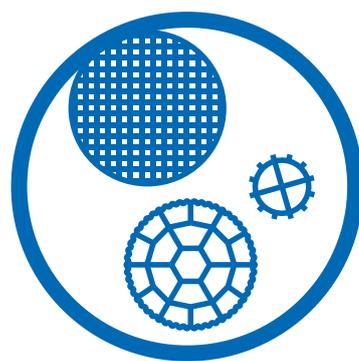


BIOMEDIAS EN PLASTIQUE



**POLLUTION DES PLAGES ET DES COURS D'EAU
PAR LES BIOMÉDIAS, UTILISÉS DANS LE TRAITEMENT
DES EAUX USÉES**



2^E ÉDITION - DÉCEMBRE 2023

PRINCIPAUX AUTEURS

- Philippe Bencivengo
- Cristina Barreau
- Francois Verdet

Tous membres de l'équipe Expertise Environnementale de Surfrider Foundation Europe

REMERCIEMENTS

Surfrider Foundation Europe tient à remercier tous les citoyens, associations, autorités publiques et professionnels de l'assainissement qui, depuis plus de 15 ans, par leurs témoignages et collaborations ont permis de développer l'expertise de l'ONG, de réaliser ce rapport et de lutter contre la pollution par les biomédias.

COMMENT CITER CE RAPPORT

Bencivengo P., Barreau C., Verdet F., Pollution des plages et des cours d'eau par les biomédias utilisés dans le traitement des eaux usées, 2023.

CONTACT

Surfrider Foundation Europe | 33 allée du Moura | 64200 Biarritz - France
pbencivengo@surfrider.eu

Illustration | Photo de couverture | Biomédias échoués sur le littoral Corse, © Mare Vivu

AVANT-PROPOS

L'étude concernant la pollution des plages et des cours d'eau par des supports de prolifération bactériologique utilisés dans le traitement des eaux usées a été menée par l'association Surfrider Foundation Europe. Ce rapport est une mise à jour du rapport intitulé « Supports de prolifération bactériologique et pollution des milieux aquatiques » publié en 2018. Ce nouveau rapport intègre les nouvelles connaissances acquises au cours de ces 5 dernières années.

Surfrider Foundation a pour mission de protéger les océans, les mers, le littoral et les personnes qui en jouissent depuis plus de 30 ans en Europe.

Surfrider est l'une des seules ONG à traiter spécifiquement les enjeux liés aux océans et à l'aménagement du littoral et ce autour de 3 thématiques majeures: qualité de l'eau et santé des usagers, déchets aquatiques, aménagement du littoral.

Fédérant plus de 12 000 adhérents et 45 antennes locales en Europe, nous portons directement des revendications auprès des institutions européennes. Surfrider est un acteur majeur de la concertation environnementale en Europe et particulièrement en France.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	7
1.1	Objectif de ce rapport	7
1.2	La pollution plastique des océans	8
1.3	Pollution par les biomédias	9
1.4	Contexte réglementaire	12
1.4.1	Préservation des milieux aquatiques : Quelle prise en compte des déchets ?	12
1.4.2	Traitement des eaux usées	13
1.4.3	Rejets industriels & agricoles	15
1.4.4	Implication de Surfrider dans l'évolution des réglementations	16
2	DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USÉES ET LE TRAITEMENT BIOLOGIQUE	18
2.1	Les acteurs de l'assainissement	18
2.2	Fonctionnement global d'un réseau d'assainissement	20
2.3	Grandes étapes de l'assainissement	21
2.3.1	Prétraitement	21
2.3.2	Traitement primaire	21
2.3.3	Traitement secondaire ou traitement biologique	21
2.3.4	Traitement tertiaire	22
2.3.5	Traitement quaternaire	22
2.3.6	Traitement des boues	22
2.4	Les installations à culture fixée	22
3	ZOOM SUR LES INSTALLATIONS À CULTURE FIXÉE FLUIDISÉE	24
3.1	Historique	24
3.2	Principes	25
3.3	Avantages	26
3.4	Contraintes et inconvénients	27
3.5	Autres supports bactériens	29
3.5.1	Biobeads	29
3.5.2	Billes de polystyrène	31
4	UTILISATEURS	32
4.1	Assainissement collectif	32
4.2	Assainissement non-collectif	33
4.3	Assainissement industriel	35
4.4	Assainissement embarqué	38
4.5	Systèmes d'épuration non réglementés	39

5	DIFFUSION DES BIOMÉDIAS DANS LE MILIEU NATUREL	40
5.1	Origine terrestre et transport par les cours d'eau	40
5.2	Transport des biomedias en milieu océanique	41
5.2.1	Courants	41
5.2.2	Tempêtes	41
5.2.3	La modélisation numérique au service de l'environnement	41
6	SUIVIS DE LA POLLUTION PAR LES BIOMÉDIAS	43
6.1	Suivis mis en place par Surfrider	43
6.1.1	Premières observations par les citoyens	43
6.1.2	Initiatives Océanes	45
6.1.3	Protocoles scientifiques de quantification OSPAR / DCSMM	46
6.2	Autres suivis	47
6.2.1	Observateurs en Manche	47
6.2.2	Observateurs en Mer du Nord	48
6.2.3	Observateurs en Méditerranée	48
6.2.4	Observateurs en Atlantique	50
6.2.5	Observateurs en rivières	50
6.3	Cartographie des observations	51
7	POLLUTIONS PAR LES BIOMÉDIAS	53
7.1	Principaux cas observés (2019-2023)	54
7.1.1	Hvide Sand – Ringkøbing-Skjern(RKSK)	40
7.1.2	Bastia Sud	42
7.1.3	Beaufort-sur-Gervanne	43
7.1.4	Molines-en-Queyras	44
7.1.5	Nyköping	45
7.1.6	Salerne	46
7.2	Bilan des pollutions observées	65
8	PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS RECENSÉS	66
8.1	Réglementation	50
8.2	Production, transport et stockage	50
8.3	Conception de l'installation	50
8.4	Phase de démarrage d'une STEU	51
8.5	Exploitation de la STEU	51
8.6	Gestion des déchets	52
8.7	Planification des interventions d'urgence	52
9	RECOMMANDATIONS	71
10	CONCLUSION	74
11	BIBLIOGRAPHIE	75

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Biomédia et microplastiques retrouvés dans l'estomac d'un fulmar des îles Féroé, © J.A. van Franeker / Wageningen Marine Research	10
Figure 2 : Contenu de l'estomac d'une tortue caouanne, 2021 © G. Darmon & D. Gambaiani	11
Figure 3 : Représentations graphiques de l'atteinte des objectifs de bonne qualité écologique des masses d'eau en Europe (source EEA)	12
Figure 4 : % des masses d'eau qui ne sont pas en bon état écologique, par bassin hydrographie, (Reference data: ©ESRI / ©EuroGeographics)	13
Figure 5 : Types de traitement des eaux usées urbaines en Europe, 2017 (source EEA)	14
Figure 6 : Liens entre les 3 directives clés visant la protection des milieux aquatiques (source EEA)	15
Figure 7 : Un groupe de citoyens s'est mobilisé pour collecter des déchets marins sur une plage, © Surfrider Foundation Europe.	16
Figure 8 : Station d'épuration à Zürich en Suisse, © Patrick Federi	17
Figure 9 : Bassin à České Budějovice en République Tchèque, © Martin Kníže	20
Figure 10 : Étapes d'une station d'épuration, © Surfrider Foundation Europe	21
Figure 11 : Différents modèles de biomédias collectés sur une plage, © Surfrider Foundation Europe	22
Figure 12 : Vue microscopique de la colonisation bactérienne d'un biomédia	23
Figure 13 : Billes de polystyrène (EPS), © Veolia	26
Figure 14 : Station d'épuration des eaux usées de la ville de Folschville, © Tous droits réservés	27
Figure 15 : Classement par taille des stations utilisatrices de biomédias recensées à ce jour, © Surfrider Foundation Europe	28
Figure 16 : Station conteneur Wastewaterbox, © Cohin environnement	29
Figure 17 : Illustration des différents types de traitements des eaux usées industrielles (source EEA)	30
Figure 18 : Biomédias accumulés sur les berges, Seine France, © Renaud François	32

