour les molécules du projet SIPIBEL-RILACT (phase dissoute, concentrations en µg/L).....	43
Annexe B. Résultats des campagnes de suivi pour les molécules du projet SIPIBEL-RILACT (phase particulaire, concentrations en µg/kg).....	45

1. Contexte

1.1. Les tensioactifs, rappels

Appelés également « agents de surface » ou « surfactants » en anglais (pour surface active agents), les tensioactifs sont des substances d'origine naturelle ou synthétique, solubles dans l'eau.

Tous les tensioactifs naturels ou de synthèse ont la propriété commune de posséder un squelette asymétrique présentant deux groupes d'atomes liés de façon covalente : l'un hydrophile, à tête polaire affine avec l'eau, l'autre hydrocarboné, compatible avec les corps gras, et donc lipophile. Cette structure induit une interaction différentielle des deux extrémités avec le solvant et donc une tendance à former des micelles (Knepper et Berna, 2003). Les tensioactifs modifient ainsi la tension superficielle du liquide dans lequel ils sont introduits, permettant à certains produits naturellement non miscibles tels que l'eau et l'huile de se mélanger. Cette propriété leur confère des usages extrêmement variés en tant qu'émulsifiant ou agent moussant par exemple.

1.2. Usages des tensioactifs

De par leurs propriétés, les tensioactifs sont très largement utilisés de par le monde (Ying 2006). On les retrouve ainsi dans la composition de nombreux produits tels que les détergents domestiques, professionnels et industriels, les produits de soins corporels tels que les shampoings ou les cosmétiques, les produits phytosanitaires ou encore les médicaments. Ils sont également impliqués dans de nombreux processus industriels (voir le site du CESIO, European Committee of Organic Surfactants and their Intermediates ; <http://www.cesio.eu/>).

L'usage détergent ménager, industriel et institutionnel (écoles, hôpitaux, ...) représentait en 2002 la plus grosse consommation de tensioactifs (Rocher, 2002, Rios et al., 2018 et Figure 1). Les tensioactifs sont également très utilisés pour des usages industriels et agricoles : nettoyage et dégraissage de matériaux, synthèse de matières plastiques, dispersion de pigments dans les peintures, élaboration de produits phytosanitaires et d'engrais, traitement du cuir... (Tableau 1).

Le marché des tensioactifs est un marché porteur. D'après une étude de l'ADEME menée en 2001 sur la substitution des tensioactifs d'origine pétrochimique par des tensioactifs issus de matières renouvelables (ADEMA-AGRICE, 2001 cité par Ludot, 2013), le volume mondial de production était estimé à 11 millions de tonnes, dont plus de la moitié pour un usage de type détergent et près d'un

tiers dans le secteur des industries techniques et agricoles. L'usage des tensioactifs apparaît être en constante augmentation avec une production mondiale de 1.7 million de tonnes en 1984, de près de 16 millions de tonnes en 2014 et estimée à 24 millions de tonnes en 2022 (Roach, 2015 cité par Mitru et al., 2020). Également, selon une étude de l'ADEME (ADEME-AGRICE 2001, cité par Ludot, 2013) les tensioactifs non ioniques représentaient les plus gros volumes en Europe (environ 50 %), alors qu'au niveau mondial la classe des anioniques était prépondérante ($\geq 60\%$).

En termes d'utilisation, en 2012, l'Europe était en tête de la consommation de tensioactifs (31% des quantités utilisées), suivie par les Etats-Unis (28%) et la Chine (17%) (Rios et al., 2018).

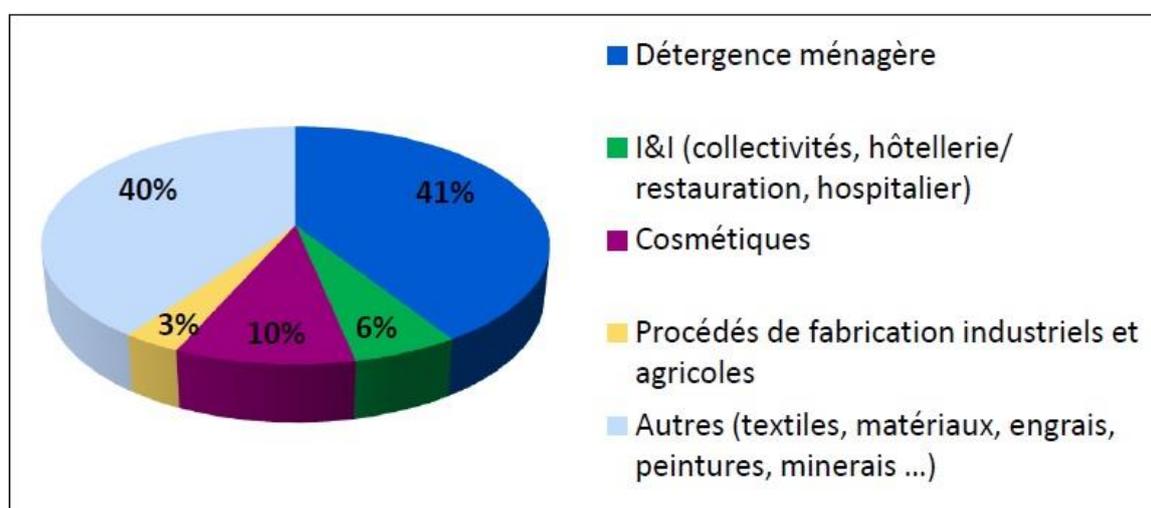


Figure 1 : Segmentation du marché européen des tensioactifs par secteur d'application en 2002 (Source : Ludot, 2013).

Tableau 2 : Usages des tensioactifs (d'après Olkowska et al., 2014).

Types de tensioactifs		
Cationiques	Anioniques	Non ioniques
Désinfectants / antiseptiques	Détergents ménagers / liquide vaisselle	Détergents ménagers et industriels
Cosmétiques, médicaments	Blanchisserie	Emulsifiants / agents dispersants
Blanchisserie	Cosmétiques / produits de soins corporels	Cosmétiques
Agents antistatiques	Agents azurants / colorants	Peintures
Inhibiteurs de corrosion	Agents dispersants	Revêtements
Agents de flottation	Formulation de pesticides	Formulation de pesticides
	Médicaments	Industrie textile et du papier

2. Les tensioactifs, catégories, réglementation, occurrence, toxicité

2.1. Tensioactifs naturels et synthétiques

Les tensioactifs peuvent être d'origine naturelle ou synthétique. Les tensioactifs synthétiques sont issus de l'industrie pétrochimique. Ils représentaient en 2002, 70% de la production totale de tensioactifs (Tableau 2).

Concernant les tensioactifs d'origine naturelle, il convient, selon Ludot (2013) de faire la distinction entre les tensioactifs naturels, les biotensioactifs et les agro-tensioactifs :

- Un tensioactif naturel est une molécule existante chez les organismes vivants du règne animal ou végétal, les saponines et la lécithine en sont des exemples.
- Un biotensioactif est produit par l'action d'un micro-organisme biologique (levure, bactérie, champignon ...).
- Un agro-tensioactif est un tensioactif partiellement ou totalement biosourcé. C'est à dire qu'une ou les deux parties (hydrophile et hydrophobe) sont d'origine végétale.

Tableau 2 : Marché Européen des tensioactifs par origine en 2002 (Source Ludot 2013).

Origine	Volume (kt)	Répartition
Origine pétrolière	1720	69 %
Origine végétale	625	25 %
Origine animale	179	6 %
Total	2524	100%

2.2. Catégories de tensioactifs

Selon la charge de la partie polaire (hydrophile), les tensioactifs sont classés en quatre grandes familles : les anioniques (chargés négativement), les cationiques (chargés positivement), les zwitterioniques (possédant plusieurs charges selon le pH) et les non-ioniques (absence de charges).

Les anioniques

Ces tensioactifs se chargent négativement dans l'eau. C'est le groupe le plus utilisé à l'échelle mondiale, dans lequel on retrouve des composés dont le groupement hydrophile peut-être un ion

sulfonate (SO_3^-), un ion sulfate (SO_2^{4-}) ou un ion carboxylate (COO^-). Exemples : tensioactifs sulfonés (LAS¹, AOS², SAS³, MES⁴), tensioactifs sulfatés (AS⁵, AES⁶), tensioactifs carboxylés (savons et dérivés d'acides gras)... Les LAS sont les tensioactifs anioniques synthétiques les plus fréquemment utilisés au cours des dernières décennies.

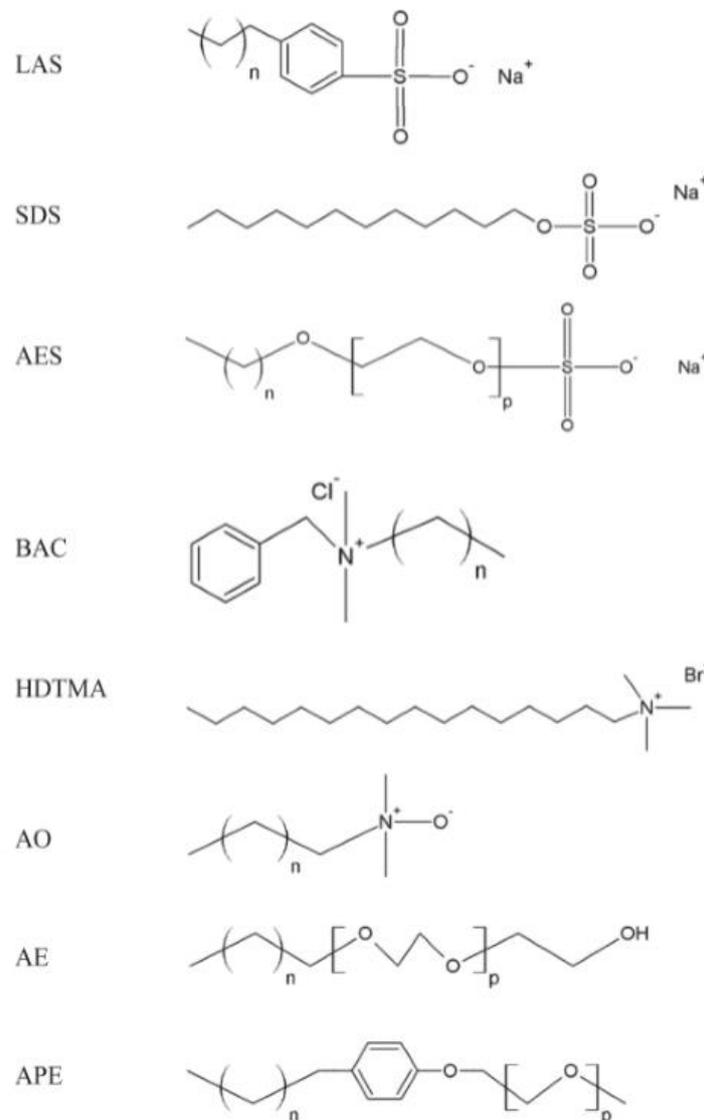


Figure 3 : Principaux tensioactifs (Source : Ivanković et Hrenović, 2010).

Abréviations : LAS, Sulfonates d'alkylbenzènes linéaires (anionique) ; SDS, Sodium dodécyl sulfate (anionique) ; AES, Alkylethoxysulfate (anionique) ; BAC, Chlorure de benzalkonium (cationique) ; HDTMA, Hexadecyltriméthylammonium bromide (cationique) ; AO, oxydes d'amines (amphotères) ; AE, Ethoxylate d'alcool (non-ionique) ; APE, Alkylphénol éthoxylé (non-ionique).

¹ Sulfonates d'alkylbenzènes linéaires

² α -oléfines sulfonates

³ Alkylsulfonates secondaires

⁴ Methylester sulfonates

⁵ Alkylsulfates

⁶ Alkylestersulfates

Les non-ioniques

Ces tensioactifs ne se chargent pas électriquement dans l'eau. C'est le second groupe le plus consommé mondialement, dans lequel on retrouve la grande famille des alkylphénols polyéthoxylés (APEO) et les éthoxylates d'alcool (AE). Parmi les APEO, deux groupes dominant largement les usages et les ventes : les nonylphénols polyéthoxylés (NPEO) et les octylphénols poly-éthoxylés (OPEO) qui représentent environ 90% et 20% des quantités totales, respectivement (Priac et al., 2017). Les APEO peuvent se transformer en nonylphénols (NP) et en octylphénols (OP) connus pour leur faible biodégradabilité et leur toxicité dans le milieu naturel (perturbation endocrinienne).

Les cationiques

Ces tensioactifs se chargent positivement dans l'eau. Bien moins utilisés que les deux groupes précédents, on y retrouve néanmoins la grande famille des ammoniums quaternaires utilisés par ailleurs pour leurs propriétés biocides (certains de ces composés répondent d'ailleurs à cette réglementation en fonction de la formulation commerciale dans laquelle ils se trouvent). Des composés tels que le chlorure de diméthyl dioctadécylammonium ou DTDMAC (Ying, 2006) et l'Hexadecyltriméthylammonium bromide ou HDTMA sont emblématiques de cette famille (Ivanković et Hrenović, 2010) comme indiqué dans la Figure 2.

Les zwitterioniques ou amphotères

La recherche de nouveaux produits a naturellement conduit le chimiste à associer les charges anioniques et cationiques dans une seule et même espèce chimique appelée molécule zwitterionique, les plus récents des tensioactifs. Ces molécules sont donc des composés non ioniques différents des autres composés non ioniques, de par leur structure mais également de par leurs propriétés (Laughlin, 1991). Cet état zwitterionique est dépendant du pH. En effet, ces espèces ont tendance à capter ou à céder des ions H^+ selon la valeur du pH de la solution aqueuse où ils se trouvent. Ainsi, ils présentent la caractéristique de se charger positivement ou négativement (voire les deux) en fonction des conditions du milieu. Ils peuvent donc être mélangés aux autres types d'agents de surface en préparation si les conditions sont bien choisies. Les représentants principaux de cette famille sont les dérivés de la bétaine et les oxydes d'amines ou AO (Ivanković et Hrenović, 2010).

Autres types de tensioactifs

Bien que ces composés puissent être classés également en fonction de leur ionisation en milieu aqueux, ils présentent certaines particularités méritant d'être mentionnées (Salaguer, 2002). On retrouve notamment les tensioactifs à base de silicone pour lesquels une partie des carbones de la queue hydrophobe sont remplacés par des atomes de silice (augmentation de l'hydrophobicité). De la

même manière, il est possible de remplacer les atomes d'hydrogène de la queue hydrophobe par des atomes de fluor pour obtenir des tensioactifs fluorés tels que le fameux tétrafluoroéthylène polymérisé (PTFE ou Téflon). Enfin, on peut mentionner les tensioactifs polymérisés et les tensioactifs associés qui résultent du regroupement spontané ou non de plusieurs molécules.

2.3. Réglementation des tensioactifs

Actuellement, l'Union Européenne régule les tensioactifs présents dans les détergents au sens large (Tableau 3), mais également ceux présentant des propriétés biocides par l'intermédiaire d'un autre règlement dédié à cette catégorie de composés (voir le site de l'ERASM ⁷).

Rappels sur la biodégradabilité

La dégradation d'une substance dite biodégradable doit avoir lieu naturellement à l'aide de microorganismes présents dans l'eau ou dans le sol et conduire, au terme d'un processus enzymatique à plusieurs étapes, à du dioxyde de carbone, de l'eau, des sels inorganiques et des composés issus des processus métaboliques bactériens (Swisher, 1987). C'est ce qu'on appelle la **biodégradabilité ultime en aérobiose (ou biodégradabilité finale ou minéralisation)**. Un taux de biodégradabilité de 90% veut dire qu'à terme, 90% de la quantité de substance initiale doit s'être transformée.

En dehors de cette biodégradabilité ultime il existe une **biodégradabilité primaire** qui est la propriété que doit posséder un corps de se dégrader sous l'effet de microorganismes et de se transformer en un produit ayant perdu ses propriétés initiales (pour un tensioactif par exemple, il ne doit plus mousser ni abaisser la tension superficielle).