Figure 19 : Origines possibles des particules échouées simulées sur 3 mois hivernaux (Source Elisa Grima, MIO)	34
Figure 20 : Biomédias trouvés sur une plage en Corse, France, 2018 © Mare Vivu	35
Figure 21 : Extrait de la page de témoignage sur le site internet de Surfrider Foundation	36
Figure 22 : Liste des types de biomédias, ©Surfrider Foundation Europe	36
Figure 23 : Nombre de biomédias signalés lors des initiatives océanes	36
Figure 24 : Observations de biomédias dans l'environnement, © Surfrider Foundation Europe	39
Figure 25 : Biomédias collectés sur les rives du lac de Serre-Ponçon, France, 2021. © JP Coulomb	40
Figure 26 : RK Bioelements échoués après la pollution d'Atlantic Sapphire, © RKSK	41
Figure 27 : RK Bioelements échoués après la pollution d'Atlantic Sapphire, © RKSK	41
Figure 28 : Biomédias de type K5 collecté sur la plage de La Marana à Bastia, © Claire Turgis	43
Figure 29 : Biomédias de type Biochip collectés sur les rives du lac de Serre-Ponçon après l'incident de la STEP de Molines-en-Queyras, © JP Coulomb	44
Figure 30 : Biomédias de type K1 collectés sur le rivage après l'incident survenu à la station d'épuration de Nyköping, © Pontus Stenberg / SVT	45
Figure 31 : Biomédias type Biochip collectés sur le rivage après l'incident à la station d'épuration de la STEU de Capaccio Paestum, © Guardia Costiera	47
Figure 32 : Cartographie des sites d'échouages de biomédias issus de la STEU de Capaccio Paestum, ©CleanSeaLIFE	47
Figure 33 : Nombre de stations utilisatrices de biomédias recensées par pays (bleu) / Nombre de cas de pollution par pays (orange)	48
Figure 34 : Nombre d'accidents entraînant des pertes de biomédias par an, © Surfrider Foundation Europe	48
Figure 35 : Modèles K5 échoués à Charlottenlund, Denmark, © Plastic Change	49
Figure 36 : Chaîne de vie des biomédias, de la conception à l'élimination, © Surfrider Foundation Europe	49
Figure 37 : STEP à Santa Clara, USA, © John Cameron	51
Figure 38 : Opération de récupération de biomédias après une fuite importante à la STEP d'Evolène, Suisse, © Commune Evolene	52
Figure 39 : Biomédias récoltés sur une plage du Pays Basque, © Surfrider Côte Basque	53
Figure 40 : Bassin à České Budějovice en République Tchèque, © Martin Kníže	55
Figure 41 : Biomédias retrouvés sur la Seine, 2010, © Renaud François	57



1 INTRODUCTION

1.1 OBJECTIF DE CE RAPPORT

L'objet de ce rapport est de partager, avec le plus grand nombre, les informations collectées par Surfrider Foundation Europe (SFE) durant les 15 années d'investigation sur la thématique des biomédias. Plusieurs rapports et de nombreux articles scientifiques (FNDAE...) présentent l'usage des biomédias, les différents procédés d'utilisation, la comparaison de différents supports bactériens et bien d'autres paramètres mais aucun ne prend en compte l'impact de leur dispersion dans le milieu naturel suite à des dysfonctionnements. Notre démarche s'inscrit dans un objectif de prévention et nous souhaitons par nos travaux contribuer à une meilleure compréhension et une prise en compte des problématiques conduisant aux pertes de biomédias dans l'environnement.

Le premier rapport de Surfrider sur le sujet, publié en 2018, présentait de manière objective un état de l'art des usages des biomédias et recensait les dysfonctionnements lors de leur utilisation.

Pour mieux comprendre l'origine de cette problématique n'hésitez pas à vous référer au document en ligne : surfrider.eu/wp-content/uploads/2020/10/surfrider_foundation_europe_biomedias-2018.pdf

Sa diffusion a permis d'alerter les parties prenantes (particuliers, collectivités locales, services de l'Etat, ONGs et les techniciens des STEU) et constituait une première publication de référence, offrant une vision d'ensemble de la problématique. Ce rapport a aussi permis d'envisager des premières pistes d'amélioration et a apporté matière à concertation avec les professionnels de l'assainissement.

A l'échelle nationale, nos travaux ont ainsi permis d'alimenter des groupes de travail visant à analyser et quantifier les typologies de déchets aquatiques. Ils constituent aussi une base pour l'adoption de plans d'actions visant la réduction à la source des apports de déchets plastiques issus des réseaux d'assainissements.

A l'échelle européenne et régionale, les données collectées par Surfrider Foundation ont servi de référence pour l'intégration de mesures spécifiques visant la prévention de la fuite de biomédias dans l'environnement dans la nouvelle version de la Directive Eaux Résiduaires Urbaines (DERU) mais également dans le deuxième plan d'action régional déchets marins de la Convention OSPAR (RAP ML II). En 2023, Surfrider a été mandaté par l'Agence Suédoise de l'Environnement pour le compte du « Nordic Council of Ministers » pour la réalisation d'un guide de bonnes pratiques visant la réduction du risque de pertes de biomédias¹.

Ce second rapport, constitue une mise à jour de nos travaux et observations recensés ces 5 dernières années.

Illustration | Page de gauche | Biomédias sur une plage au Pays Basque, © Surfrider Foundation Europe

Les côtes du Golfe de Gascogne, particulièrement touchées par l'arrivée massive de biomédias, ont

Notes | 1. www.norden.org/en/publication/recommendations-use-biocarriers

constitué notre terrain d'étude initial, et ce pendant de nombreuses années, mais nous avons désormais la certitude qu'il s'agit d'une problématique mondiale et c'est pourquoi notre champ d'action s'est élargi à l'ensemble du territoire européen.

1.2 LA POLLUTION PLASTIQUE DES OCÉANS

L'accumulation de plastique dans les océans et sur les côtes est devenue un problème mondial. Chaque année, on estime que plus de 10 millions de tonnes de déchets plastiques entrent dans les océans. Des eaux de surface aux sédiments marins profonds, le plastique est aujourd'hui partout, menaçant les écosystèmes marins et côtiers.

Les plastiques constituent une perturbation majeure pour le milieu marin et littoral. Au-delà des impacts que les objets composés de plastique peuvent causer aux espèces marines (étranglement, immobilisation, ingestion, transport d'espèces invasives, d'organismes pathogènes) mais également aux fonds marins (étouffement) et aux êtres humains (impacts socio-économiques, impacts physiques), ils ont la particularité de se fragmenter sous l'action des UV (photodégradation) et de l'abrasion mécanique. Leur dégradation dans le milieu naturel est très lente, et en se fragmentant, le plastique libère des substances toxiques (additifs chimiques,

ignifugeants...) qui peuvent se révéler être des perturbateurs endocriniens.

Les microplastiques servent également de support pour l'accumulation de polluants organiques persistants hydrophobes (POP) comme les polychlorobiphényles ou le DDT.

Il y a quinze ans, une nouvelle forme de polluants plastiques a été observée le long de la côte de l'Atlantique Nord. Il s'agit des biomédias utilisés pour améliorer l'efficacité du traitement biologique des eaux usées. En raison de fuites involontaires de divers types de processus de traitement des eaux usées, les biomédias se retrouvent dans l'environnement aquatique et sur la côte, où ils contribuent à la pollution plastique.

1.3 POLLUTION PAR LES BIOMÉDIAS

QU'EST-CE QU'UN BIOMÉDIA ?

Les biomédias sont des supports en plastique utilisés dans les stations de traitement des eaux usées (STEU) lors de la phase de traitement secondaire (biologique). Au cours de cette phase, les bactéries décomposent les matières organiques et azotées ainsi que le phosphore². Dans ce type de système de culture à lit fixé fluidisé, les bactéries utilisées sont cultivées sur divers supports pour former des biofilms. Ajoutés par millions dans les réservoirs, les biomédias offrent une surface nettement plus grande pour la croissance des biofilms, augmentant ainsi la capacité d'épuration des stations. En même temps, l'ajout de biomédias permet de réduire la surface occupée par les installations.

En fonction des exigences de traitement (nature et volume des effluents, eaux réceptrices), différentes technologies utilisant des biomédias peuvent être mises en œuvre. Parmi les plus couramment utilisées, citons :

- MBBR
- IFAS
- ANAMOX

Depuis la fin des années 1990, de nombreuses techniques utilisant des biomédias ont été mises au point pour assurer la conformité des rejets d'eaux usées avec les exigences de la directive européenne sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (DERU). Les biomédias peuvent être fixes

Figure 1 | Ci-dessous | Biomédia et microplastiques retrouvés dans l'estomac d'un fulmar des îles Féroé, © J.A. van Franeker / Wageningen Marine Research



ou fluidifiés (c'est-à-dire mis en mouvement dans la colonne d'eau) et composés de différents matériaux (Cf. Chapitre 2.4). Il peut s'agir de minéraux d'origine naturelle tels que les billes d'argile et les roches volcaniques ou de supports synthétiques en plastique. En cas de fuite, la principale préoccupation environnementale concerne évidemment les supports en plastique.