En ce qui concerne les tensioactifs produits par l'homme, la réglementation européenne garantit théoriquement une minéralisation de 60% des composés en 28 jours. Tout produit contrevenant à cette obligation devra *a minima* remplir la condition d'origine de la réglementation, soit 80% de dégradation primaire en station d'épuration (c'est-à-dire la perte des propriétés tensioactives pour 80% des composés). Cela sous-entend donc que certains produits peuvent se retrouver marginalement dans le milieu naturel et concourir à la formation de mousses par exemple, en plus des tensioactifs naturels déjà présents dans le milieu. Cela sous-entend également que certains composés peuvent être encore présents à la sortie d'un réseau d'assainissement et impacter le milieu avant leur minéralisation totale.

⁷ L'ERASM est une plateforme de recherche européenne dédiée à la gestion et à l'évaluation du risque pour l'environnement et la santé des tensioactifs, travaillant de concert avec les grands groupes industriels européens que sont le CESIO et l'AISE (International Association for SOAPS, Detergents and Maintenance Products).

Tableau 3 : Textes réglementaires concernant les tensioactifs

<i>Usages</i>	<i>Texte</i>	<i>Réglementation</i>
<i>Détergents</i>	Règlement (CE) 648/2004 du 31 mars 2004	Biodégradabilité finale ou minéralisation (60% en 28 jours) Teneur en phosphates (<0.5g par cycle de machine ^{a)})
<i>Biocides</i>	Règlement (UE) 528/2012 du 22 mai 2012	Absence d'effets inacceptables sur les organismes cibles, la santé humaine et l'environnement (Article 4)

a : uniquement pour les détergents textiles et produits lave-vaisselle.

2.4. Occurrence

Un nombre important d'études a souligné la présence des LAS et du nonylphénol dans les eaux de surface du monde entier, avec des valeurs comprises entre < 50 et > 1000 µg/L et entre < 0,1 et 100 µg/L, respectivement (Wiest, 2017). Dans le milieu marin : des tensioactifs cationiques ont été détectés à des concentrations comprises entre 11 et 210 µg/L et des tensioactifs anioniques entre 5 à 150 µg/L (Olkowskza et al., 2014).

Les tensioactifs et les biocides ont récemment fait l'objet d'une campagne nationale de surveillance et de prospective dans les eaux de surface. La campagne EMERNAT (pour EMERgents NATionaux) a été conduite en 2018 sur environ 80 sites en métropole et 20 sites dans les DROM. Les sites incluent des stations de référence, des stations sous pression agricole et des stations sous pression urbaine. Les résultats préliminaires de cette campagne (Assoumani, 2019) rapportent que parmi les composés recherchés, les LAS sont les plus fréquemment retrouvés (plus de 70% des prélèvements) à des concentrations médianes 0.1 et 1.3 µg/L.

En comparaison, relativement peu de mesures de tensioactifs dans les eaux usées (brutes ou traitées) ont été entreprises (Wiest 2017). Des concentrations d'agents tensioactifs allant jusqu'à 872 µg/L pour les LAS (Traverso-Soto et al., 2015), et allant de 0,9 à 964 µg/L pour les alkylphénols éthoxylés (Isobe et al. 2001) ont été rapportées. Globalement, et compte-tenu de leurs utilisations, les tensioactifs gagnent les eaux usées où ils sont souvent détectés ; les concentrations mesurées sont de l'ordre du mg/L en entrée de STEP (eaux brutes), et, en dépit de leurs rendements d'élimination élevés (entre 85% et >99%) dans les STEP, on les retrouve en sortie dans les eaux usées traitées à des concentrations de l'ordre de la dizaine à la centaine de µg/L (Wiest, 2017).

2.5. Toxicité

2.5.1. Toxicité sur les organismes du milieu marin

Comme la plupart des produits chimiques produits par l'Homme, les tensioactifs peuvent induire des effets écotoxiques. Ces effets varient en fonction de la nature du composé, de sa concentration émise dans le milieu, de la chronicité de cette émission et de divers facteurs tels que les effets mélanges ... Il peut donc être compliqué et fastidieux d'établir des règles communes à la toxicité de tous les composés considérés ici ; néanmoins, un travail bibliographique a été réalisé en 2015 (Jackson et al., 2016). Les valeurs moyennes d'écotoxicité pour le milieu marin, calculées par les auteurs, sont reportées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Données (moyennes ^{a)} d'écotoxicité marine par type de tensio-actifs (en mg/L, adapté de Jackson et al., 2016)

Contamination	Organisme	LAS ^b	AES ^b	AS ^b	AE ^c	DTDMAC ^d
Aigüe	Algue	39,2	26,2	10,3		21,7
	Invertébrés	27	156	28,2	10,2	13,1
	Poissons	1,6	9,3	5	1,45	4,8
Chronique	Algue	101	108	6,3	5,5	
	Invertébrés	8,9		3,3	3,9	0,08
	Poissons	0,5		5,6		

a Ces données moyennes sont calculées sur la base de nombreuses études référencées par Jackson et al.2016

b Tensioactifs anioniques : LAS, sulfonates d'alkylbenzènes linéaires ; AES, alkylethoxysulfates ; AS, alkyl sulfates.

c Tensioactif non-ionique : AE, ethoxylate d'alcool.

d Tensioactif cationique : DTDMAC, chlorure de diméthylidioctadécylammonium.

D'après les auteurs, ces valeurs sont néanmoins à considérer avec précaution car la grande majorité du temps les concentrations testées sont nominatives⁸ . On peut supposer que les effets observés résultent donc de niveaux inférieurs aux seuils testés, de l'adsorption et/ou dégradation pouvant avoir lieu au cours de l'expérimentation. Dans ce contexte, il est à noter que Miura et al. (2008) rapportaient des PNEC (Predicted Non Effect Concentration : Concentration prédite sans effet toxique) pour certains tensioactifs, largement inférieures à 1 mg/L (de 18 µg/L pour des AO à 250 µg/L pour des LAS).

⁸ Il s'agit d'une concentration théorique qui n'a pas été vérifiée par des analyses chimiques.

Une conclusion récurrente dans les études de toxicité est que la longueur de la chaîne alkylée influence positivement la toxicité au sein d'une même classe (Ivanković and Hrenović, 2010). La longueur de cette chaîne influence en effet l'hydrophobicité du composé et sa capacité à s'intégrer aux membranes phospholipidiques des cellules du vivant (Cowan-Ellsberry et al., 2014) ce qui favorise les processus de narcose.

2.5.2. Impact sur la végétation

Dans les années 1960, des dépérissements de la végétation littorale sur la côte méditerranéenne ont été observés. Ce dépérissement provenait d'une altération des feuilles qui présentaient une réduction marquée de leur teneur relative en eau par rapport à celle des feuilles saines, avec des altérations de leur surface au niveau des cires épicuticulaires. Des études ont émis la possibilité d'un lien entre ces dépérissements et la présence dans les embruns marins de plusieurs contaminants dont des tensioactifs anioniques (Ayeb et al., 2004 ; Richard, 1996 ; Sigoillot et al., 1981).

2.6. Phénomènes de moussage

La mousse en milieu aquatique (et marin notamment) peut être produite lors d'un brassage important d'une eau contenant des tensioactifs. Ces tensioactifs peuvent être issus du milieu naturel ou, potentiellement, issus des rejets d'eaux usées traitées (tensioactifs non totalement dégradés en STEP).

2.6.1. Rappels, formation de la mousse

La mousse se forme lorsque la concentration micellaire critique (CMC) des tensioactifs est dépassée (la CMC est la concentration d'un tensioactif à partir de laquelle les molécules s'agrègent pour former des micelles ; Figure 3).

Cette mousse consiste en une accumulation de bulles présentant un temps de vie plus ou moins important (fonction de la stabilité de la mousse mais au moins supérieur à 1 seconde) ; une mousse typique se compose de 90% d'air et d'une microcouche de surface (SML) de 50µm d'épaisseur, ce qui représente environ 2 mètres carrés "de surface d'eau" [12]. On peut donc retrouver dans cette SML tous les composés présents d'ordinaire à l'interface eau/air (hydrocarbures, certains pesticides...) ce qui fait de la mousse un site privilégié d'accumulation de contaminants.

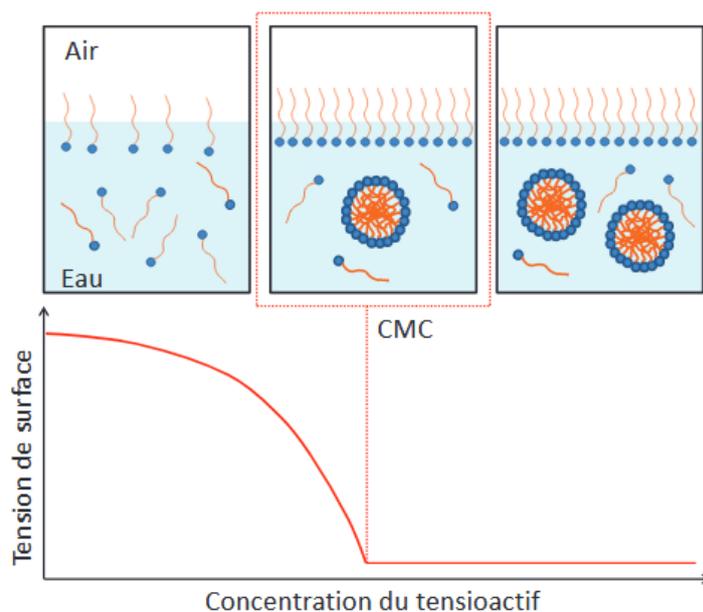


Figure 4 : Représentation de la tension de surface en fonction de la concentration en tensioactif. A partir de la concentration micellaire critique (CMC), les tensioactifs s'auto assemblent en micelles (Source : Lavaud, 2013).

2.6.2. Phénomènes de moussage d'origine anthropique

Historiquement, la présence de tensioactifs produits par l'Homme était bien à l'origine de mousse dans les réseaux d'assainissement (que ce soit en entrée ou en sortie de STEP) et dans le milieu naturel. Plus particulièrement, ce sont les quantités importantes d'ABS (sulfonates d'alkylbenzènes branchés, un des premiers tensioactifs anioniques synthétiques d'origine pétrochimique à être produit) dans les lessives et les produits du quotidien qui étaient à l'origine de ces problèmes (Knepper et Berna 2003 ; Schilling et Zessner 2011) puisqu'ils étaient réfractaires à la biodégradation primaire en STEP. Aujourd'hui ces composés ont été substitués par les LAS (sulfonates d'alkylbenzène linéaires et non plus ramifiés), et le critère de biodégradation primaire (perte des propriétés tensioactives du composé) est devenu le point central de la réglementation des tensioactifs.

2.6.3. Phénomènes d'origine naturelle

De nombreux phénomènes naturels sont aussi à l'origine de tensioactifs en milieu marin et de phénomènes de moussage qui peuvent être impressionnants, par exemple lorsque l'algue *Phaeocystis* est impliquée⁹.

⁹ Pourquoi la mer mousse ? [sm-wimereux.univ-lille1.fr > formation > documents > PostersPedagogiques](http://sm-wimereux.univ-lille1.fr/formations/documents/PostersPedagogiques)

La littérature (Schilling et Zessner 2011) rapporte notamment (1) la présence de débris silicatés de diatomées, (2) la présence de carbohydrates et de protéines issues du mucilage des colonies microalgales de *Phaeocystis* ou de *Cochlodinium* (lors de blooms par exemple), (3) les exudats hydrosolubles mucilagineux de certaines macroalgues, (4) les débris phytoplanctoniques en général (libération de matière organique). Des analyses réalisées dans les années 80 sur des mousses marines ont montré la prédominance de la fraction protéique (21% du poids), puis de la fraction lipidique (6,1%), puis les carbohydrates (2,4%).

3. Suivis réalisés sur le territoire

3.1. Objectifs du SIBA

Compte-tenu de la présence des tensioactifs rapportés dans la littérature scientifique, le SIBA a, à partir de 2016, initié un suivi des tensioactifs sur son réseau d'assainissement des eaux usées afin, d'une part, d'en caractériser l'empreinte et de la mettre en regard avec celle que l'on pouvait retrouver au niveau national, et, d'autre part, d'apporter des éléments de compréhension en cas d'évènement de moussage.

Ces suivis ont été réalisés dans le cadre du Pôle de recherche Eloa¹⁰.

3.2. Campagnes de prélèvement et objectifs poursuivis

3.2.1. Empreinte des grandes familles de tensioactifs – Cartographie sur le réseau public d'assainissement des eaux usées du Bassin d'Arcachon

Pendant 1 an, les trois grands groupes de tensioactifs (anioniques, non ioniques et cationiques) ont été analysés mensuellement par le laboratoire d'analyse Eurofins. L'échantillonnage, réalisé par les agents du SIBA et d'Eloa a concerné les points suivants (Figures 4 et 5) :

- les entrées et sorties des 3 STEP publiques du Bassin d'Arcachon : Biganos (A), La Teste de Buch (B), Cazaux (C) pour les eaux usées brutes et traitées d'origine domestique ;
- le point « Z.I. », pour Zone Industrielle, situé sur la commune de la Teste-de-Buch (D), qui correspond au point des mélanges des eaux usées traitées de la STEP de la Teste de Buch avec les eaux traitées originaires de la STEP de Biganos et celles originaires du canal de rejet de l'industrie papetière Smurfit Kappa Cellulose du Pin (SKCP) ;
- les eaux épurées de l'industrie papetière SKCP au niveau de son canal de rejet (E) ;
- le puits du Wharf (F), point de prélèvement de l'effluent final situé juste avant l'exutoire en mer (Wharf) ;
- la bulle du Wharf, point situé en mer, à proximité immédiate du tube plongeur du Wharf, et qui correspond au point de mélange des eaux usées avec le milieu récepteur (G).

¹⁰ Les objectifs de ce pôle de recherche et de développement - dirigé par un comité de pilotage conjoint, avec des financements paritaires entre l'entreprise délégataire Eloa et le SIBA - 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.

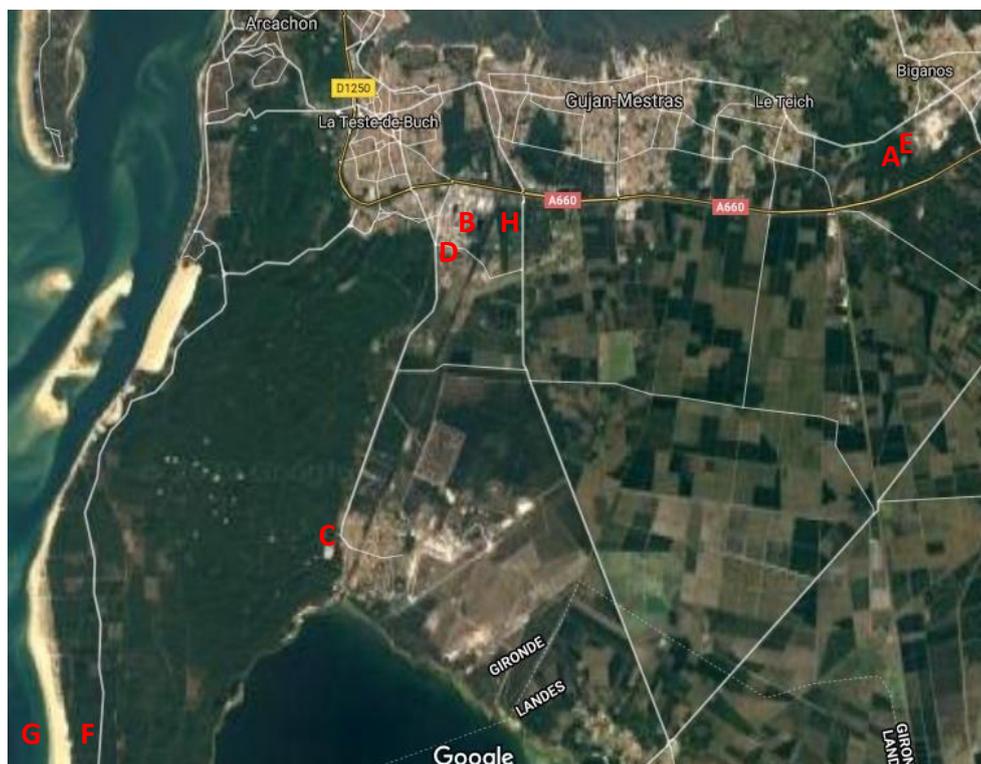


Figure 5 : Localisation des points de prélèvements : STEP publiques de Biganos (A), La Teste de Buch (B), Cazaux (C). Station de relevage « Z.I. » (D) : point de mélange des eaux traitées issues des STEP de Biganos, de La Teste de Buch et de SKCP. Canal de rejet de l'industrie papetière SKCP (E). Pôle de Santé (F). Puits du Wharf (G) : effluent final avant rejet à l'océan. Bulle du Wharf (H) : point de mélange du rejet au Wharf avec l'océan.