Les trois principales catégories de supports plastiques utilisés dans les procédés fluidifiés sont les suivantes :

· Biomédias

Il s'agit généralement de petits cylindres de 1 à 5 cm, mais ils peuvent également se présenter sous la forme de disques plats. Ils sont fabriqués en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en polyéthylène (PE). Ils sont principalement utilisés dans les procédés de type MBBR.

· Billes « biobeads »

Billes irrégulières de 3 à 5 mm fabriquées à partir de polyéthylène (PE) et de polyéthylène recyclé hétérogène (rPE), qui sont potentiellement non conformes aux réglementations actuelles sur les déchets plastiques dangereux³.

· Billes de polystyrène

Billes sphériques et régulières de 3 à 5 mm.

ENONCÉ DU PROBLÈME

Un certain nombre de stations d'épuration utilisant le procédé MBBR connaissent des dysfonctionnements et risquent donc de laisser échapper des biomédias en plastique dans l'environnement. Depuis la fin des années 2010, des rejets massifs de biomédias dans les milieux aquatiques (de plusieurs milliers à plusieurs millions d'unités) sont observés en Europe⁴.

D'autres cas de fuites diffuses et chroniques dans l'environnement ont également été signalés, mais le manque de connaissances par les institutions concernant les procédés utilisés par les STEU ainsi que l'absence de données issues du monitoring communiquées par les exploitants, rend difficile l'identification des sources de ces rejets.

QUELS SONT LES IMPACTS DE LA POLLUTION PAR LES BIOMÉDIAS ?

Les biomédias constituent une source de pollution plastique supplémentaire ayant des conséquences

désastreuses sur l'environnement marin, et ce pour plusieurs raisons :

→ La quantité de biomédias déversée en une seule fois peut être catastrophique :

Un bassin d'épuration peut contenir plusieurs centaines de millions de biomédias. Un seul accident peut donc provoquer la fuite de millions de ces pièces en plastique dans les milieux naturels.

En mars 2021, environ un demi-million de biomédias ont ainsi été déversés dans le fjord de Ringkøbing (Danemark) et ont atteint la mer du Nord, suite à un accident survenu dans une ferme piscicole d'élevage de saumon (Cf. Chapitre 7).

→ La pollution peut se poursuivre pendant des années :

Dans la plupart des cas, les biomédias qui atteignent le milieu aquatique ne sont pas récupérés.

Des biomédias qui s'étaient échappés d'une STEU au Pays Basque espagnol en 2010 continuent de s'échouer en nombre sur les plages de la façade atlantique, 13 ans après l'accident.

→ La pollution peut se disperser sur de très longues distances et impacter des zones protégées :

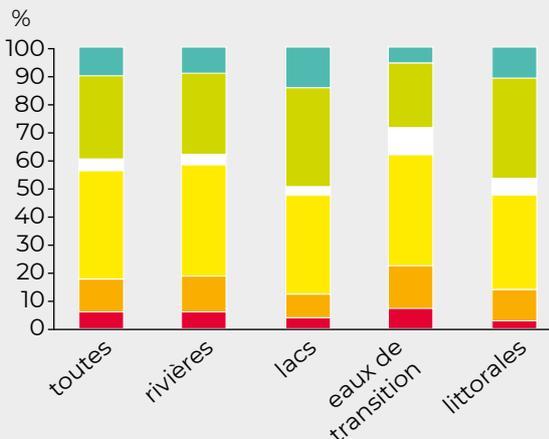
L'Océan ne connaît pas de frontière et il en va de même pour les biomédias. Leurs propriétés physiques et notamment leur densité proche de celle de

Figure 2 | Ci-dessous | Contenu de l'estomac d'une tortue caouanne, 2021 © G. Darmon & D. Gambaiani

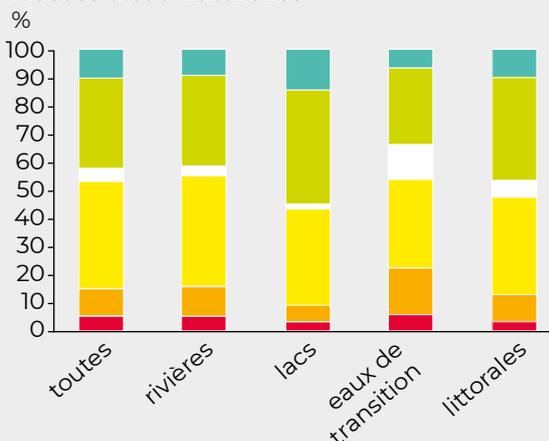


Notes | 3. Turner et al., 2019. Notes | 4. Bencivengo et al., 2018 ; Turner et al., 2019 ; Bautista, 2021.

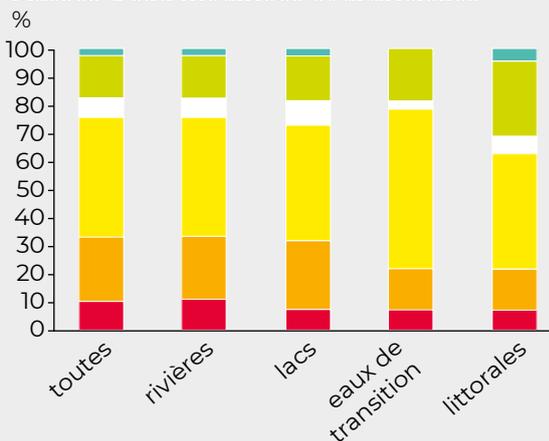
Toutes masses d'eau de surface



Masses d'eau naturelles



Masses d'eau modifiées et artificielles



■ Mauvaise ■ Médiocre ■ Moyenne
■ Bonne ■ Très bonne □ Inconnue

Figure 3 | Ci-dessus | Représentations graphiques de l'atteinte des objectifs de bonne qualité écologique des masses d'eau en Europe (source EEA)

l'eau, en font des polluants très mobiles, capables de se disperser rapidement dans le milieu aquatique.

En 2018, en Italie, 126 à 130 millions de biomédias provenant de la STEU municipale de la ville de Capaccio Paestum se sont déversés dans la rivière Sele se jetant dans la mer Tyrrhénienne. La pollution s'est répandue dans toute la Méditerranée occidentale, touchant les littoraux de France, d'Espagne, de Tunisie et de Malte et impactant par la même occasion de nombreuses aires marines protégées (Cf. Chapitre 7).

→ Ils sont ingérés par les animaux marins et ont des effets néfastes sur la biodiversité marine :

Les biomédias, comme tous les déchets plastiques, peuvent être confondus avec de la nourriture tels que le montrent les nombreux cas d'ingestion par des oiseaux et des tortues de mer (Cf. figures 1 et 2). Ils ont des impacts sur la physiologie, la reproduction, la croissance, et les systèmes endocriniens des espèces marines.

→ Leur toxicité est préoccupante :

Conçus pour fixer les bactéries, les biomédias peuvent servir de support à d'autres substances présentes dans les eaux usées telles que des bactéries fécales, des virus, des produits industriels, des détergents, des hydrocarbures, des pesticides, des cosmétiques ou encore des résidus de médicaments. En cas d'accident et de rejet, les biomédias pourraient alors transporter ces polluants dans les milieux aquatiques.

SURFRIDER FOUNDATION, LEADER DE LA LUTTE CONTRE LES BIOMÉDIAS

Surfrider Foundation Europe est une des premières associations à s'être intéressée à la problématique posée par la prolifération de ces supports dans le milieu marin. L'association a, dès lors, commencé un suivi de l'évolution de la pollution par les biomédias à l'échelle européenne. Un travail d'investigation a ensuite été mené afin de comprendre les procédés d'utilisation de ces biomédias et d'identifier les causes de rejets dans les milieux aquatiques. Ces démarches ont été accompagnées d'enquêtes et d'entretiens auprès de professionnels de l'assainissement afin de répertorier, de manière objective, les usages pouvant conduire à des rejets puis de réfléchir ensemble à des solutions durables et respectueuses de l'environnement. Les investigations de Surfrider ainsi que son expertise ont permis de développer plusieurs supports de sensibilisation, des outils permettant le suivi des pollutions, des rapports techniques mais également de contribuer à l'évolution des réglementations.

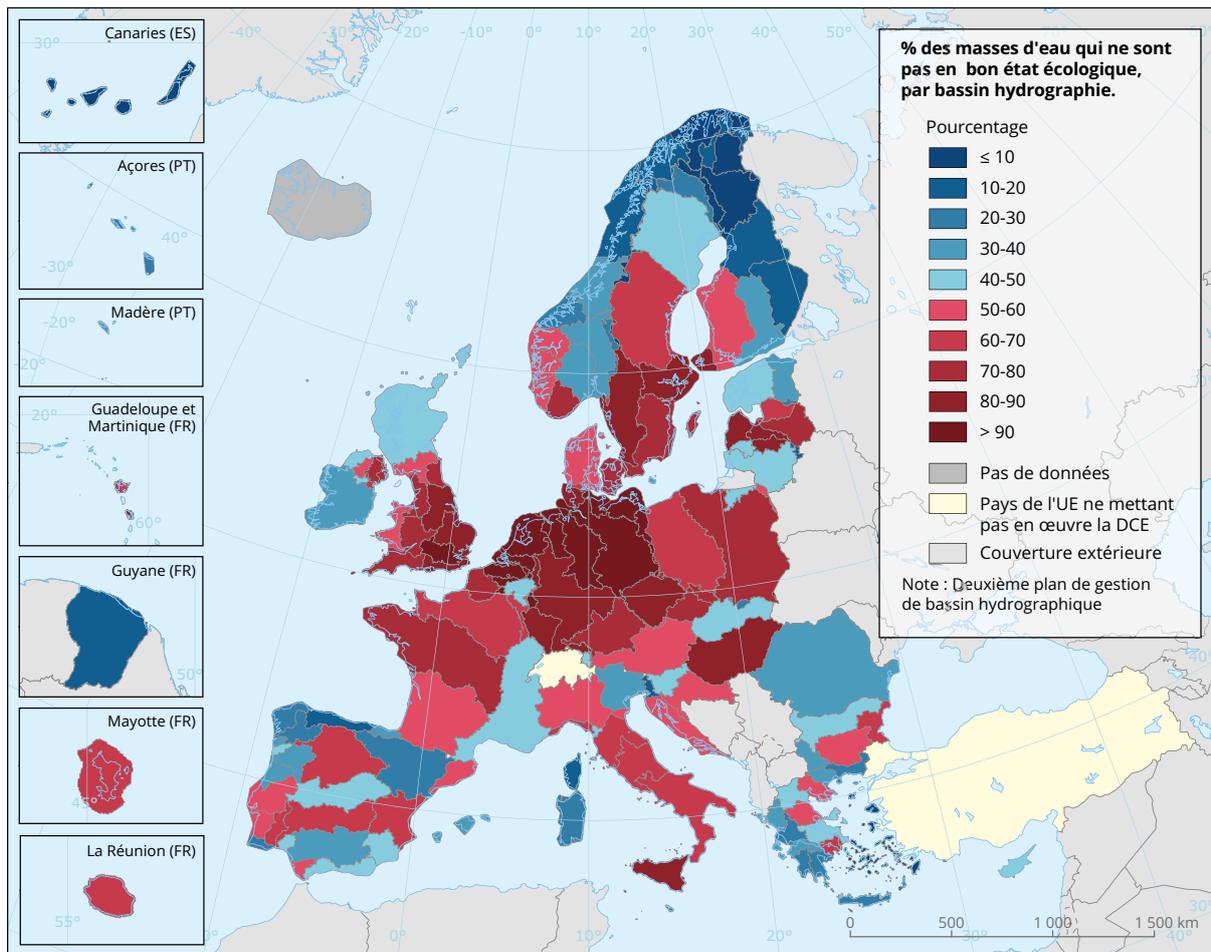


Figure 4 | Ci-dessus | % des masses d'eau qui ne sont pas en bon état écologique, par bassin hydrographique, (Reference data: ©ESRI / ©EuroGeographics)

Aujourd'hui Surfrider Foundation Europe est devenue l'association de référence à échelle mondiale sur la problématique des pertes de biomédias dans l'environnement.

1.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

1.4.1 PRÉSERVATION DES MILIEUX AQUATIQUES : QUELLE PRISE EN COMPTE DES DÉCHETS ?

DIRECTIVE-CADRE SUR L'EAU 2000/60/CE

La Directive-Cadre sur l'Eau 2000/60/CE (DCE) fixe, depuis 2000, des objectifs de résultats pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) ainsi que pour les eaux souterraines. L'objectif général était d'atteindre d'ici à 2015 le bon état écologique et chimique des différentes masses d'eau sur l'ensemble du territoire européen. Mais les objectifs

n'ayant pas été atteints, de nombreux territoires ont pu reporter ces objectifs à 2027.

En 2020 seuls 40% des masses d'eau à l'échelle européenne présentaient un bon état écologique et chimique. Source EEA (European Environmental Agency).

Bien que les rivières soient la principale voie de transfert des pollutions plastiques vers l'océan, la DCE n'inclut pas les déchets plastiques parmi les indicateurs du bon état écologique (BEE) des cours d'eau. Cela entraîne un manque de mesures préventives à l'échelle des bassins versants.

DIRECTIVE-CADRE STRATÉGIE POUR LE MILIEU MARIN 2008/56/CE

Les décideurs européens ont adopté, en 2008, la Directive Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM) 2008/56/CE établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin. Au titre de cette directive, les

états membres doivent adopter des stratégies pour réduire les impacts des activités humaines sur le milieu afin d'atteindre ou de maintenir le bon état écologique de l'ensemble des eaux marines dont ils sont responsables.

La DCSMM liste 11 descripteurs permettant de définir la notion de bon état écologique d'une sous-région marine. C'est la première fois qu'une législation européenne reconnaît les déchets aquatiques comme un indicateur de l'état écologique des eaux marines.

Ainsi, le descripteur n°10 « Déchets marins » énonce que « les propriétés et les quantités de déchets marins ne causent pas de dommages à l'environnement côtier et marin ».

1.4.2 TRAITEMENT DES EAUX USÉES

En place depuis 1991, la Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines 91/271/CE (DERU) concerne la collecte, le traitement et le rejet des eaux résiduaires urbaines ainsi que le traitement et le rejet

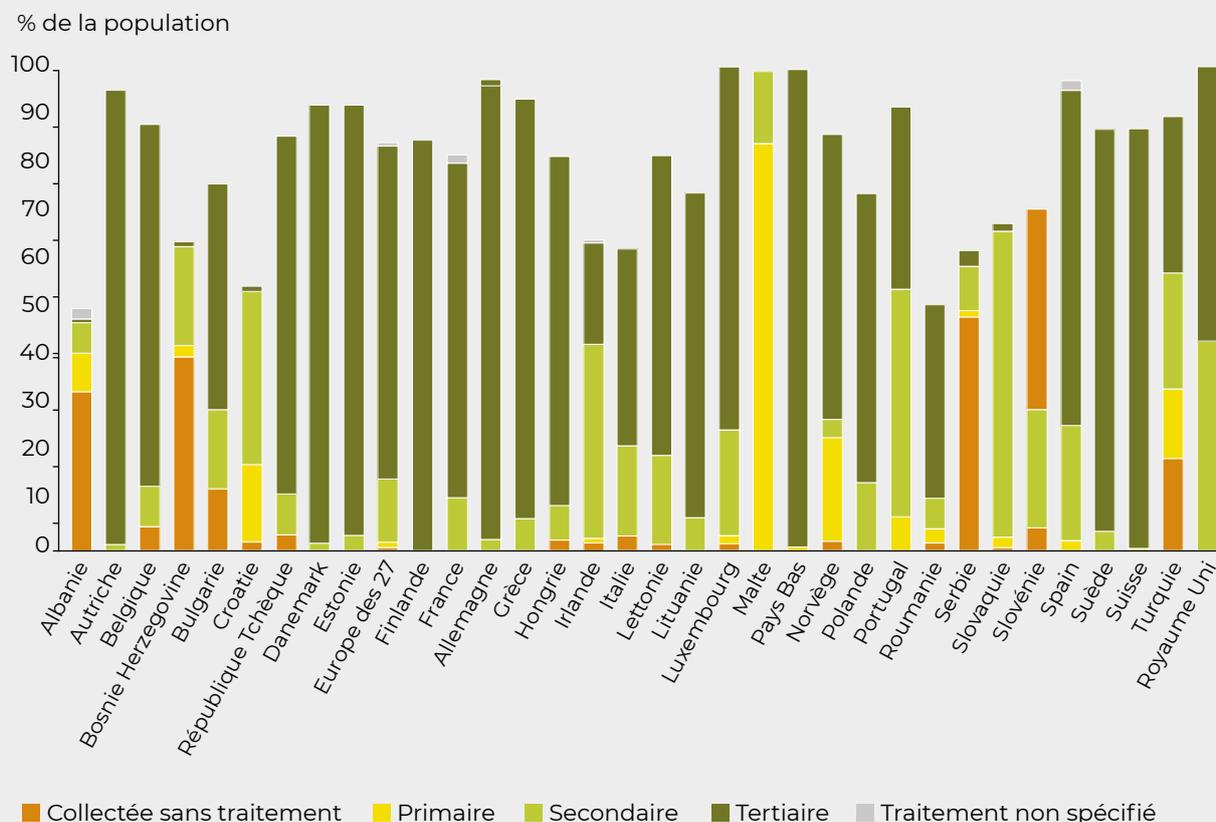
des eaux usées provenant de certains secteurs industriels. Elle a pour objet de protéger l'environnement contre une détérioration due aux rejets des eaux résiduaires. Les stations d'épuration jouent ainsi un rôle-clé dans le traitement des eaux usées urbaines et des eaux issues des activités industrielles et agricoles.