3.2.2. Empreinte ciblée sur des molécules spécifiques - Cartographie sur le réseau public d'assainissement et comparaison des rejets urbains et hospitaliers

En plus des 3 grandes familles, plusieurs molécules spécifiques ont été suivies ; leur analyse a été développée (Bergé et al., 2016) pour le projet SIPIBEL-RILACT (Risques et Leviers d'Actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers et urbains) et avec lequel le SIBA a collaboré dans le cadre du réseau REMPLAR (REseau Micropolluants du Bassin d'ARcachon ¹¹) au sein l'appel à projets national « Micropolluants des eaux urbaines » (<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/15>). Cette série de prélèvements réalisée entre 2016 et 2017, avait pour objectif, en plus de compléter les résultats acquis sur les 3 grandes familles, de caractériser d'une part, l'apport des rejets du Pôle de Santé d'Arcachon par rapport aux rejets urbains ; et d'autre part, de mettre en regard les résultats obtenus sur le Bassin d'Arcachon avec ceux des projets SIPIBEL-RILACT et REGARD (autres projets lauréats de l'appel à projets « Micropolluants des eaux urbaines ») afin de comparer les empreintes sur des territoires différents.

¹¹ <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/qualite-de-l-eau/rempar>

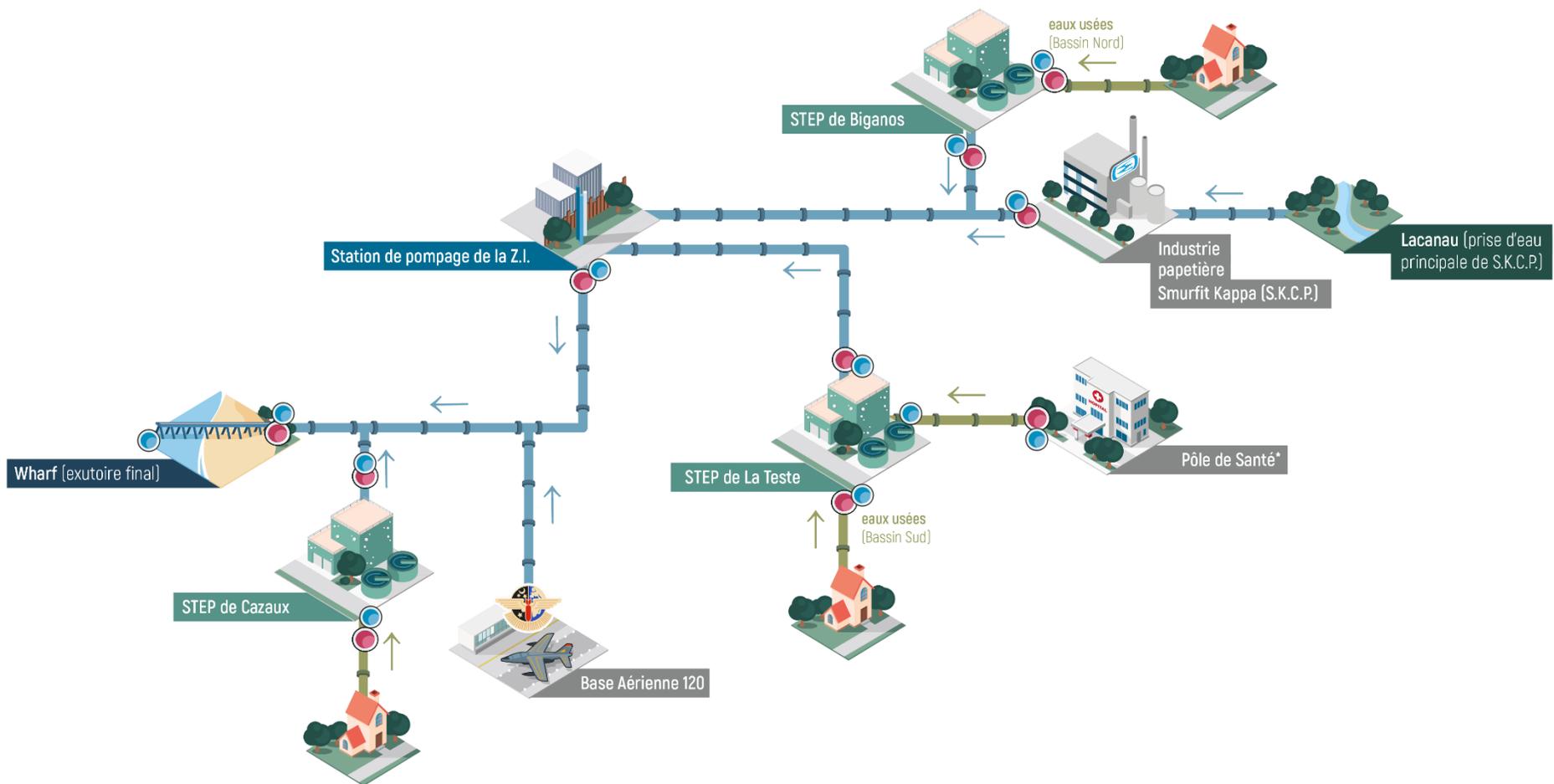


Figure 5 : Synoptique des points de prélèvements sur le réseau public d'assainissement du Bassin d'Arcachon pour l'ensemble des campagnes réalisées.

- Points de prélèvements pour les 3 grandes familles de tensioactifs.
- Points de prélèvements pour les molécules spécifiques.

Les points échantillonnés étaient les suivants :

- les entrées et sorties des STEP de Biganos, La Teste de Buch et Cazaux ;
- le canal de rejet de SKCP ;
- la station de relevage Z.I. ;
- le poste de relevage du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) ;
- le point d'arrivée des effluents du PSA à la STEP de La Teste de Buch ;
- le puits du Wharf et la bulle du Wharf.

Les molécules analysées étaient les suivantes : benzotriazole (agent anti-corrosif), BDDAC (Chlorure de didecyldiméthylammonium, tensioactif cationique), BDTAC (chlorure de benzyldiméthyltétradécyl ammonium, tensioactif cationique), Stepanquat GA 90, Lauryl pyridinium, Incromine SD (tensioactifs cationiques), sodium 2-éthylhexyl sulfate, sodium dodecyl sulfate, LAS C10, LAS C11, LAS C12, LAS C13, LAS C14, Texapon N 701 S (tensioactifs anioniques), Comperlan 100, Triton X100 (tensioactifs non ioniques), Cetyl Betaïne (tensioactif zwitterionique), Surfynol 104.

3.2.3. Empreinte ciblée sur des molécules spécifiques - Campagne exceptionnelle sur la plage de Biscarosse

En réponse à la sollicitation du Comité de vigilance de Biscarosse, une campagne exceptionnelle a été réalisée au mois de mai 2019, suite à un épisode de moussage survenu au niveau de la plage Sud de Biscarosse (Photo 1).



Photo 1 : Mousse sur la plage Sud de Biscarosse le 9 mai 2019 (fin de l'épisode de moussage).

Quatre points ont été échantillonnés :

- la plage Sud de Biscarosse au niveau de laquelle ont été prélevés de l'eau et de la mousse ;

- un point de rejet identifié à proximité de la plage de Biscarosse (environ 200 m au Sud) ;
- les eaux usées traitées du Bassin d’Arcachon au niveau du point Z.I. ;
- les eaux usées traitées du Bassin d’Arcachon au puits du Wharf.

3.3. Matériel et méthodes

3.3.1. Prélèvement

Tous les prélèvements sont des prélèvements moyennés 24h réalisés à l’aide de préleveurs automatiques dédiés, à l’exception des prélèvements réalisés dans le milieu récepteur (bulle du Wharf et prélèvements réalisés lors de la campagne exceptionnelle de Biscarosse) qui sont des prélèvements ponctuels.

3.3.2. Préparation de l’échantillon

3.3.2.1. Grandes familles

L’échantillon (envoyé par transporteur le jour de prélèvement dans les glacières fournies par Eurofins) est filtré dans le cas des tensioactifs cationiques ; pour les 2 autres familles, l’échantillon n’est normalement pas filtré mais cela peut arriver si l’échantillon est trop chargé en matières en suspension. Enfin, les échantillons réalisés lors des campagnes de 2016 ont été congelés avant analyse.

3.3.2.2. Détergents du projet RILACT

L’échantillon a été envoyé par transporteur dans des glacières réfrigérées (pains de glace) le jour du prélèvement ; lorsque cela n’a pas été possible, et notamment en 2018 et 2019, les échantillons ont d’abord été stockés au SIBA au congélateur à -20°C.

A son arrivée, l’échantillon est filtré à 0,7 µm et la quantité déposée sur le filtre est pesée. Des matrices synthétiques sont utilisées pour la quantification, après dopage avec les détergents recherchés. La fraction dissoute est préconcentrée par SPE (Solid-phase extraction) puis analysée par LC-MS/MS. Les préconcentrations ont été réalisées sur un extracteur automatique de la marque Caliper, nommé AutoTrace avec les conditions suivantes :

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

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

3.3.3. Protocoles analytiques

3.3.3.1. Grandes familles

Les échantillons sont analysés comme suit :

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

3.3.3.2. Détergents du projet SIPIBEL-RILACT

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

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

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

4. Résultats

4.1. Empreinte sur le réseau d'assainissement pour les 3 grandes familles

Les analyses effectuées en entrée des trois STEP ont permis de mettre en évidence la présence des trois grandes classes de tensioactifs : cationiques (pour la fraction dissoute après filtration), anioniques et non-ioniques (sur la fraction totale non filtrée) avec prédominance des deux dernières classes pour lesquelles des concentrations supérieures à 1 mg/L et 2 mg/L respectivement sont retrouvées.

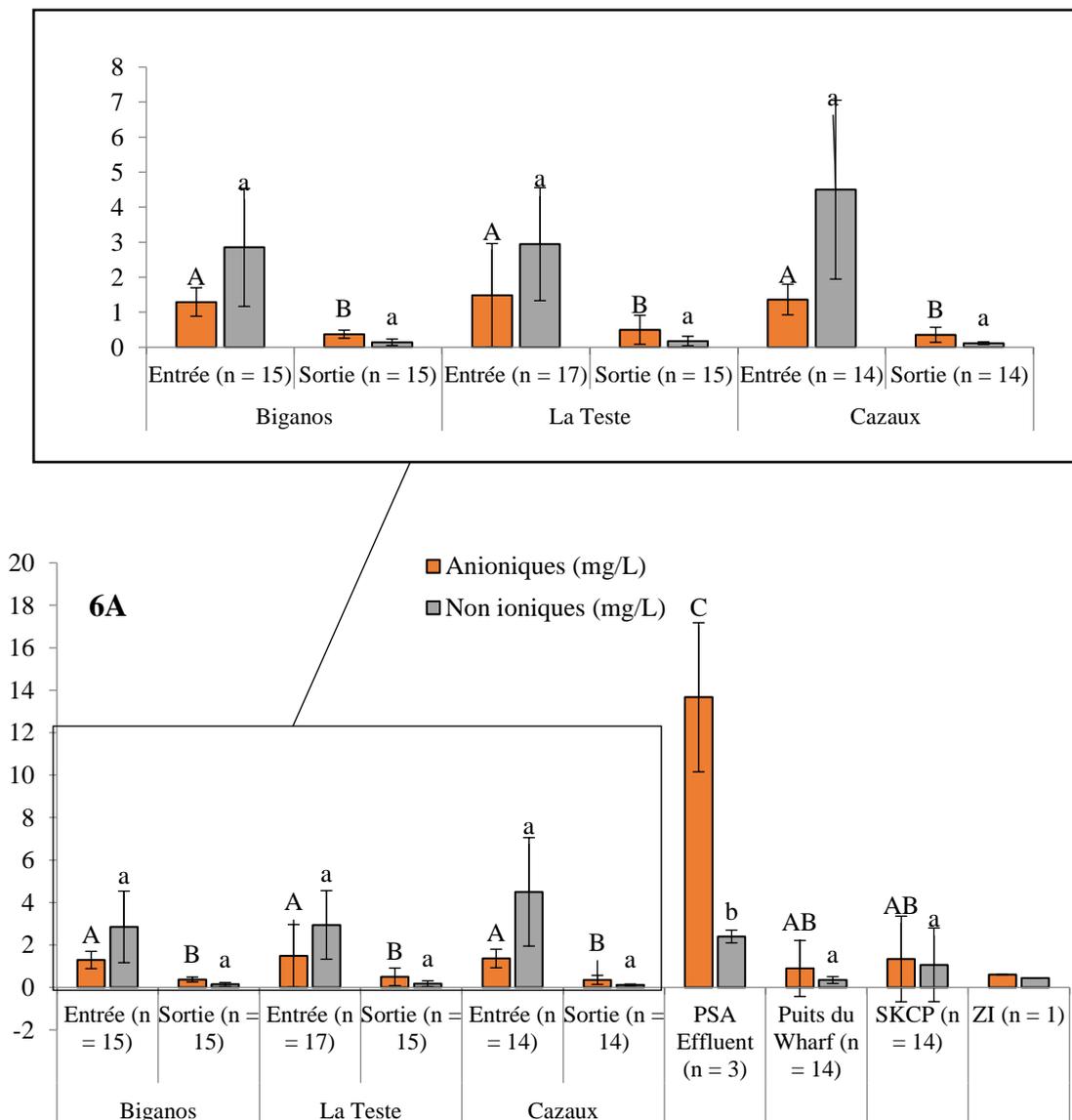
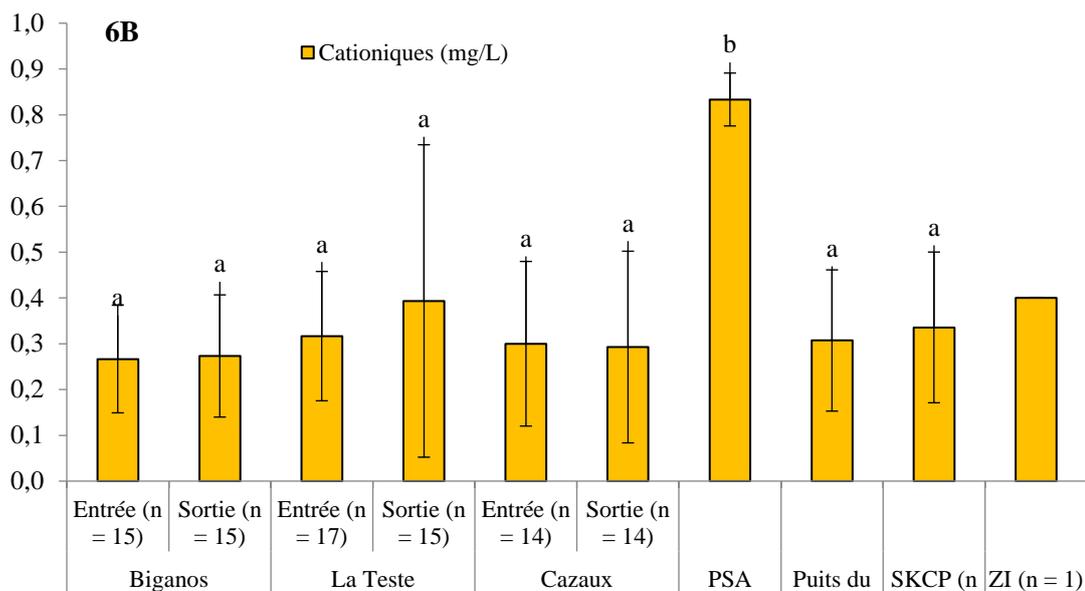


Figure 6 : Concentrations (en mg/L) en tensioactifs anioniques et non ioniques (6A) et cationiques (6B) en entrée et sortie de STEP de Biganos, La Teste de Buch et Cazaux ainsi que dans l'effluent de SKCP, au point Z.I. et au puits du Wharf. Les résultats au pôle santé sont également présentés (PSA). 6C : pourcentage d'abattement sur les trois STEP (Biganos, La Teste de Buch, Cazaux). Les lettres différentes au-dessus des histogrammes indiquent une différence statistique significative.