A l'échelle européenne, la DERU fixe des objectifs de traitement selon la taille des agglomérations (comptée en Equivalents Habitants-EH), le type d'activités industrielles et selon la sensibilité du milieu récepteur. Plus le milieu récepteur est sensible ou en lien avec des activités de loisirs ou des activités aquacoles, plus le niveau de protection et donc de traitement requis est élevé.

Depuis 2005 toutes les agglomérations traitant plus de 2000 EH doivent être équipées de traitements secondaires visant à éliminer une charge importante de la pollution organique, des bactéries et virus. La présence de plastiques ou de microplastiques dans les eaux rejetées ne figure pas parmi les indicateurs de qualité.

Figure 5 | Ci-dessous | Types de traitement des eaux usées urbaines en Europe, 2017 (source EEA)

D'après le dernier rapport de l'Agence Environnementale Européenne, il existe de grandes dispari-



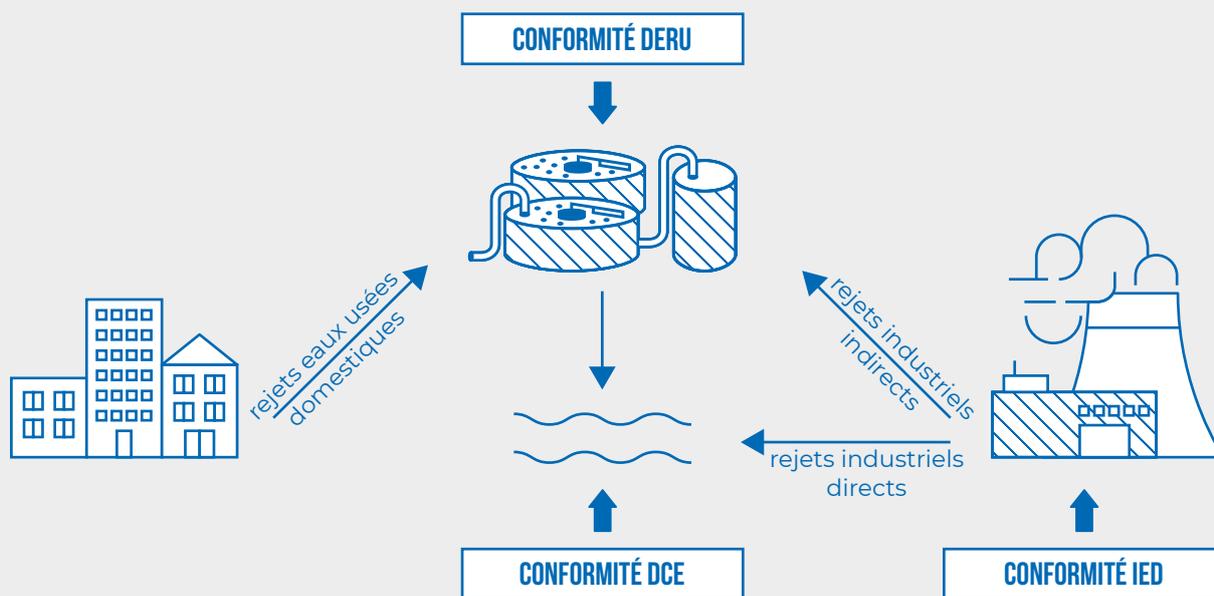


Figure 6 | Ci-dessus | Liens entre les 3 directives clés visant la protection des milieux aquatiques (source EEA)

tés entre les états membres dans la mise en place de la directive.

Afin de fixer de nouveaux objectifs de traitement, et de tenir compte des enjeux environnementaux et sociétaux actuels, cette directive est aujourd’hui en cours de révision. Un nouveau texte plus ambitieux devrait ainsi voir le jour en 2024.

1.4.3 REJETS INDUSTRIELS ET AGRICOLES

DIRECTIVE EMISSIONS INDUSTRIELLES 2010/75/UE

A échelle européenne, plusieurs réglementations visent à limiter l’impact des rejets industriels sur les milieux naturels.

La Directive relative aux Emissions Industrielles 2010/75/UE (IED) est le texte principal réglementant les rejets directs et indirects des activités industrielles. Elle concerne 31 secteurs industriels, soit plus de 52 000 installations en Europe. Chacune de ces installations doit bénéficier d’une autorisation de rejet validée par les autorités compétentes nationales. Selon les estimations de l’Agence Européenne de l’Environnement (EEA), les installations concernées par la Directive IED émettent dans le milieu naturel

environ 20% des émissions totales des polluants réglementés⁵.

- Les déversements vers les réseaux d’assainissement collectifs sont régulés par la Directive ERU.
- Les plastiques et microplastiques pouvant être présents dans les eaux résiduaires industrielles ne sont pas pris en compte.

Cette revue réglementaire, non exhaustive, montre que les biomédias sont actuellement insuffisamment couverts par la législation européenne. Le manque de lien dans le continuum terre-mer et l’ancienneté de certaines directives peuvent également être un frein à la mise en place de mesures préventives ou correctives cohérentes avec les enjeux actuels.

La problématique posée par les déchets aquatiques concerne tous les secteurs de la société et doit faire l’objet de réglementations adaptées à tous les niveaux. Les réglementations sont aussi un outil d’action permettant la mise en œuvre de solutions à la source. A ce titre, ces dernières années, les états ont multiplié les engagements internationaux, européens et nationaux pour enrayer la prolifération des déchets aquatiques notamment plastiques

Notes | 5. Industrial wastewater treatment – pressures on Europe’s environment, 2018, EEA Report N°23

dans les milieux aquatiques. On peut notamment citer :

- [Traité international pour mettre fin à la pollution plastique](#) : Assemblée des Nations Unies pour l'Environnement (UNEA)
- [Plan d'Action Régional contre les déchets marins \(RAP ML 2\)](#) : Convention OSPAR
- [Plan d'Action Zéro déchet plastique en mer](#) : Ministère de la transition écologique / France

1.4.4 IMPLICATION DE SURFRIDER DANS L'ÉVOLUTION DES RÉGLEMENTATIONS

A la fois lanceur d'alerte et expert sur les impacts environnementaux, SFE mène un travail de plaidoyer fondamental auprès des instances décisionnelles publiques ou privées pour adapter le cadre législatif et les politiques publiques aux enjeux de protection et de préservation de l'océan, renforcer la politique environnementale, et faire évoluer le modèle économique vers une transition écologique respectueuse des milieux aquatiques, de la santé humaine et du climat. Il s'agit concrètement de veiller à l'application effective des législations existantes, de faire adopter des mesures législatives ou économiques concrètes de prévention et de réduction à la source des pollutions, d'adapter au besoin la réglementation afin de permettre le développement de solutions alternatives durables.

Les stations d'épuration jouent un rôle essentiel dans la purification de l'eau, le maintien de la résilience des écosystèmes aquatiques ainsi que dans la protection de la biodiversité. Les pertes de biomédias compromettent ce rôle en faisant exactement le contraire puisque ceux-ci viennent s'ajouter à une pollution plastique déjà omniprésente, en créant des risques supplémentaires pour l'environnement. Compte tenu de l'utilisation grandissante de ce procédé en Europe, le risque accru de fuites et la nature transfrontalière de cette pollution plastique, il est nécessaire qu'un cadre harmonisé et ambitieux soit établi.

Ainsi, depuis la découverte sur le terrain de la pollution par les biomédias, et le développement d'une expertise spécifique sur le sujet, Surfrider plaide au niveau européen, national et régional pour la prise en considération de cette pollution plastique par l'adoption d'une réglementation visant la prévention des fuites de biomédias dans l'environnement et l'application du principe pollueur-payeur en cas d'accident.

Depuis 2022, la Directive Européenne sur les Eaux Résiduaires Urbaines est en cours de révision. Grâce à son travail d'influence des institutions européennes et à la mobilisation de sa communauté, SFE a joué un rôle majeur dans la révision de cette directive aboutissant à l'inclusion de nouvelles dispositions pour réglementer l'utilisation des biomédias dans les STEU collectives.

Surfrider via son bureau Bruxellois joue un rôle majeur dans la révision de cette directive :

- [Mobilisation de citoyens européens](#) pour alerter les membres du Parlement Européen sur les pollutions aux biomédias.
- [Création et diffusion de plaquettes d'information](#) à destination des Eurodéputés.
- [Proposition d'amendements.](#)
- [Rencontres avec les rapporteurs.](#)

L'ensemble de ces actions menées au quotidien, et sous forme d'alliance avec d'autres ONG européennes telles que le Bureau Européen de l'Environnement (BEE) permet de mutualiser et de renforcer les revendications portées auprès des décideurs. Ces actions d'influence peuvent alors conduire à la rédaction d'amendements tenant compte de nos positionnements en faveur de la protection de l'environnement.



Figure 7 | Ci-dessus | Un groupe de citoyens s'est mobilisé pour collecter des déchets marins sur une plage, © Surfrider Foundation Europe.

2 TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Afin de mieux comprendre les procédés dans lesquels interviennent les biomédias, nous nous sommes penchés sur les réseaux d'assainissement dans leur globalité, depuis leur mise en place jusqu'à leur gestion.

2.1 LES ACTEURS DE L'ASSAINISSEMENT

L'installation d'une station d'épuration sur un territoire, vise à maintenir la qualité du milieu face aux pressions sur la ressource en eau exercées par les citoyens à titre individuel ou par des entreprises privées. Afin de garantir que les installations soient conformes aux exigences réglementaires et que le traitement soit adapté au milieu récepteur et aux objectifs de qualité des eaux, de multiples acteurs interviennent. Qu'il s'agisse d'autorités administratives, d'entreprises de conception d'ouvrage ou d'exploitation des stations d'épuration, chacun joue un rôle important dans le bon fonctionnement d'une station et ce, dans la durée.

DÉCIDEURS

Pour garantir un traitement efficace des effluents avant leur rejet dans le milieu récepteur, toutes les

eaux urbaines résiduaires des agglomérations de 2 000 équivalents-habitants (EH) et plus, ainsi que toutes les eaux industrielles résiduaires, doivent être conformes aux réglementations nationales et européennes (Cf. Chapitre 1.4.3).

Lors de la création ou de la modernisation d'un système d'assainissement, une autorisation de rejet dans l'environnement doit être délivrée. Les demandes d'autorisation de rejet sont adressées aux agences gouvernementales appropriées. En fonction de la taille et du type d'installation, il peut s'agir de différents services ayant un champ d'intervention local, régional ou national.

MAÎTRE D'OUVRAGE (MOA) ET MAÎTRE D'OEUVRE (MOE)

Les collectivités ont généralement la responsabilité sur leur territoire de l'assainissement collectif et du contrôle de l'Assainissement Non Collectif (ANC). Ce sont donc les communes ou groupements de communes (lorsque les besoins sont groupés), qui initient les projets de construction. Ils sont alors appelés maîtres d'ouvrages (MOA).

Figure 8 | Ci-dessus | Station d'épuration à Zürich en Suisse, © Patrick Federi

Les collectivités peuvent faire appel à des maîtres d'œuvres (MOE), spécialisés en assainissement, pour les assister dans les tâches inhérentes à la création, la construction ou encore la réhabilitation d'une station d'épuration. La maîtrise d'œuvre peut porter aussi bien sur la conclusion de marchés que sur la direction des travaux.

Les MOE, entreprises en charge de la conception des installations et de la réalisation des travaux, doivent mettre en œuvre des procédés répondant aux objectifs de traitement souhaités et aux normes environnementales en vigueur. Ils ont donc pour mission de fournir au MOA des installations conformes et d'anticiper les défaillances possibles afin de garantir leur fiabilité sur le long terme.

Dans certains cas, une assistance à maîtrise d'ouvrage permet de faire le lien entre MOA et MOE et constitue un appui dans le pilotage du projet.

La conception des installations représente donc l'ensemble des étapes administratives et d'ingénierie permettant d'aboutir à la construction d'une STEU dont l'objectif est de garantir la conformité des rejets dans le milieu naturel.

Cela comprend :

- Cahier des charges du MOA
- Conception par le MOE
- Réalisation des dossiers de demandes d'autorisation / Loi sur l'eau
- Planification et organisation du chantier
- Réalisation des installations
- Mise en route et test de la STEU
- Livraison de la STEU fonctionnelle

INGÉNIEURS MISE EN ROUTE

Lors de la mise en route, un ingénieur spécialisé veille au bon déroulement des différentes étapes. Chaque équipement de la station d'épuration est mis en service dans des conditions réelles. Les eaux usées sont peu à peu introduites dans les bassins et les opérations sont progressivement accélérées. Les opérateurs se familiarisent avec les nouvelles conditions d'exploitation.

EXPLOITANTS / OPÉRATEURS

Une fois la station livrée, fonctionnelle, et les étapes de contrôle suivant la mise en route effectuées, les eaux usées peuvent être traitées conformément aux objectifs fixés. Les exploitants de la station veillent alors au bon fonctionnement des installations, aux opérations de maintenance et à la transmission des données d'autosurveillance aux instances de suivi. Pour les STEU collectives, l'exploitation peut être

effectuée par plusieurs types d'acteurs et sous plusieurs formats :

- Les communes elles-mêmes peuvent en être exploitantes via une régie municipale.
- Les syndicats intercommunaux peuvent également être créés pour répondre à une gestion publique sur un territoire regroupant plusieurs municipalités.
- Les entreprises de conception d'ouvrages d'assainissement (MOE) proposent généralement des contrats d'exploitation et de maintenance aux maîtres d'ouvrages allant de quelques mois à plusieurs dizaines d'années.

2.2 FONCTIONNEMENT GLOBAL D'UN RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT

Pour préserver la santé publique, l'environnement et la ressource en eau, les eaux usées issues des foyers, mais aussi de certaines entreprises et industries, doivent passer par des systèmes d'épuration.

Il existe deux grands types de réseaux : les réseaux unitaires, dans lesquels eaux de pluies et eaux domestiques sont collectées via les mêmes canalisations, et les réseaux séparatifs permettant le traitement des eaux domestiques indépendamment des eaux pluviales.

Ces rejets d'eaux usées traitées sont réglementés et soumis à des normes afin de réduire leur impact sur le milieu naturel récepteur et limiter notamment le phénomène d'eutrophisation. (Cf. chapitre 1.4). Cette eutrophisation, par apport exogène non maîtrisé de nutriments, entraîne la prolifération de végétaux et l'appauvrissement en oxygène, voire l'asphyxie des rivières.

Plusieurs facteurs chimiques, physiques et biologiques sont suivis, tels que la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO). Ces indices caractérisent la charge polluante organique de l'eau. Les matières en suspension (MES) ou encore l'azote global (NGL) pour les zones sensibles sont aussi surveillés. Le phosphore et le phosphore total (PT) peuvent également faire l'objet d'un suivi particulier en milieu sensible.

Les polluants organiques peuvent provenir de déchets domestiques (ordures, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeteries, laiteries, abattoirs, tanneries, piscicultures...).

Les installations d'assainissement sont spécifiques à chaque territoire et dépendent de la sensibilité du milieu récepteur, répondant ainsi à des critères qui leur sont propres (localisation, dimensions, procédés d'épuration, nombre d'habitants, etc.).

2.3 GRANDES ÉTAPES DE L'ASSAINISSEMENT

Dans la plupart des cas le traitement des eaux usées fonctionne sur le schéma suivant :

2.3.1 PRÉTRAITEMENT

Le prétraitement permet d'éliminer les éléments les plus grossiers à travers 3 étapes principales :

→ Dégrillage

Les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses. Le tamisage peut compléter cette phase de prétraitement.

→ Dessablage

Les particules solides de plus petites tailles (sables et graviers) tombent au fond des bassins par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe.

→ Dégraissage

Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée des corps gras qui sont alors raclés en surface.

2.3.2 TRAITEMENT PRIMAIRE

Le traitement primaire consiste à décanter les matières solides les plus fines en suspension dans l'eau. Cette étape fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, auxquels viennent éventuellement s'ajouter des procédés physico-chimiques, tels que la coagulation-floculation.

Lentement, les eaux se débarrassent de leurs impuretés. Les fines particules en suspension se déposent dans le fond du bassin où elles sont raclées et évacuées sous forme de boues primaires. La mise en place de décanteurs lamellaires ou l'ajout de réactifs de floculation permettent d'améliorer cette phase de traitement.

2.3.3 TRAITEMENT SECONDAIRE OU TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Le traitement secondaire correspond à l'élimination

des matières carbonées et azotées en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...) selon des procédés semblables à ceux observés dans la nature et permettant l'autoépuration des milieux aquatiques.

Les techniques de traitement biologique utilisent l'activité bactérienne de dégradation de la matière organique pour épurer les eaux à traiter. Différents procédés peuvent être utilisés pour réduire la pollution selon la nature et le volume des effluents à traiter et selon le milieu récepteur.