6C

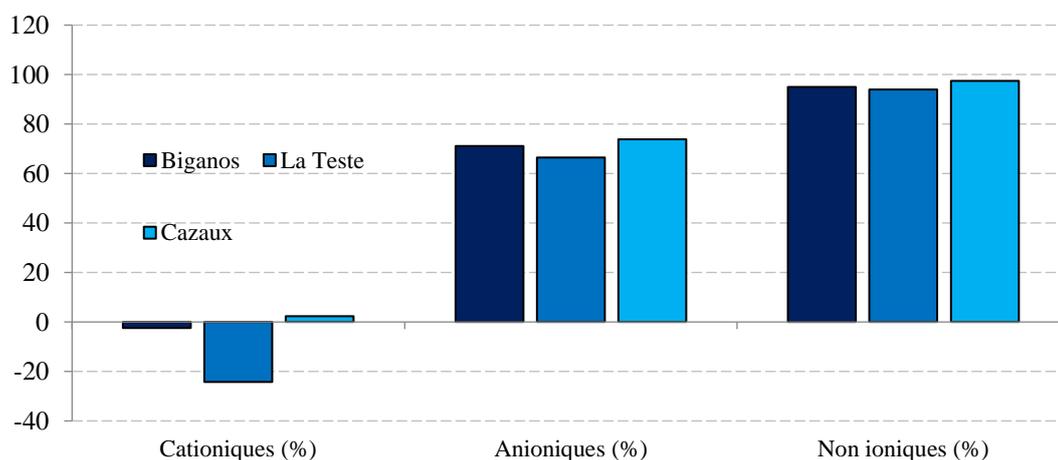


Figure 6 (suite) : Concentrations (en mg/L) en tensioactifs anioniques et non ioniques (6A) et cationiques (6B) en entrée et sortie de STEP de Biganos, La Teste de Buch et Cazaux ainsi que dans l'effluent de SKCP, au point Z.I. et au puits du Wharf. Les résultats au pôle santé sont également présentés (PSA). 6C : pourcentage d'abattement sur les trois STEP (Biganos, La Teste de Buch, Cazaux). Les lettres différentes au-dessus des histogrammes indiquent une différence statistique significative.

La classe des cationiques est retrouvée en entrée des trois STEP avec des concentrations inférieures à 0.4 mg/L. Des concentrations équivalentes sont retrouvées pour les trois STEP pour les trois grandes classes (Figure 6).

On observe un abattement important des composés anioniques et non ioniques en STEP, avec des rendements d'élimination supérieurs à 65 % et 93 % respectivement.

La classe des cationiques, bien que moins représentée en entrée de STEP, ne subit aucun abattement. Une augmentation des concentrations est également observée en sortie de la STEP de La Teste de

Buch. La principale hypothèse pour expliquer ce résultat est celle d'un biais dans l'interprétation lié à la méthode de dosage : en effet, pour les cationiques, les échantillons étant filtrés, seule la fraction dissoute est analysée ; or, la plupart des composés cationiques ont une affinité très importante pour la phase particulaire et donc seule une fraction minoritaire de cette classe de tensioactifs est ici identifiée. Les résultats des analyses sur les molécules spécifiques confirment ce biais et indiquent un abattement important pour les cationiques (Cf. paragraphe suivant).

Remarque : *pour expliquer cette augmentation en sortie de STEP, l'hypothèse de l'utilisation de polymères dans les procédés de traitement des STEP a été envisagée. Après investigation, il s'est avéré que le polymère utilisé (SNF AN913 VHM) était de type anionique, infirmant donc cette hypothèse.*

Les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) apparaissent très chargés en tensio-actifs anioniques (14 mg/L en moyenne, Figure 6). Ceci s'explique par le fait que la dilution est faible dans les effluents du PSA en comparaison des effluents d'origine domestique : le volume d'eaux usées rejeté par le PSA est d'environ 100 m³/jour contre environ 14 000 m³/jour pour les STEP de Biganos et de La Teste.

4.2. Empreinte sur le réseau d'assainissement pour les molécules spécifiques

4.2.1. Phase dissoute

Pour la phase dissoute, les résultats pour les molécules spécifiques sont présentés dans la Figure 7 (les valeurs inférieures aux LQ ne sont pas prises en compte dans les représentations graphiques).

Globalement on observe au niveau des 3 STEP publiques du Bassin :

- Des concentrations qui sont de l'ordre de 5 mg/L en entrée des 3 STEP pour la somme des molécules analysées, avec une prédominance des tensioactifs anioniques et notamment des LAS C11, C12, C13 et du Texapon N701S ;
- un abattement très important par les process appliqués dans les STEP avec des concentrations plus faibles d'un facteur 100 en sortie des STEP , de l'ordre de 50 µg/L ;
- une prédominance des tensioactifs anioniques LAS C11, C12, C13 en sortie des trois STEP ;
- enfin les concentrations en sortie des STEP de Biganos et Cazaux restent stables sur les 5 campagnes alors que celles en sortie de La Teste de Buch présentent une tendance à l'augmentation entre mars et juillet 2018.

La mise en regard des eaux usées traitées urbaines et industrielles (SKCP) montre des différences dans l’empreinte en tensioactifs :

- les concentrations en tensioactifs cationiques BDTAC et BDDAC sont plus élevées (d’un facteur 5 environ) dans les rejets de SKCP ;
- le Triton X 100 (non ionique) et le LAS C10 (anionique) ne sont retrouvés que dans les eaux traitées urbaines ;
- à l’inverse, le tensioactif non ionique Surfynol 104, composé généralement utilisé comme dé moussant, n’est retrouvé que dans les eaux traitées de SKCP ; cette observation apparaît cohérente avec les résultats de l’étude de Guedez et Püttmann (2014) qui rapporte que les usines de recyclage de papier et/ou utilisant du papier recyclé (ainsi que les usines de production d’encre pour impression), sont des sources majoritaires d’introduction de Surfynol 104 dans les eaux usées et l’environnement ;
- le tensioactif anionique Texapon N 701 S marque lui aussi plus spécifiquement les rejets de l’industrie papetière SKCP : sur les 5 campagnes effectuées en 2018, ce dernier composé est retrouvé systématiquement dans les rejets de SKCP alors qu’il n’est détecté que de manière ponctuelle (1 campagne sur 5) en sortie des STEP urbaines ;
- enfin, les concentrations mesurées dans les rejets de SKCP restent stables sur les 4 premières campagnes et plus élevées (facteur 5) sur la campagne de juillet 2018.

Au niveau du puits du Wharf, l’effluent final reste marqué par les tensioactifs avec des niveaux de concentrations de l’ordre de 70 µg/L. On retrouve un profil intermédiaire entre les sorties de STEP et de SKCP, ce qui est cohérent avec le fait que l’effluent final au Wharf est composé pour moitié des eaux usées traitées urbaines et pour moitié des eaux usées traitées de SKCP. Ce profil est dominé par les tensioactifs non ioniques LAS C10, C11, C12, C13, Texapon N 701 S. On retrouve également le Surfynol 104.

On observe également une tendance à l’augmentation des concentrations dissoutes qui passe de 50 µg/L à 120 µg/L entre mars et juillet 2018.

Dans le milieu récepteur, au point de mélange des rejets du Wharf et du milieu océanique, on observe :

- sur les 2 campagnes réalisées, une seule affiche des concentrations supérieures aux LQ ; sur cette dernière campagne, on ne retrouve que des tensioactifs anioniques et notamment les LAS (à des niveaux inférieurs au µg/L) et le Texapon (à des concentrations de quelques µg/L) ;

Concentrations moyennes en tensioactifs dans la phase dissoute ($\mu\text{g/L}$) - année 2018

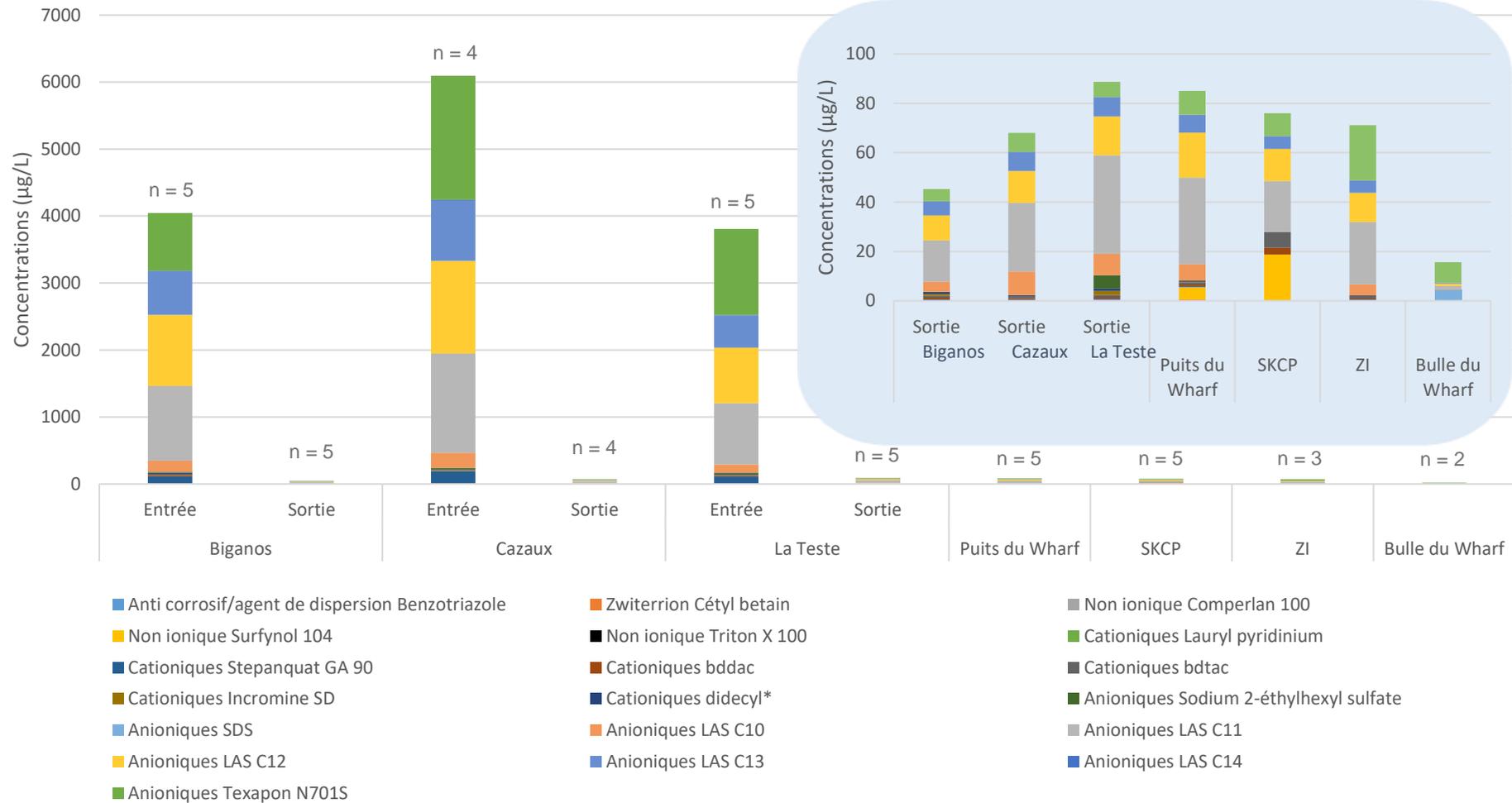


Figure 7 : Concentrations moyennes en tensioactifs dans la phase dissoute en entrée et sortie des trois STEP de Biganos, La Teste et Cazaux, en sortie de SKCP au puits du Wharf, ainsi qu'au point ZI et bulle du Wharf. Les valeurs inférieures aux LQ n'ont pas été prises en compte dans la représentation graphique.

- si l'on met en regard les concentrations dans le milieu récepteur avec celles mesurées dans l'effluent final, on observe une dilution variant d'un facteur 5 à 10 pour les LAS et seulement de 1.5 pour le Texapon (à noter que cette valeur de dilution est donnée à titre indicatif car basée sur les résultats d'une seule campagne et avec des protocoles de prélèvements différents : moyenné 24h pour l'effluent final au Wharf et ponctuel pour le prélèvement dans le milieu récepteur) ;
- enfin, on détecte le Sodium dodecyl sulfate alors que ce tensioactif n'est jamais dans les eaux usées traitées sur l'ensemble des 5 campagnes (il est par contre détecté dans la phase particulaire). Bien qu'il ne soit pas possible de conclure sur la base d'un seul résultat, on ne peut exclure un artefact dans l'analyse lié au fait que le prélèvement ait lieu dans le milieu océanique.

Remarque : Afin d'éliminer la possibilité que ces tensioactifs proviennent d'une contamination liée au flaconnage (notamment pour les prélèvements en milieu océanique), des blancs ont été réalisés : de l'eau d'Evian, laissée 48h à température ambiante dans des flacons non utilisés a ensuite été analysée pour les molécules spécifiques. Les résultats sont tous apparus inférieurs à la limite de quantification, démontrant l'absence de biais via le flaconnage pour cette campagne de prélèvements.

4.2.2. Phase particulaire

Remarque préliminaire : Pour la fraction particulaire, il faut considérer une incertitude élevée dans près de la moitié des résultats acquis : en effet, les teneurs en matières en suspension (MES) présentes dans les échantillons étaient souvent très faibles (< 20 mg/L) ce qui a limité la fiabilité de l'analyse chimique. Pour la quasi-totalité des prélèvements réalisés en sortie des STEP publiques, une partie des prélèvements réalisés au niveau du Puits du Wharf, ainsi que pour ceux réalisés dans le milieu océanique au pied du Wharf, les résultats sont à considérer avec précaution.

Au niveau des STEP, les concentrations particulières mesurées pour l'ensemble des molécules analysées sont de l'ordre du mg/L. De la même manière que pour la fraction dissoute, on constate une prédominance des tensioactifs anioniques et notamment des LAS C14, LAS C13, LAS C12, LAS C10, LASC11 et Texapon N701S, qui représentent plus de 95% des concentrations de tensioactifs (Figure 8). On observe également la présence de plusieurs tensioactifs cationiques et notamment les Stepanquat GA 90, le BBDAC et le BDTAC.