À la suite de ce traitement la décantation secondaire a lieu dans un clarificateur permettant de recueillir, sous forme de boues, les matières polluantes agglomérées par les micro-organismes.

Généralement les eaux épurées sont renvoyées vers le milieu naturel à l'issue du traitement secondaire.

2.3.4 TRAITEMENT TERTIAIRE

Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place pour éliminer de manière plus importante l'azote et le phosphore présents dans les eaux usées.

Pour cela, un traitement tertiaire composé de processus biologiques impliquant des bactéries et des processus physico-chimiques avec ajout de réactif peut être utilisé.

2.3.5 TRAITEMENT QUATERNAIRE

En cas de rejet à proximité d'une zone à enjeux sanitaires telle qu'une zone de baignade ou de conchyliculture, une étape de désinfection peut compléter le traitement par chloration, traitement UV ou ozonation afin d'éliminer les germes pathogènes pouvant encore être présents.

L'ÉLIMINATION DES MICROPOLLUANTS

De plus en plus de polluants chimiques pouvant impacter le milieu naturel et la santé humaine se retrouvent dans les eaux usées : résidus de médicaments, hormones, cosmétiques, parfums, métaux, biocides, etc. Pour limiter leur impact, de nouveaux procédés se développent tels que les techniques membranaires assurant des niveaux de traitement quasi équivalents à la production d'eau potable. En raison de leur coût de mise en place et d'exploitation, ces installations sont encore peu répandues.

2.3.6 TRAITEMENT DES BOUES

Selon le procédé d'épuration, les boues présentent des compositions différentes. Le traitement qui leur sera apporté dépendra de l'utilisation qui en sera faite. De manière générale, ce traitement permet de réduire leur volume et de stabiliser leur composition chimique. Il existe trois utilisations principales des boues d'épuration traitées :

- Valorisation en agriculture par épandage (engrais ou compost) ou production de biogaz.
- Incinération
- Mise en décharge

2.4 LES INSTALLATIONS À CULTURES FIXÉES

Au cours du traitement biologique, les procédés à cultures fixées offrent aux micro-organismes (bactéries) responsables de la dégradation de la matière organique la possibilité de se développer sur des supports variés, sous forme de biofilms. L'activité d'une culture bactérienne dépend, en particulier, de sa surface d'échange entre le biofilm et les

effluents. Plus la surface augmente, plus la capacité épuratoire augmente. Cette surface est généralement indiquée en m² de surface colonisée/m³ de support.

Les supports mis à disposition de la biomasse (communauté multicellulaire) épuratrice permettent le développement d'une plus grande quantité de cellules et augmentent ainsi la capacité épuratoire de l'installation. Les bactéries fixées sont généralement plus actives qu'en cultures libres grâce à la protection que leur confèrent ces supports⁶. Il existe plusieurs solutions pour optimiser la surface d'échange entre biofilm et effluents tels que les lits bactériens, les disques biologiques, les filtres biologiques, les cultures fixées fluidisées ou encore des solutions mixtes.

C'est dans les traitements à cultures fixées fluidisées que les biomédias sont utilisés (Cf. Chapitre 3).

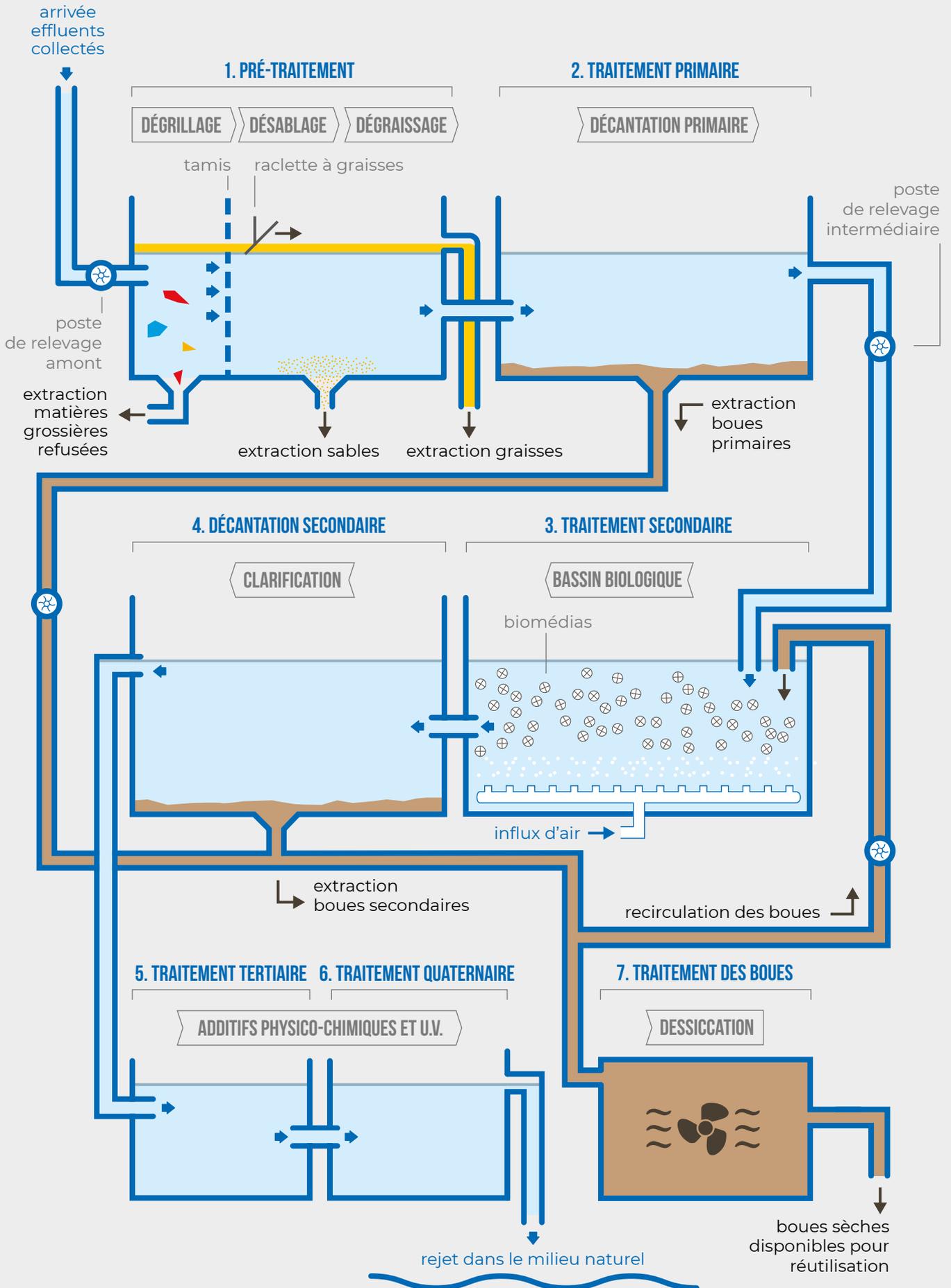
Figure 9 | Ci-dessous | Bassin à České Budějovice en République Tchèque, © Martin Kníže

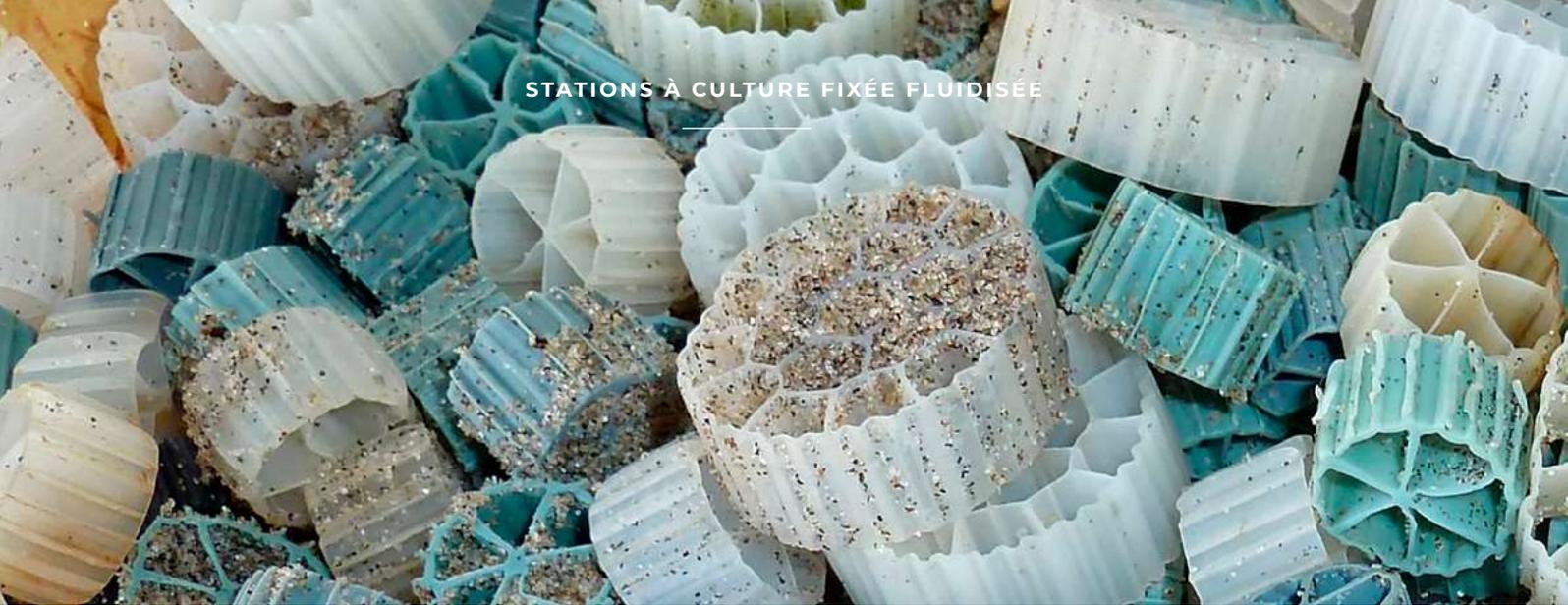
Figure 10 | Page de droite | Étapes d'une station d'épuration, © Surfrider Foundation Europe