Concentrations moyennes en tensioactifs dans la phase particulaire ($\mu\text{g/L}$) - année 2018

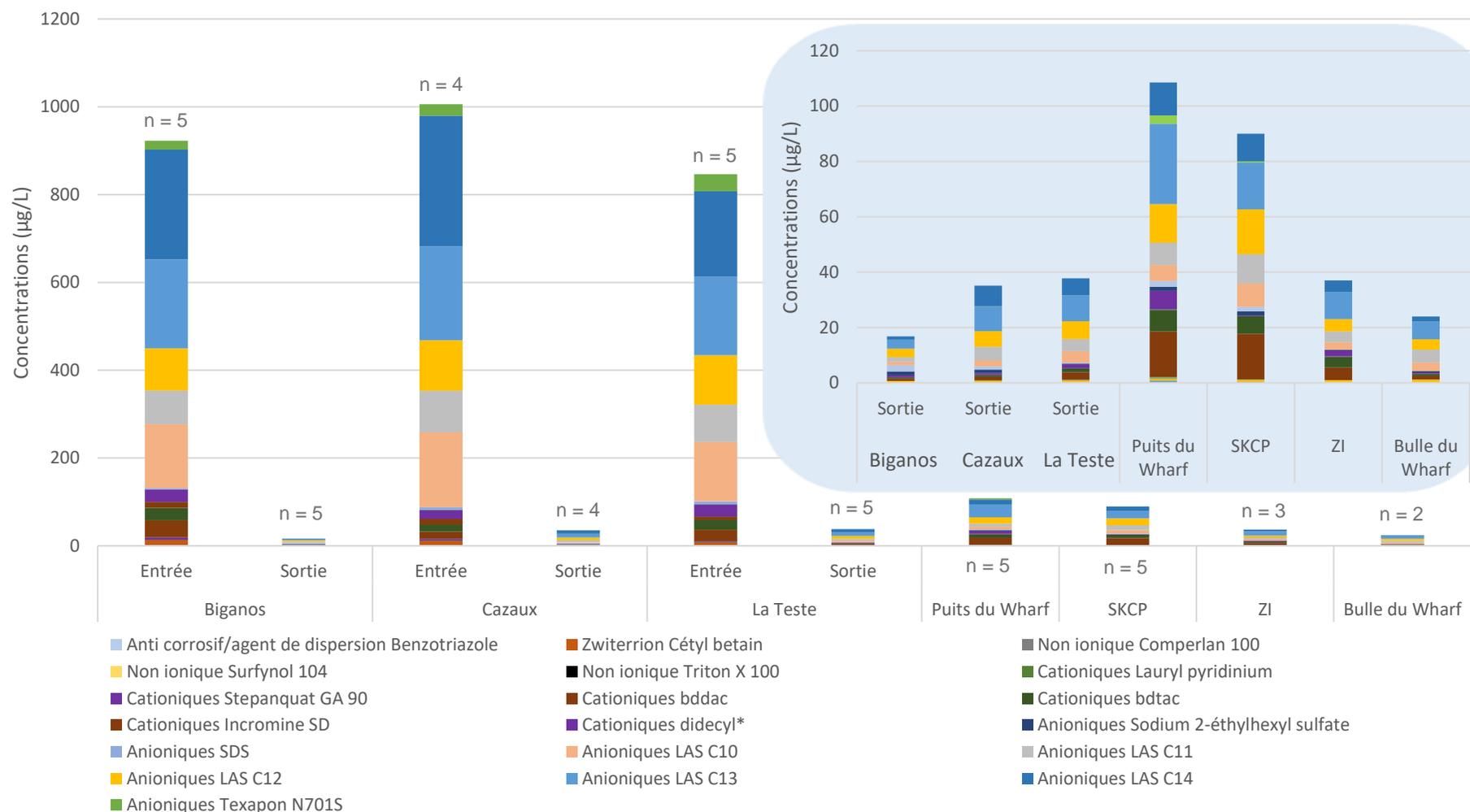


Figure 8 : Concentrations moyennes particulières en tensioactifs ($\mu\text{g/L}$) en entrée et sortie des trois STEP publiques de Biganos, La Teste de Buch et Cazaux, en sortie de l'industrie papetière SKCP, au puits du Wharf, ainsi qu'au point Z.I. et au niveau de la bulle du Wharf. Les valeurs inférieures aux LQ n'ont pas été prises en compte dans la représentation graphique.

En sortie de STEP (Figure 8), les mêmes composés sont retrouvés avec des concentrations environ 25 fois moins importantes. Cette bonne élimination indique toutefois que les tensioactifs présents sous forme particulaire sont simplement transférés dans les boues avec les MES, lors de la phase de traitement primaire par décantation physico-chimique.

Les eaux usées traitées de SKCP présentent des concentrations en MES plus importantes que les sorties des STEP (Figure 8). En termes de profil, on retrouve une empreinte sensiblement identique à ce qui est retrouvé au niveau des STEP.

L'effluent final au Puits du Wharf apparaît très influencé par le rejet de SKCP. Ce résultat est cohérent avec ce qui a été observé pour d'autres contaminants et notamment les éléments traces métalliques. En effet, les rejets de SKCP représentent le principal contributeur de MES pour le rejet final au Wharf (jusqu'à 90% en termes de concentrations et de flux ; Cf. le livrable REMPARG dédié à l'étude des eaux usées du Bassin d'Arcachon : https://www.siba-bassin-arcachon.com/sites/default/files/2020-02/2019_SIBA_REMPARG_1_2_Micropolluants_eaux_usees.pdf). Contrairement aux concentrations dissoutes, on n'observe pas d'augmentation dans le temps mais la variabilité des concentrations est très élevée entre les différentes campagnes.

Dans le milieu récepteur, au niveau du point de mélange du rejet du Wharf avec le milieu océanique, le profil est similaire à celui du Puits du Wharf mais avec des niveaux de concentrations 6 à 15 fois moindre.

Remarque : le Sodium dodecyl sulfate est fréquemment retrouvé en entrée de STEP mais uniquement de manière très ponctuelle en sortie. S'il marque les rejets de SKCP à des concentrations de l'ordre du µg/L, il n'est détecté que de manière ponctuelle au Wharf et ne l'est pas dans les 2 campagnes réalisées dans le milieu récepteur.

4.2.3. Concentrations totales

Les résultats pour les concentrations totales sont présentés dans la Figure 9 (comme pour les précédentes figures, les valeurs inférieures aux LQ ne sont pas prises en compte dans les représentations graphiques). On peut globalement faire les mêmes observations que pour les concentrations particulières.

Concentrations moyennes totales en tensioactifs (µg/L) - année 2018

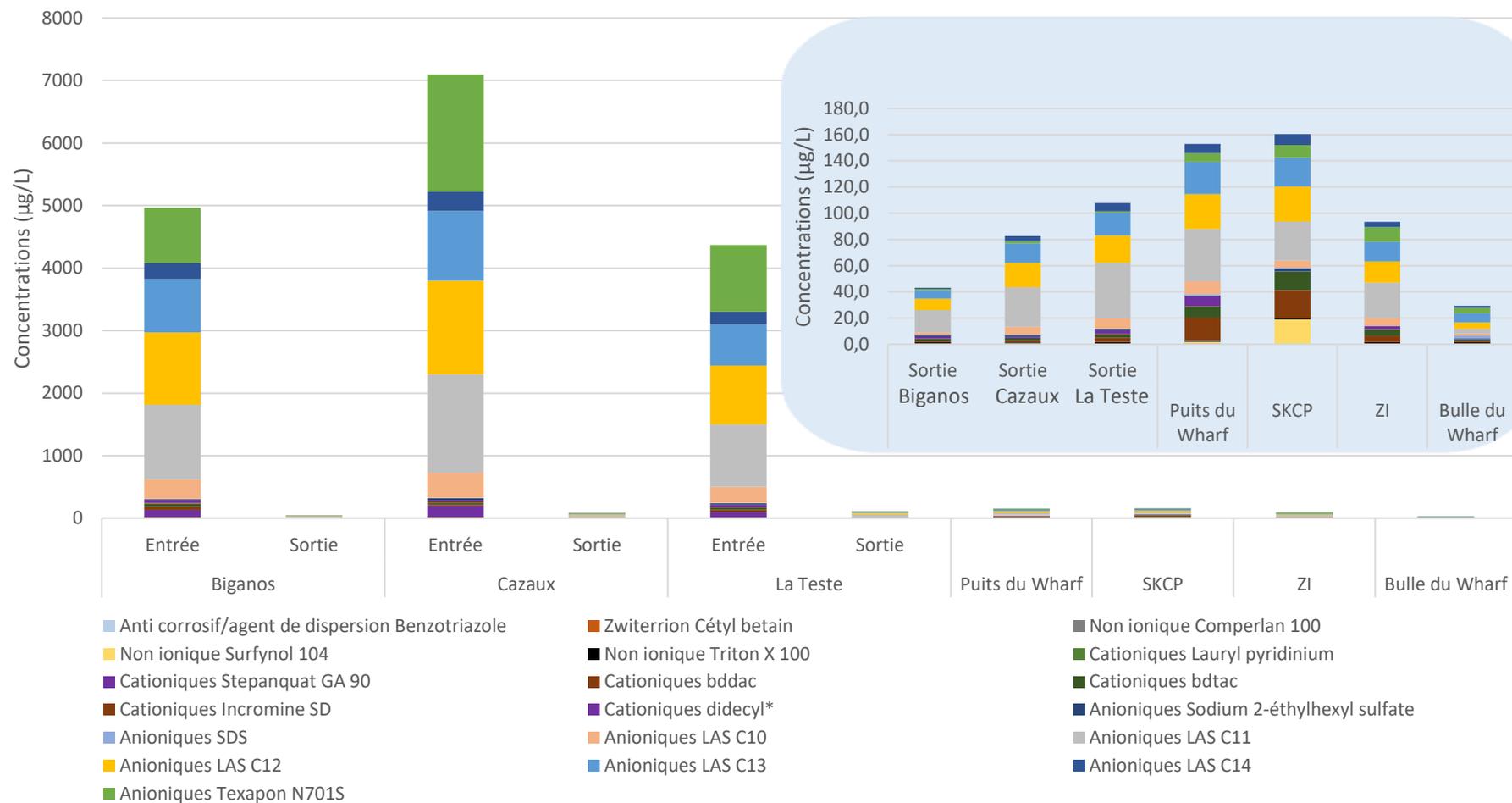


Figure 9 : Concentrations moyennes totales en tensioactifs (µg/L) en entrée et sortie des trois STEP publiques de Biganos, La Teste de Buch et Cazaux, en sortie de l'industrie papetière SKCP, au puits du Wharf, ainsi qu'au point Z.I. et au niveau de la bulle du Wharf. Les valeurs inférieures aux LQ n'ont pas été prises en compte dans la représentation graphique.

Au niveau du Puits du Wharf, on n’observe pas d’augmentation des concentrations dans le temps au cours des campagnes contrairement à ce qui est observé pour les concentrations dissoutes.

Enfin, l’abattement des tensioactifs dans les STEP publiques du Bassin a été déterminé sur la base des concentrations totales. A l’exception du Triton X 100, on observe une élimination pouvant atteindre 99% (Tableau 5).

Tableau 5 : Exemples de rendements d’élimination pour les différents tensioactifs recherchés dans la fraction particulière au niveau des trois stations d’épuration de Biganos, Cazaux et la Teste de Buch.

	Zwitterion		Non ioniques		Cationiques				Anioniques		
	Cétyl betain	Comperlan 100	Triton X 100	Lauryl pyridinium	Stepanquat GA 90	BDDAC	Incromine SD	Sodium 2-éthylhexyl sulfate	SDS	LAS *	Texapon N701S
Biganos	99	99	NA	NA	99	98	98	95	86	99	99
Cazaux	99	99	NA	NA	99	92	100	96	90	99	99
La Teste de	98	99	NA	NA	99	91	93	93	99	97- 99	99

NA : non applicable

LAS * : LAS C11 à C14

Pour le Triton X 100, aucun abattement n’a pu être calculé car les concentrations de cette molécule sont supérieures en sortie de STEP par rapport à l’entrée. Ceci est expliqué par la nature de la molécule et son processus de dégradation. En effet, le triton X100 est un alkylphénol polyéthoxylé à chaîne alkyle. D’après la littérature les composés à longue chaîne se dégradent en composés à courte chaîne alkyle, contribuant ainsi à augmenter la concentration de ces derniers en fin de traitement. Il y a donc production de ces composés au cours du traitement, expliquant ainsi des abattements négatifs (< 0) pour ce type de molécule (Bergé, 2016).

4.3. Résultats - Campagnes réalisées dans le cadre de REMPLAR

4.3.1. Comparaison entre les effluents hospitaliers et les effluents urbains

Les résultats des analyses comparatives entre effluents hospitaliers et urbains (détaillés dans le livrable REMPLAR dédié, disponible ici : https://www.siba-bassin-arcachon.com/sites/default/files/2020-02/2019_SIBA_REMPAR_2_3_Effluents%20hospitaliers_vs_effluents%20urbains.pdf), montrent que :

- pour les grandes familles de tensioactifs, les concentrations sont du même ordre de grandeur entre les rejets du Pôle de Santé (PSA) et les rejets urbains, pour les anioniques et les cationiques. A l’inverse, les tensioactifs non ioniques affichent des concentrations plus élevées dans les rejets du PSA ;

- sur les molécules spécifiques analysées (molécules du projet SIPIBEL-RILACT), les concentrations mesurées pour 14 d'entre elles sont inférieures dans les rejets du PSA par rapport aux rejets urbains ;
- les flux de tensioactifs dans les eaux brutes du PSA sont très inférieurs aux flux apportés par les eaux brutes urbaines ;
- parmi les molécules suivies, il n'a pas été identifié de traceur des rejets hospitaliers.

4.3.2. Comparaison de l'empreinte entre différents territoires au niveau national

Les résultats détaillés de cette étude peuvent être retrouvés dans Capdeville (2019). En résumé on peut retenir que :

- en entrée des STEP urbaines étudiées (STEP de Cantinolle à Bordeaux, STEPs de Biganos et de La Teste de Buch pour le Bassin d'Arcachon, et STEP de Bellecombe en Savoie) les concentrations en tensioactifs sont du même ordre de grandeur et varient de 7 à 12 mg/L ;
- l'abattement des tensioactifs varie de 75 à plus de 90% en fonction des molécules, sur l'ensemble des STEP étudiées ;
- les tensioactifs sont toujours présents en sortie à des concentrations de l'ordre de 10 à 400 µg/L (concentrations totales) ;
- les LAS sont très largement majoritaires sur les différentes STEP étudiées ;
- les profils en tensioactifs sont très comparables entre les différentes STEP étudiées.

4.4. Résultats - Campagne exceptionnelle : épisode de mousse.

Dans l'échantillon d'eau prélevé sur la plage Sud de Biscarosse, on retrouve des LAS (tensioactifs anioniques). Les LAS C11 sont quantifiés à des niveaux de l'ordre du µg/L, et les LAS C10, C12 et C13 affichent des niveaux inférieurs au µg/L. Les autres tensioactifs ciblés, qu'ils soient anioniques (SDS, LAS C14 et Texapon), cationiques ou non ioniques, ne sont pas détectés (Figure 10).

Dans l'échantillon de mousse prélevé au niveau de la plage de Biscarosse, on retrouve la même empreinte que dans l'eau avec en plus du SDS ainsi que traces de Sodium 2-éthylhexyl sulfate et d'Incromine SD.

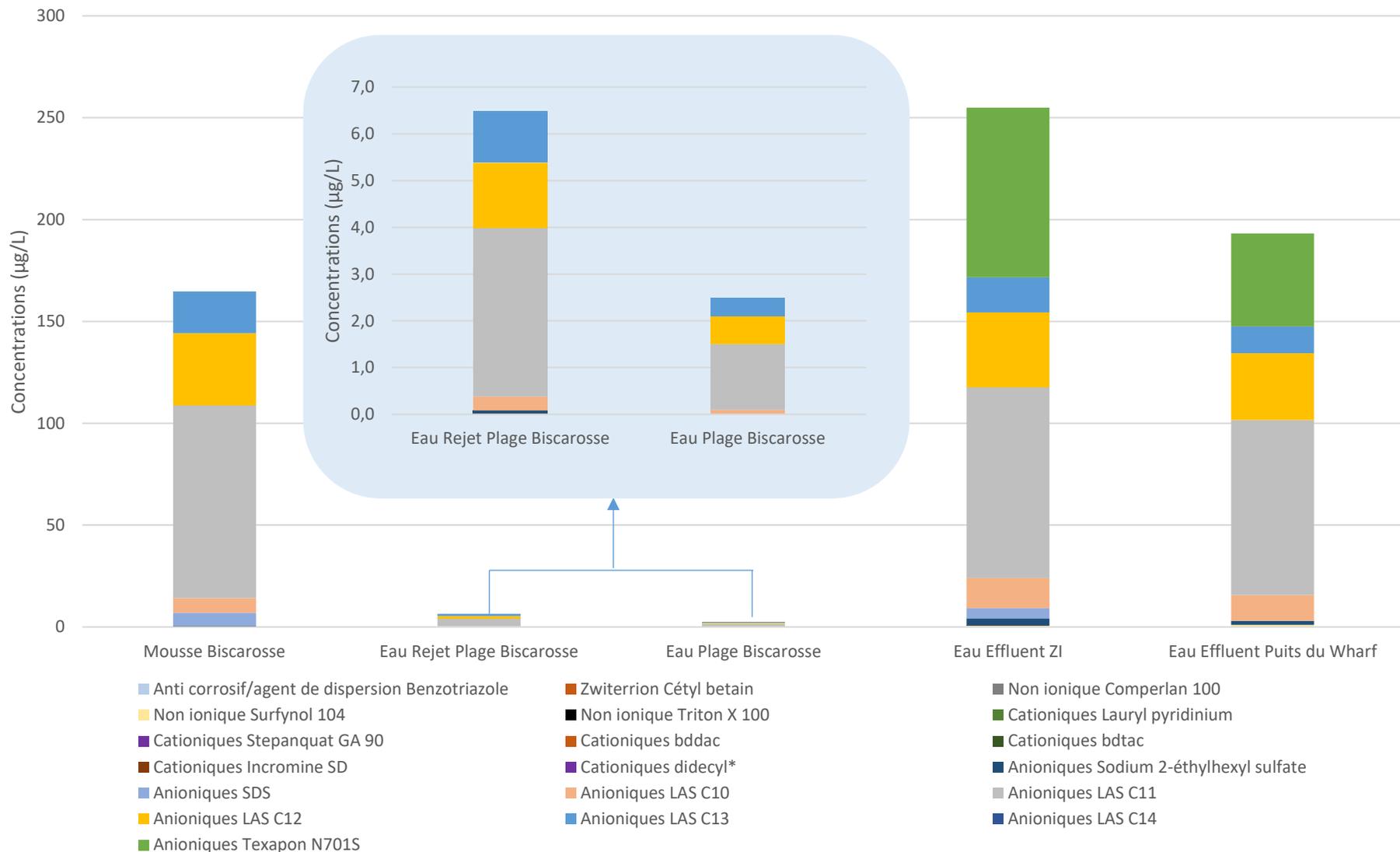


Figure 10 : Concentrations ($\mu\text{g/L}$, fraction dissoute) en tensioactifs dans la mousse prélevée au niveau de la plage de Biscarosse, dans le rejet situé au niveau de la plage, dans l'eau de mer au droit de la plage, ainsi que dans les eaux usées traitées du Bassin d'Arcachon au niveau des points Z.I. et puits du Wharf.

Les concentrations en LAS sont plus élevées que dans l'eau avec notamment des teneurs en LAS C11 de près de 100 µg/L. Ces teneurs plus importantes sont à mettre en regard avec ce qui a été dit dans le paragraphe 2.1., à savoir que la mousse a tendance à concentrer les contaminants.

Les prélèvements réalisés au niveau de la Z.I. et du puits du Wharf sont superposables entre eux en termes de profil et de concentrations (à l'exception de traces de SDS, détectées au niveau de la Z.I. mais non au niveau du puits du Wharf).

Par rapport aux prélèvements réalisés en 2018, les concentrations s'inscrivent dans la tendance à l'augmentation observée en 2018 avec des niveaux plus élevés de l'ordre de 190 µg/L pour l'ensemble des composés analysés ; cette tendance à l'augmentation est plus marquée pour le Texapon N 701 S. Les proportions relatives de chaque composé restent elles globalement stables, avec toujours une prépondérance des LAS C11.

Comparativement à ce qui est retrouvé au niveau de Biscarosse, on retrouve un profil similaire (avec toujours la même répartition en LAS) mais avec en plus du Texapon N 701 S (deuxième composé en termes de concentrations après le LAS C11 au niveau du Wharf) ainsi que des traces de Surfynol 104 (anionique) et de BDDAC (cationique), et qui sont le reflet, comme indiqué 4.2.1, des rejets de SKCP.

Remarque : *il n'a pas été réalisé de blancs pour cette campagne de prélèvements. Il serait nécessaire d'en faire systématiquement afin d'écarter toute possibilité de contamination par des résidus de tensioactifs restant sur les parois des contenants utilisés pour les prélèvements.*

5. Conclusion préliminaire et perspectives

Ces résultats ont, pour le suivi sur le réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon, permis de donner un premier état des lieux de la présence des tensioactifs. Les tensioactifs sont présents à des niveaux de l'ordre du mg/L en entrée des stations d'épuration, et malgré un abattement conséquent, ils marquent les eaux usées traitées. La comparaison avec d'autres territoires montre une empreinte similaire pour les eaux usées d'origine urbaine, tant dans les profils que dans les niveaux de concentration. Certains composés, comme le Surfynol 104 et le Texapon N 701 S semblent tracer les rejets de l'industrie papetière SKCP alors que le Triton X 100 (non ionique) et le LAS C10 (anionique) ne sont retrouvés que dans les eaux usées traitées urbaines.

Les résultats de la campagne de prélèvements lors de l'épisode de moussage à Biscarosse mettent en évidence la présence de tensioactifs et notamment de LAS dans l'ensemble des rejets étudiés. Il y a présence concomitante de mousse sur la plage Sud de Biscarosse et de concentrations plus importantes dans le Wharf par rapport à ce qui a été relevé les années précédentes, avec toutefois une différence d'empreinte entre les deux, le Texapon N 701 S, qui fait partie des tensioactifs les plus retrouvés en termes de quantités au Wharf, est absent des prélèvements effectués à Biscarosse. Il n'est pas possible de conclure sur la base de ce seul résultat mais on ne peut pas exclure le rôle des tensioactifs dans la formation de mousse. Ce type d'évènement dépendant du pouvoir moussant des composés présents (qu'ils soient naturels ou synthétiques), mais aussi des propriétés du milieu naturel (température, pH, présence de phytoplancton...), une perspective serait de :

- (1) caractériser les usages de tensioactifs sur le territoire (ex. données de vente) pour dresser des listes de composés potentiellement présents dans les effluents et juger de leur moussabilité ;
- (2) tracer les périodes d'apparition des mousses pour identifier les conditions de formation de ces mousses et y associer d'éventuels phénomènes de blooms.

Compte-tenu des résultats obtenus sur l'ensemble des campagnes réalisées, une seconde perspective serait de réaliser de nouveaux suivis réguliers au niveau :

- du Wharf ainsi qu'en entrée et sortie des STEP urbaines et de l'industrie papetière SKCP pour comprendre l'évolution observée à la hausse des concentrations dissoutes en tensioactifs dans les eaux usées traitées su Bassin d'Arcachon ;
- au niveau de Biscarosse et d'autres plages océaniques et/ou du Bassin d'Arcachon pour évaluer l'empreinte en tensioactifs, y compris lorsqu'il n'y a pas d'épisodes de moussage.

Bibliographie

Acir I-H., Guenther K. 2018. Endocrine-disrupting metabolites of alkylphenol ethoxylates – A critical review of analytical methods, environmental occurrences, toxicity, and regulation. *Science of the Total Environment*, 635: 1530_1546.

ADEME-AGRICE, 2001. Tensioactifs et oléagineux.

Assoumani A. 2019. Premiers résultats de la campagne « émergents nationaux 2018 » dans les eaux de surface. http://www.graie.org/Sipibel/docs/Actes_Eau-et-Sante19_web.pdf.

Bergé A. 2016. Evaluation de la contamination des rejets urbains et des établissements de soins par les détergents et biocides Tâche 1.2 "Analyses de détergents" – Livrable L1 (rapport intermédiaire). Projet SIPIBEL-RILACT. https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/2019-08/T1.2%20L1-Detergents-A.Berge-ISA%20Version%20finale_0.pdf.

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

Capdeville M-J. 2019. Les détergents dans les eaux usées urbaines : origine domestique ou hospitalière ? Analyse croisée des résultats des projets REGARD, REMPLAR et RILACT. http://www.graie.org/Sipibel/docs/Actes_Eau-et-Sante19_web.pdf.

Cowan-Ellsberry C., Belanger S., Dorn P., Dyer S., Mcavoy D., Sanderson H, Versteeg D, Ferrer D, and Stanton K. 2014. Environmental safety of the use of major surfactant classes in North America. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 44(17): 1893_1993.

El Ayeb N., Henchi B., Garrec J., Rejeb M. 2004. Effets des embruns marins pollués sur les feuilles d'*Acacia cyanophylla* Lindl. et d'*Eucalyptus gomphocephala* Dc. du littoral tunisien. *Annals of Forest Science*, 61 (3): 283_291.

Guedez A., Püttmann W. 2014. Printing ink and paper recycling sources of TMDD in wastewater and rivers. *Science of the Total Environment* 468-469: 671_676.

Ivanković T., Hrenović J. 2010. Surfactants in the environment. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology, 61(1): 95-110.

Isobe T, Nishiyama H, Nakashima A, Takada H. 2001. Distribution and behavior of nonylphenol, octylphenol and nonylphenol monoethoxylate in Tokyo metropolitan area: Their association with aquatic particles and sedimentary distributions. Environmental Science & Technology 35, 1041-1049.

Jackson J., Eadsforth C., Schowanek D., Delfosse T., Riddle A., and Budgen N. 2016. Comprehensive review of several surfactants in marine environments: Fate and ecotoxicity. Environmental Toxicology and Chemistry, 35(5) :1077_1086.

Knepper T.P., Berna J-L. 2003. Surfactants: Properties, production, and environmental Aspects. Chapter 1. Comprehensive Analytical Chemistry 40 :1_49.

Lavaud C. 2013. Traitement d'effluents aqueux par complexation en milieu micellaire et précipitation par voie sol-gel. Chimie-Physique. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc.

Laughlin R. G. 1991. Fundamentals of the zwitterionic hydrophilic group. Langmuir, 7(5), 842–847.

Ludot C. 2013. Développement de méthodologies de synthèse de tensioactifs glycosidiques à partir de biomasse lignocellulosique. Thèse de doctorat. Université de Reims Champagne-Ardenne. <http://www.theses.fr/2013REIMS045>

Mitru D., Nechifor G., Gheorghe S., Banciu A-R., Ionescu L., Stoica C., Ionica D.L., Lucaciu I.R. 2020. Removal and Effects of Surfactants in Activated Sludge System. Project Wastewater reuse. [https://www.researchgate.net/publication/339154224 Removal and Effects of Surfactants in Activated Sludge System](https://www.researchgate.net/publication/339154224_Removal_and_Effects_of_Surfactants_in_Activated_Sludge_System)

Miura K., Nishiyama N., and Yamamoto A. 2008. Aquatic environmental monitoring of detergent surfactants. Journal of Oleo Science, 57(3): 161_170.

NORMAN Network, 2011. List of NORMAN Emerging Substances

Olkowska E., Ruman M., and Polkowska Z. 2014. Occurrence of surface active agents in the environment. Journal of Analytical Methods in Chemistry.

Parlement européen et Conseil de l'Union Européenne. 2015. Règlement (CE) 648/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 31 mars 2004 relatif aux détergents (version consolidée). Journal officiel de l'Union européenne du 08.04.2004 (JO L 104), page 54.

Parlement européen et Conseil de l'Union Européenne. 2012. Règlement (UE) 528/2012 du parlement européen et du conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides. Journal officiel de l'Union européenne du 27.06.2012 (JO L 167/1), pages 1-123.

Priac A., Morin-Crini N., Druart C., Gavaille S., Bradu C., Lagarrigue C., Torri G., Winterton P., and Crini G. 2017. Alkylphenol and alkylphenol polyethoxylates in water and wastewater: A review of options for their elimination. *Arabian Journal of Chemistry*, 10 : S3749-S3773.

Richard B. 1996. Etude des perturbations structurales et chimiques des cires cuticulaires des aiguilles de *Pinus halepensis* MILL. Dépérissant en relation avec l'exposition aux embruns pollués : implication d'un tensioactif, le dodecyl benzène sulfonate linéaire. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré - Nancy 1.

Rios F., Fernandez-Arteaga A., Lechuga M., Fernandez-Serrano M. 2018. Ecotoxicological Characterization of Surfactants and Mixtures of Them in *Ederio Dino Bidoia and Renato Nallin Montagnolli (eds.), Toxicity and Biodegradation Testing, Methods in Pharmacology and Toxicology, DOI 10.1007/978-1-4939-7425-2_16, © Springer Science+Business Media LLC 2018.*

Roach T.J., 2015, Anionic, Nonionic, Cationic, <https://cleanfax.com/carpet-care/anionic-nonionic-cationic-what-do-they-all-mean>

Rocher, M. 2002. Segmentation des utilisations des agro-tensioactifs et de leurs marchés potentiels. ADEME.

Rogers, H.R. 1996. Sources, behaviour and fate of organic contaminants during sewage treatment and in sewage sludges. *Science of the total environment* 185(1-3), 3-26

Salaguer JL. 2002. Surfactants - Types and uses, volume 2. Laboratorio FIRP - Universidad de Los Andes, Mérida, laboratorion edition.

Schilling K., Zessner M. 2011. Foam in the aquatic environment. *Water Research* 45(15) : 4355_66.

Sigoillot J.C., Nguyen M.H., Devèze L. 1981. Pollution par les aérosols marins dans les îles d'Hyères, *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros* Fr.745-54

Swisher R.D. 1987. Surfactant biodegradation, 2nd Edition, Marcel Dekker, New-York, 1085 p.

Traverso-Sotoa J.M., Lara-Martina P.A., González-Mazoa E., Leon V.M. 2015. Distribution of anionic and nonionic surfactants in a sewage-impacted Mediterranean coastal lagoon: Inputs and seasonal variation. *Science of the Total Environment* 503–504, 87_96.

Wiest L. 2017. Evaluation de la contamination des rejets urbains et des établissements de soins par les détergents et biocides. RILACT-SIPIBEL, 1-16.

Ying G.G. 2006. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment. *Environment International* 32, 417-431.

Annexe A. Résultats des campagnes de suivi pour les grandes classes de tensioactifs

Point de Prélèvement	Date	Cationiques (mg/L)	Non ioniques (mg/L)	Anioniques (mg/L)
Biganos (entrée)	2016-12-14	0,4	2,1	1,6
Biganos (sortie)	2016-12-14	<0,4	0,5	0,13
La Teste (entrée)	2016-12-14	<0,4	2,5	2,4
La Teste (sortie)	2016-12-14	<0,4	0,5	< 0,1
SKCP	2016-12-14	0,6	0,7	< 0,1
ZI	2016-12-14	<0,4	0,6	0,45
PSA Effluent	2016-12-14	0,8	17	2,4
PSA Effluent	2017-07-11	0,9	14	2,7
La Teste (entrée)	2017-07-11	<0,4	1,4	2,8
PSA Effluent	2017-07-12	0,8	10	2,1
La Teste (entrée)	2017-07-12	0,5	1,4	2,9
Biganos (entrée)	2017-10-25	<0,4	1,7	0,88
Biganos (sortie)	2017-10-25	0,5	0,7	<0,1
La Teste (entrée)	2017-10-25	<0,4	1,6	4,7
La Teste (sortie)	2017-10-25	0,5	0,6	<0,1
Cazaux (entrée)	2017-10-25	0,5	1,6	2,2
Cazaux (sortie)	2017-10-25	0,4	1,1	<0,1
Puits du Wharf	2017-10-25	0,6	1,2	
SKCP	2017-10-25	0,4	2,3	0,15
Biganos (entrée)	2017-11-21	0,6	1,5	7,1
Biganos (sortie)	2017-11-21	0,6	0,4	0,42
La Teste (entrée)	2017-11-21	0,6	1,5	5,1
La Teste (sortie)	2017-11-21	0,6	0,3	0,58
Cazaux (entrée)	2017-11-21	0,8	1,3	10
Cazaux (sortie)	2017-11-21	0,9	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2017-11-21	0,6	0,3	0,54
SKCP	2017-11-21	0,7	0,3	2
Biganos (entrée)	2017-12-19	<0,2	1,3	2,3
Biganos (sortie)	2017-12-19	0,4	0,5	0,24
La Teste (entrée)	2017-12-19	<0,2	1,2	1,7
La Teste (sortie)	2017-12-19	0,4		0,31
Cazaux (entrée)	2017-12-19	<0,2	1,9	5,8
Cazaux (sortie)	2017-12-19	0,2	<0,3	0,22
Puits du Wharf	2017-12-19	0,3	0,3	0,46

Point de Prélèvement	Date	Cationiques (mg/L)	Non ioniques (mg/L)	Anioniques (mg/L)
SKCP	2017-12-19	0,2	<0.3	0,41
Biganos (entrée)	2018-02-27	<0.2	1,1	1,4
Biganos (sortie)	2018-02-27	<0.2	0,4	<0.1
La Teste (entrée)	2018-02-27	<0.2	1,3	2,1
La Teste (sortie)	2018-02-27	<0.2	0,4	<0.1
Cazaux (entrée)	2018-02-27	<0.2	1,6	3,4
Cazaux (sortie)	2018-02-27	<0.2	<0.3	<0.1
Puits du Wharf	2018-02-27	0,3	0,5	0,27
SKCP	2018-02-27	0,5	0,7	0,56
Biganos (entrée)	2018-03-06	<0.2	1,2	2
Biganos (sortie)	2018-03-06	<0.2	<0.3	<0.1
La Teste (entrée)	2018-03-06	<0.2	1,3	2
La Teste (sortie)	2018-03-06	<0.2	0,4	0,15
Cazaux (entrée)	2018-03-06	<0.2	1,8	5,3
Cazaux (sortie)	2018-03-06	<0.2	<0.3	0,2
Puits du Wharf	2018-03-06	<0.2	0,4	0,2
Biganos (entrée)	2018-03-25	<0.2	0,7	1,5
Biganos (sortie)	2018-03-25	<0.2	<0.3	<0.1
La Teste (entrée)	2018-03-25	0,5	0,6	1
La Teste (sortie)	2018-03-25	0,6	<0.3	<0.1
Cazaux (entrée)	2018-03-25	<0.2	0,7	2,2
Cazaux (sortie)	2018-03-25	0,6	<0.3	0,12
Puits du Wharf	2018-03-25	<0.2	<0.3	0,21
SKCP	2018-03-25	0,3	<0.3	1,3
Biganos (entrée)	2018-04-12	<0,2	1,3	2,1
Biganos (sortie)	2018-04-12	<0,2	<0,3	<0,1
La Teste (entrée)	2018-04-12	0,4	<0,3	0,23
La Teste (sortie)	2018-04-12	1,5	<0,3	<0,1
Cazaux (entrée)	2018-04-12	<0,2	1,3	1,7
Cazaux (sortie)	2018-04-12	<0,2	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-04-12	<0,2	<0,3	0,18
SKCP	2018-04-12	<0,2	0,4	0,47
Biganos (entrée)	2018-05-17	0,3	0,6	2,1
Biganos (sortie)	2018-05-17	<0,2	<0,3	<0,1
La Teste (entrée)	2018-05-17	0,5	1,1	3,1
La Teste (sortie)	2018-05-17	0,3	<0,3	<0,1
Cazaux (entrée)	2018-05-17	0,3	0,7	0,22
Cazaux (sortie)	2018-05-17	0,2	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-05-17	0,5	<0,3	0,45

Point de Prélèvement	Date	Cationiques (mg/L)	Non ioniques (mg/L)	Anioniques (mg/L)
SKCP	2018-05-17	0,4	0,4	0,11
Biganos (entrée)	2018-06-21	<0,2	0,8	2
Biganos (sortie)	2018-06-21	<0,2	<0,3	<0,1
La Teste (entrée)	2018-06-21	0,2	0,8	2,7
La Teste (sortie)	2018-06-21	<0,2	0,3	0,3
Cazaux (entrée)	2018-06-21	0,5	1	4,5
Cazaux (sortie)	2018-06-21	<0,2	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-06-14	0,2		0,5
SKCP	2018-06-14	0,3		0,17
Biganos (entrée)	2018-07-24	<0,2	1,2	4,2
Biganos (sortie)	2018-07-24	<0,2	0,3	0,12
La Teste (entrée)	2018-07-24	<0,2	1,2	3,2
La Teste (sortie)	2018-07-24	<0,2	0,5	0,18
Cazaux (entrée)	2018-07-24	0,2	1,3	4,3
Cazaux (sortie)	2018-07-24	<0,2	< 0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-07-24	<0,2	0,7	0,56
SKCP	2018-07-24	<0,2	< 0,3	0,51
Biganos (entrée)	2018-08-22	0,2	<1,5	4,1
Biganos (sortie)	2018-08-22	<0,2	0,4	0,24
La Teste (entrée)	2018-08-22	0,2	<1,5	4,4
La Teste (sortie)	2018-08-22	<0,2	1,9	0,26
Cazaux (entrée)	2018-08-22	0,2	<1,5	3,9
Cazaux (sortie)	2018-08-22	0,2	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-08-22	<0,2	<1,5	0,53
SKCP	2018-08-22	<0,2	8	0,21
Biganos (entrée)	2018-09-05	0,3	1,1	4,4
Biganos (sortie)	2018-09-05	0,2	0,3	<0,1
La Teste (entrée)	2018-09-05	0,4	1	4,8
La Teste (sortie)	2018-09-05	<0,2	0,4	0,1
Cazaux (entrée)	2018-09-05	0,3	1	5,9
Cazaux (sortie)	2018-09-05	<0,2	<0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-09-05	0,4	0,3	0,18
SKCP	2018-09-05	0,3	<1,5	0,15
Biganos (entrée)	2018-10-18	<0,2	1,7	4,7
Biganos (sortie)	2018-10-18	<0,2	0,3	<0,1
La Teste (entrée)	2018-10-18	<0,2	1,1	6,7
La Teste (sortie)	2018-10-18	<0,2	0,4	<0,1
Cazaux (entrée)	2018-10-18	<0,2	1,2	7,6
Cazaux (sortie)	2018-10-18	<0,2	0,3	<0,1
Puits du Wharf	2018-10-18	<0,2	0,5	0,33
SKCP	2018-10-18	<0,2	0,6	2,2

Annexe B. Résultats des campagnes de suivi pour les molécules du projet SIPIBEL-RILACT (phase dissoute, concentrations en µg/L).

	CAS	95-14-7	693-33-4	68140-00-1	126-86-3	9002-93-1	15416-74-7	157905-74-3	10328-35-5	16287-71-1	7651-02-7	20256-56-8	126-92-1	151-41-7	1322-98-1	27636-75-5	1330-69-4	26248-24-8	28348-61-0	15826-16-1
Point de prélèvement	Date	benzo triazole	cétyl betaïne	comperlan 100	surfynol 104	triton X 100	lauryl pyridinium	Stepanquat GA 90	bddac	bdtac	incromine SD	didecyl dimethyl ammonium	Sodium 2-éthylhexyl sulfate	sodium dodecyl sulfate	LAS C10	LAS C11	LAS C12	LAS C13	LAS C14	Texapon N 701 S
Biganos (entrée)	2016-12-20	<0,67	3,90	<0,03		9,90	<0,07	445,00	257,00	124,00	2,40		5,90	<0,5	2095,00	1465,00	1325,00	1215,00		<5
La Teste (entrée)	2016-12-20	<0,67	0,90	<0,03		31,10	<0,07	363,50	105,00	62,70	1,20		16,20	<0,5	1575,00	1170,00	957,50	523,50		64,80
La Teste (entrée)	2017-07-11	<0,67	0,15	<0,03		4,10	<0,07	<1,67	2,50	1,30	0,77		35,00	0,91	3390,00	1565,00	1195,00	688,00		32,00
La Teste (entrée)	2017-07-12	<0,67	0,16	<0,03		2,50	<0,07	<1,67	2,70	1,40	0,81		21,00	1,13	3125,00	1495,00	1110,00	671,00		14,00
Pôle de Santé	2016-12-20	<0,67	0,30	0,62		7,20	1,60	<1,67	23,40	16,50	<0,2		<5	<0,5	625,50	455,00	317,50	274,00		<5
Pôle de Santé	2017-07-11	<0,67	<0,1	0,77		16,50	<0,07	<1,67	7,10	1,98	<0,2		1655,00	<0,5	273,00	203,00	98,00	50,00		19,00
Pôle de Santé	2017-07-12	<0,67	<0,1	1,28		<0,03	<0,07	<1,67	4,30	1,50	<0,2		1550,00	1,57	585,00	363,00	191,00	96,00		90,00
Biganos (sortie)	2016-12-20	<0,67	1,10	<0,03		36,70	<0,07	129,00	18,40	12,20	1,70		<5	<0,5	422,00	435,00	346,00	176,00		<5
La Teste (sortie)	2016-12-20	<0,67	<0,1	<0,03		11,40	<0,07	93,60	16,80	3,90	1,20		<5	<0,5	276,50	356,00	228,00	67,70		<5
Biganos (entrée)	2018-04-12	<0,67	<0,1	0,2	<5	0,10	<0,07	81,7	18,2	10,7	0,4	12,1	3,8	1,3	94,7	794,5	798,0	486,0	5,6	1244,0
Biganos (sortie)	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,46	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,6	<5	<0,17	<2	3,9	2,5	2,6	<5	<1,67
Cazaux (entrée)	2018-04-12	<0,67	<0,1	<0,03	<5	0,20	<0,07	46,0	7,7	8,4	1,1	7,9	4,9	0,5	194,0	1330,0	1285,0	911,5	10,7	712,0
Cazaux (sortie)	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,44	<0,07	<1,67	0,5	0,8	<0,07	0,5	<5	<0,17	4,2	24,6	11,5	5,8	<1,67	<1,67
La Teste (entrée)	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	<1,67	<0,1	<0,07	<1,67	5,1	7,7	0,7	7,1	<5	0,4	9,1	94,0	122,0	85,6	<5	<5
La Teste (sortie)	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,44	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,46	<5	<0,17	1,31	3,3	2,05	0,878	<1,67	<1,67
Puits du Wharf	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,49	<0,07	<1,67	0,7	0,9	<0,07	0,7	<5	<0,17	3,3	21,2	13,8	7,2	<5	<1,67
SKCP	2018-04-12	<0,67	<0,03	<0,03	27,1	<0,1	<0,07	<1,67	2,8	6,4	<0,07	<0,07	<1,67	<0,5	<2	16,7	11,4	4,8	<5	9,6
Biganos (entrée)	2018-06-14	<0,67	<0,1	<0,03	<1,67	0,19	<0,07	73,8	6,9	8,2	0,9	18,1	17,3	<0,17	145,0	1155,0	1025,0	590,5	6,0	6,1
Biganos (sortie)	2018-06-14	<0,67	<0,03	<0,03	<5	1,17	<0,07	<1,67	0,7	0,9	<0,07	1,5	<5	<0,17	5,5	38,5	22,4	12,7	<5	<1,67
Bulle du Wharf	2018-06-14	<0,67	<0,1	<0,1	<1,67	<0,03	0,1	<5	<0,08	<0,05	<0,2	<0,07	<1,67	<0,17	0,0	0,2	0,1	0,1	<5	<1,67
La Teste (entrée)	2018-06-14	<0,67	0,4	<0,03	<1,67	0,18	<0,07	47,9	16,8	10,8	0,6	10,4	5,0	<0,17	123,5	1035,0	950,0	552,5	5,8	5,2
La Teste (sortie)	2018-06-14	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,53	<0,07	<1,67	0,6	0,8	<0,07	0,8	<5	<0,17	<2	10,2	5,6	3,3	<5	<1,67
Puits du Wharf	2018-06-14	<0,67	<0,03	<0,03	5,0	0,39	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,4	<5	<0,17	4,5	27,0	15,7	7,2	<5	<5
SKCP	2018-06-14	<0,67	<0,03	<0,03	17,1	<0,03	<0,07	<1,67	2,6	6,3	<0,07	<0,07	<1,67	<0,17	<2	18,6	9,6	4,1	<5	8,8
ZI	2018-06-14	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,48	<0,07	<1,67	0,4	0,9	<0,07	0,4	<5	<0,17	3,2	20,5	11,1	6,1	<5	<5
Biganos (entrée)	2018-05-17	<0,67	1,3	<0,03	<1,67	<0,1	<0,07	88,5	15,2	8,8	1,1	13,1	24,0	<0,5	169,0	1145,0	1040,0	666,0	7,0	1217,0
Biganos (sortie)	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,03	<1,67	0,46	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,4	<5	<0,17	<2	5,4	<2	<2	<1,67	4,9
Bulle du Wharf	2018-05-17	<0,67	<0,1	<0,03	<5	<0,1	<0,2	<1,67	<0,08	<0,05	<0,2	<0,07	0,2	4,1	0,5	2,7	1,7	1,0	<5	8,1
Cazaux (entrée)	2018-05-17	<0,67	6,3	<0,03	<1,67	0,23	<0,07	303,3	6,4	7,6	3,9	11,0	6,4	0,5	251,5	1670,0	1745,0	1190,0	16,2	3350,0
Cazaux (sortie)	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,1	<1,67	0,49	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,4	<5	<0,17	<2	9,0	2,5	<2	<1,67	7,6
La Teste (entrée)	2018-05-17	<0,67	2,5	<0,1	<1,67	0,15	<0,07	158,4	18,0	9,9	2,5	14,5	10,6	0,9	159,5	1115,0	1060,0	642,5	7,6	1758,5
La Teste (sortie)	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,03	<1,67	0,47	<0,07	<1,67	0,5	0,8	<0,07	0,4	<5	<0,17	2,6	19,2	11,9	8,9	<5	6,1
Puits du Wharf	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,42	<0,07	<1,67	0,4	0,8	<0,07	0,5	<5	<0,17	5,0	28,0	11,9	4,6	<5	11,5

	CAS	95-14-7	693-33-4	68140-00-1	126-86-3	9002-93-1	15416-74-7	157905-74-3	10328-35-5	16287-71-1	7651-02-7	20256-56-8	126-92-1	151-41-7	1322-98-1	27636-75-5	1330-69-4	26248-24-8	28348-61-0	15826-16-1
Point de prélèvement	Date	benzo triazole	cétyl betaine	comperlan 100	surfynol 104	triton X 100	lauryl pyridinium	Stepanquat GA 90	bddac	bdtac	incromine SD	didecyl dimethyl ammonium	Sodium 2-éthylhexyl sulfate	sodium dodecyl sulfate	LAS C10	LAS C11	LAS C12	LAS C13	LAS C14	Texapon N 701 S
SKCP	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,03	8,9	<0,03	<0,07	<1,67	2,6	6,3	<0,07	<0,07	<1,67	<0,17	<2	20,7	10,7	4,6	<5	7,3
ZI	2018-05-17	<0,67	<0,03	<0,1	<1,67	0,50	<0,07	<1,67	0,4	0,9	<0,07	0,4	<5	<0,17	5,8	30,0	12,6	3,9	<5	22,4
Biganos (entrée)	2018-06-26	<0,67	9,3	<0,03	<1,67	<0,03	<0,07	104,7	28,7	12,2	1,6	11,9	17,2	<0,17	205,0	965,0	1025,0	628,5	11,9	873,5
Biganos (sortie)	2018-06-26	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,43	<0,07	<1,67	1,0	0,9	0,7	0,8	<5	<0,17	<2	17,4	7,7	4,3	<1,67	<5
Cazaux (entrée)	2018-06-26	<0,67	2,4	<0,03	<1,67	<0,1	<0,07	120,1	4,1	6,8	2,4	5,1	12,3	<0,5	210,0	1240,0	899,0	449,0	5,2	681,3
Cazaux (sortie)	2018-06-26	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,42	<0,07	<1,67	0,7	0,8	<0,07	0,4	<5	<0,17	15,0	58,5	20,3	6,6	<5	<1,67
La Teste (entrée)	2018-06-26	<0,67	2,1	<0,1	<1,67	<0,1	<0,07	73,5	5,2	6,9	1,1	7,0	66,3	0,6	141,5	1001,0	815,5	427,0	4,9	1502,5
La Teste (sortie)	2018-06-26	<0,67	0,176	<0,03	<5	0,46	<0,07	<1,67	1,0	0,9	0,36	1,19	<5	<0,17	5,41	28,4	12,95	7,725	<5	<5
Puits du Wharf	2018-06-26	<0,67	0,6	<0,03	<5	0,39	<0,07	<1,67	0,8	0,9	0,1	0,6	<5	<0,17	6,2	38,2	22,3	8,6	<5	11,3
SKCP	2018-06-26	<0,67	<0,03	<0,03	19,8	<0,1	<0,07	<1,67	3,3	6,4	<0,07	<0,07	<1,67	<0,17	<2	17,7	9,3	3,5	<5	6,3
Biganos (entrée)	2018-07-27	<0,67	10,01	<0,03	<1,67	<0,03	<0,07	174,1	27,1	27,1	6,7	25,7	18,0	<0,5	217,5	1530,0	1410,0	894,0	10,1	966,5
Biganos (sortie)	2018-07-27	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,40	<0,07	<1,67	0,4	0,8	0,7	0,8	<5	<0,17	2,8	18,4	8,0	3,4	<1,67	<5
Cazaux (entrée)	2018-07-27	<0,67	12,8	<0,03	<1,67	<0,1	<0,07	238,2	9,8	9,6	9,0	14,6	84,7	0,7	254,0	1685,0	1595,0	1060,0	14,2	2652,5
Cazaux (sortie)	2018-07-27	<0,67	<0,03	<0,03	<5	0,42	<0,07	<1,67	0,7	0,8	<0,07	0,5	<5	<0,17	<2	19,2	17,5	11,0	<5	<1,67
La Teste (entrée)	2018-07-27	<0,67	10,4	<0,1	<1,67	1,47	<0,07	144,1	8,4	9,4	9,4	20,0	10,2	0,7	184,5	1330,0	1200,0	686,0	7,9	1872,0
La Teste (sortie)	2018-07-27	<0,67	0,5	<0,03	<5	0,60	<0,07	<1,67	0,9	1,0	2,9	1,7	5,4	<0,17	25,4	138,5	46,3	18,8	<5	<5
Puits du Wharf	2018-07-27	<0,67	<0,1	<0,03	<5	0,46	<0,07	<1,67	0,6	0,8	0,4	0,5	<5	<0,17	14,4	61,2	27,3	8,5	<5	6,4
SKCP	2018-07-27	<0,67	<0,03	<0,03	20,8	<0,1	<0,07	<1,67	2,9	6,4	<0,07	<0,07	<1,67	<0,17	<2	29,7	24,3	8,9	<5	14,2
Mousse plage	2019-05-09		<0,32	<0,32	<0,32	<0,96	<0,1	<10	<0,19	<0,13	0,2	<0,16	0,5	6,4	7,3	94,5	35,5	20,5	0,4	<1,38
Rejet Biscarosse	2019-05-09		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<1,67	<0,03	<0,02	<0,03	<0,03	0,1	<0,17	0,3	3,6	1,4	1,1	<0,06	<0,23
Eau plage Biscarosse	2019-05-09		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<1,67	<0,03	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	<0,17	0,1	1,4	0,6	0,4	<0,06	<0,23
ZI	2019-05-09		<0,05	<0,05	0,6	<0,05	<0,02	<1,67	<0,1	<0,06	<0,03	<0,03	3,6	5,1	14,7	93,6	36,8	17,3	<0,06	83,2
Puits du Wharf	2019-05-09		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<1,67	<0,03	<0,02	<0,03	<0,03	2,0	<0,5	12,6	86	32,7	13,2	<0,06	45,6

Annexe B. Résultats des campagnes de suivi pour les molécules du projet SIPIBEL-RILACT (phase particulière, concentrations en µg/kg).

Une valeur de MES en rouge indique un taux de MES trop faible qui entraîne une forte incertitude dans les résultats associés.

	CAS	693-33-4	68140-00-1	126-86-3	9002-93-1	15416-74-7	157905-74-3	10328-35-5	16287-71-1	7651-02-7	20256-56-8	126-92-1	151-41-7	1322-98-1	27636-75-5	1330-69-4	26248-24-8	28348-61-0	15826-16-1	
Point de prélèvement	Date	cétyl betaine	comperlan 100	surfynol 104	triton X 100	lauryl pyridinium	Stepanquat GA 90	bddac	bdtac	incromine SD	didecyl dimethyl ammonium	Sodium 2- éthylhexyl sulfate	sodium dodecyl sulfate	LAS C10	LAS C11	LAS C12	LAS C13	LAS C14	Texapon N 701 S	MES (mg/L)
Biganos (entrée)	2016-12-20	8874,7	<6,67		2891,5	<0,67	0,0	87531,6	63703,6	41553,2		17579,3	30854,9	235605,9	239253,1	316815,8	384895,9		588406,9	412
La Teste (entrée)	2016-12-20	4405,7	<6,67		4773,1	<0,67	<3,33	41732,5	26853,0	20250,2		15856,0	26829,7	206454,0	216218,7	269924,7	305263,6		499860,5	430
La Teste (entrée)	2017-07-11	5174,0	392,0		831,0	<0,67	402750,0	147020,0	124591,0	31369,0		<2	<100	35200,0	80878,0	92829,0	116896,0		16978,0	327
La Teste (entrée)	2017-07-12	3850,0	247,0		606,0	<0,67	339218,0	125907,0	92975,0	27732,0		<2	<100	39864,0	82081,0	91118,0	112041,0		22049,0	404
Pôle de Santé	2016-12-20	<0,67	<6,67		11372,9	<0,67	<3,33	6028,2	4045,7	917,0		<0,67	<33,3	29291,9	73442,0	133723,9	196977,4		26914,6	236
Pôle de Santé	2017-07-11	306	<20		10725	<0,67	<3,33	26781	11511	<0,2		206,0	<33,3	37 408	14 984	31 020	23 526		19 751	407
Pôle de Santé	2017-07-12	313	144		1188	<0,67	<3,33	29052	16780	<0,2		164,0	<33,3	57 582	21 143	41 232	32 699		25 541	384
Biganos (sortie)	2016-12-20	<0,67	<6,67		59823,0	<0,67	<3,33	6339,2	4457,5	4688,7		<0,67	<33,3	236150,8	530554,0	816676,2	1105082,8		433181,0	36
La Teste (sortie)	2016-12-20	<0,67	<6,67		58015,3	<0,67	<3,33	18893,1	4496,2	1519,1		15076,3	<33,3	477099,2	786259,5	1160305,3	1473282,4		103053,4	26
Biganos (entrée)	2018-04-12	40547	1033	211	1000	<0,67	34050	215688	161604	11043	154803	1862	21925	462789	410325	395427	1029859	535009	388270	154
Biganos (sortie)	2018-04-12	1201	<0,67	1643	46750	<0,67	<3,33	56429	44866	816	130357	357143	283482	<333	<333	<333	313839	158036	<333	8
Cazaux (entrée)	2018-04-12	17454	37	<100	1145	<0,67	6385	50940	54699	5720	71160	24168	63104	555854	388292	503491	800215	566595	66165	186
Cazaux (sortie)	2018-04-12	<0,67	<0,67	2593	177714	<0,67	<3,33	93214	12550	<10	102429	534286	402857	172857	381429	536429	817857	<333	<333	5
La Teste (entrée)	2018-04-12	6781	24	317	7173	<0,67	315	178947	132456	1877	134912	55789	91579	62456	160877	359649	842982	331579	29816	57
La Teste (sortie)	2018-04-12	154	<0,67	3256	24319	17	1842	27113	15300	207	74483	11727	<33,3	<333	<333	44229	91195	54890	<333	25
Puits du Wharf	2018-04-12	17682	<0,67	3063	128257	<0,67	<3,33	557530	477157	6294	444162	610829	635364	127242	384095	827411	2064298	670051	<333	6
SKCP	2018-04-12	<0,67	<0,67	250	9847	<0,67	<3,33	39028	20833	<10	<100	53889	55347	<333	17708	23056	30903	<333	<333	72
Biganos (entrée)	2018-06-14	33466	997	148	1307	<0,67	2429	219325	149693	35859	308589	4853	24356	610123	313497	435890	1098160	1349693	112791	163
Biganos (sortie)	2018-06-14	8673	<0,67	4065	286548	<0,67	<3,33	35833	24702	7036	122619	2554	<33,3	209524	276190	515476	870238	229167	<333	6
Bulle du Wharf	2018-06-14	7680	<0,67	9170	342800	<0,67	<3,33	420000	212000	<10	103300	43900	<33,3	620000	920000	1172000	1757000	370000	<333	5
La Teste (entrée)	2018-06-14	33715	282	342	2041	<0,67	1503	250789	447555	23344	492114	6542	22950	362382	413249	693218	1021293	1443218	47610	127
La Teste (sortie)	2018-06-14	688	<0,67	1836	142917	<0,67	<3,33	15714	7798	<10	34792	18036	<33,3	<333	164286	329167	449405	812500	<333	12
Puits du Wharf	2018-06-14	17767	<0,67	1372	14827	<0,67	<3,33	640000	343333	8522	228889	9400	<33,3	151000	200556	404444	1044444	376667	<333	45
SKCP	2018-06-14	<0,67	<0,67	888	14177	<0,67	<3,33	165244	116585	<10	701	8140	1537	26585	29268	39939	72622	16402	<333	82
ZI	2018-06-14	7833	<0,67	2206	25000	<0,67	2178	251515	218333	7015	102273	4136	<33,3	84242	118030	230606	536364	203333	<333	33
Biganos (entrée)	2018-05-17	49036	51	152	588	<0,67	8423	280396	166577	75522	220943	3283	8195	658811	351098	493573	1057847	1079272	12480	187
Biganos (sortie)	2018-05-17	913	<0,67	1392	29792	<0,67	<3,33	36332	27947	629	104703	94925	<33,3	<333	<333	<333	197131	128258	<333	9
Bulle du Wharf	2018-05-17	<0,67	<0,67	3665	90646	<0,67	<3,33	69614	53549	<10	36835	140937	<33,3	<333	<333	251411	578244	236904	<333	7
Cazaux (entrée)	2018-05-17	33488	14	<100	2010	<0,67	11104	50823	40186	40449	65269	2403	11399	453077	221417	274735	573898	600163	158643	381
Cazaux (sortie)	2018-05-17	<0,67	<0,67	<33,3	75629	<0,67	<3,33	38455	29580	<10	48865	153258	<33,3	<333	<333	128621	231519	<333	<333	10
La Teste (entrée)	2018-05-17	58311	430	175	1427	<0,67	13772	157918	105493	36312	147626	3213	34285	771903	380484	529397	1260774	807282	455101	155
La Teste (sortie)	2018-05-17	16573	<0,67	2863	33401	<0,67	1280	29855	21325	318	16584	26649	<33,3	<333	<333	<333	338637	97981	<333	20
Puits du Wharf	2018-05-17	10271	<0,67	1803	23383	303	<3,33	411429	219857	1993	191429	17314	10857	274429	370000	534286	794286	422857	87114	35

	CAS	693-33-4	68140-00-1	126-86-3	9002-93-1	15416-74-7	157905-74-3	10328-35-5	16287-71-1	7651-02-7	20256-56-8	126-92-1	151-41-7	1322-98-1	27636-75-5	1330-69-4	26248-24-8	28348-61-0	15826-16-1	
Point de prélèvement	Date	cétyl betaine	comperlan 100	surfynol 104	triton X 100	lauryl pyridinium	Stepanquat GA 90	bddac	bdtac	incromine SD	didecyl dimethyl ammonium	Sodium 2- éthylhexyl sulfate	sodium dodecyl sulfate	LAS C10	LAS C11	LAS C12	LAS C13	LAS C14	Texapon N 701 S	MES (mg/L)
SKCP	2018-05-17	1941	<0,67	986	9413	20	<3,33	181232	109456	<10	3259	6791	<33,3	21060	36533	61605	105086	45989	6734	70
ZI	2018-05-17	1258	<0,67	519	26642	<0,67	<3,33	28447	18965	5442	24484	12577	<33,3	<333	<333	41166	74099	54437	<333	28
Biganos (entrée)	2018-06-26	92532	96	<100	18	<0,67	35153	76691	50971	85004	38110	1070	9692	592830	263166	335623	655563	1053919	34629	319
Biganos (sortie)	2018-06-26	13195	<0,67	15935	324286	7065	<3,33	851948	649351	6468	316883	<0,67	<100	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	3
Cazaux (entrée)	2018-06-26	11867	28	<100	12	<0,67	7314	5498	6569	17876	11867	457	4807	147211	99142	113162	214306	341488	27690	999
Cazaux (sortie)	2018-06-26	3714	<0,67	1803	24090	2614	2440	171911	80246	<LOQ	41709	17667	14305	155417	352068	707308	1132327	399645	2560	23
La Teste (entrée)	2018-06-26	14215	124	<100	243	<0,67	7222	65893	38645	15582	64857	1703	22379	489018	319105	385412	513883	621633	141173	483
La Teste (sortie)	2018-06-26	41289	<LOQ	14852	104268	47038	6602	2909408	1487805	18902	1021777	136760	70035	986063	2351916	4581882	7369338	3118467	<333	4
Puits du Wharf	2018-06-26	84231	167	3919	23313	14981	15985	1153846	368846	30135	424423	<0,67	<100	<1000	<1000	<1000	<1000	<333	<1000	26
SKCP	2018-06-26	3783	<0,67	798	4292	<0,67	<3,33	302980	179109	<10	4302	15623	16628	48990	133914	254436	302422	283451	7979	90
Biganos (entrée)	2018-07-27	61458	22	<100	223	<0,67	24594	169444	160069	67882	44097	1660	9375	847222	416667	513889	927083	1427083	33201	288
Biganos (sortie)	2018-07-27	1526	<0,67	1215	47253	<0,67	<3,33	47256	26253	4498	112656	<0,67	<100	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	5
Cazaux (entrée)	2018-07-27	43737	27	<100	62	<0,67	6062	63175	68898	41685	56371	1525	2354	561555	265659	321814	598272	1107991	7963	463
Cazaux (sortie)	2018-07-27	<0,67	<0,67	<33,3	54823	<0,67	<3,33	47126	34783	<10	34565	26547	<33,3	<333	<333	195482	298082	455742	<333	13
La Teste (entrée)	2018-07-27	122254	1760	131	3048	<0,67	24246	178324	90173	107225	80347	2520	29075	1554913	872832	1080925	1572254	2000000	279769	173
La Teste (sortie)	2018-07-27	9857	<0,67	1544	59877	<0,67	<3,33	36522	18683	1954	65847	15266	<33,3	<333	186542	215473	245741	548577	<333	9
Puits du Wharf	2018-07-27	9553	<0,67	2547	35266	<0,67	<3,33	395477	226546	4553	156685	<0,67	<100	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	15
SKCP	2018-07-27	3167	104	845	8307	<0,67	<3,33	402604	47344	<10	<33,3	10000	6958	194792	280208	384375	441667	117708	1848	96

BASSIN D'ARCACHON
SYNDICAT INTERCOMMUNAL



L'eau en partage