Notes | 9. En culture libre, dans les procédés par boues activées, les micro-organismes épurateurs sont au contraire à l'état floculé (agglomérés sous forme de floccs), réduisant alors la surface d'échange et donc l'efficacité et le rendement.



TRAITEMENT DES EAUX USÉES





3 STATIONS À CULTURE FIXÉE FLUIDISÉE

Le traitement biologique à culture fixée fluidisée a constitué une révolution technologique et économique dans le milieu de l'assainissement. Les biomédias étant au cœur de ce procédé, nous nous sommes intéressés aux raisons de son développement.

3.1 HISTORIQUE

Le procédé MBBR (Moving Bed Bio Reactor), réacteur à culture fixée fluidisée, a été développé en 1989 en Norvège par l'Université de Sciences et Technologies de Trondheim (NTNU) et la Fondation pour la Recherche Scientifique et Industrielle (SINTEF), commissionnées par la société Kaldnes (Kaldnes Miljø-Teknologi - KMT).

Leur objectif était la création d'unités de traitement des eaux usées et de bioréacteurs plus compacts et plus efficaces permettant le traitement des charges azotées. En effet, en Norvège, en raison des conditions climatiques hivernales particulièrement froides, les stations sont généralement couvertes et nécessitent plus de compacité. En parallèle, de nouvelles législations, plus strictes,

voient le jour au niveau européen, imposant la rénovation de nombreuses structures d'assainissement. La société Anox AB, spécialiste en recherche et développement dans le domaine de l'assainissement adopte et développe, dans le même temps, le procédé pour différents secteurs d'activité, comme la papeterie. Ces deux entreprises deviennent alors rapidement leader sur le marché du traitement biologique à haute performance.

En 2000, Anox AB et Kaldnes signent une coopération qui conduira deux ans plus tard au rachat de Kaldnes par Anox. Depuis 2007, AnoxKaldnes fait partie de Veolia Water Solutions & Technologies, filiale de Veolia Water. Par les avantages que cette technologie présente, elle a été rapidement commercialisée en Europe et a depuis connu un véritable essor au niveau mondial. De nombreuses entreprises ont aujourd'hui développé leur propre technologie de traitement biologique sur lit fixé fluidisé, ce qui explique la diversification des appellations telles que MBBR, R3F® (Réacteur à Flore

Figure 11 | Ci-dessus | Différents modèles de biomédias collectés sur une plage, © Surfrider Foundation Europe

Fixée Fluidisée), ou FBBR (Fluidized Bed Bio Reactor), pour ne citer que les plus courantes.

3.2 PRINCIPES

La dégradation des matières polluantes étant effectuée par la biomasse bactérienne, l'objectif du traitement biologique à culture fixée fluidisée est d'offrir aux bactéries un milieu de vie leur permettant un développement optimal et compact. Cette optimisation dépend de deux paramètres principaux qui sont leur support de développement et leur accès aux nutriments.

La dégradation des matières polluantes étant effectuée par la biomasse bactérienne, l'objectif du traitement biologique à culture fixée fluidisée est d'offrir aux bactéries un milieu de vie leur permettant un développement optimal et compact. Cette optimisation dépend de deux paramètres principaux qui sont leur support de développement et leur accès aux nutriments.

Le support de développement est apporté par les biomédias qui sont des supports en plastique, polyéthylène (PE) ou polyéthylène haute densité (PEHD). Ils sont ajoutés dans les bassins de traitement biologique à hauteur de 30 à 70 % du volume du bassin. Cela représente des centaines de milliers, voire de millions de pièces plastiques. Leur structure alvéolée et crénelée confère une large surface colonisable et leur densité, proche de celle de l'eau (1 g/cm³), facilite leur mise en mouvement dans le bassin.

La mise en mouvement doit être homogène afin de permettre le contact optimal entre micro-organismes et effluents à traiter (nutriments). Cette fluidisation est dépendante du type de support choisi et du taux de remplissage des bassins de traitement.

Les biomédias peuvent être utilisés au cours des différentes phases du traitement biologique: pré-traitement, traitement secondaire ou encore combinés aux boues activées. La flexibilité d'utilisation de ce support peut en faire un atout majeur lors de l'implantation de nouvelles stations d'épuration. En outre, la technologie à culture fixée fluidisée permet d'être adaptée à des stations plus anciennes dans le cadre de rénovations, à des stations subissant de fortes variations de charges saisonnières (zones touristiques ou agricoles), ou bien à des régions froides (montagne / pays nordiques).

Cette technique peut permettre d'augmenter la

capacité de traitement des stations sans avoir à construire de nouveaux bassins. Cette démarche peut notamment être motivée par des obligations financières ou foncières. Flux entrant, flux à éliminer ou température de l'effluent sont des paramètres permettant de calculer le volume de biomédias nécessaire au traitement. L'optimisation de l'infrastructure de traitement dépend donc fortement de ce calcul qui, dès lors, conditionne les performances et l'atteinte des objectifs.

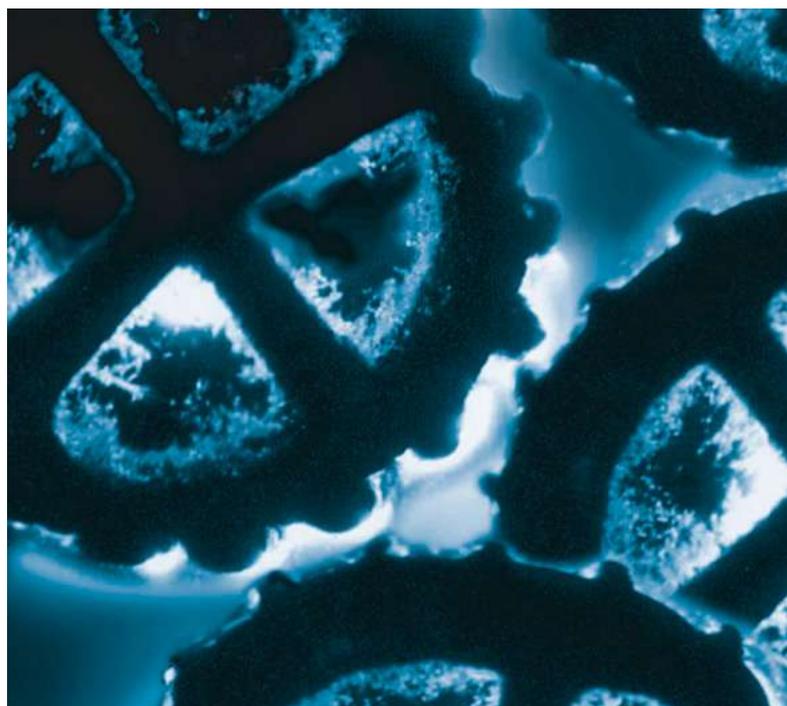
3.3 AVANTAGES

La littérature et les entretiens menés auprès de professionnels du milieu de l'assainissement ont mis en exergue de multiples avantages liés à l'utilisation de procédés à culture fixée fluidisée. En voici une liste non exhaustive.

UN SYSTÈME ÉVOLUTIF

Le réacteur à culture fixée fluidisée offre une grande flexibilité grâce à une bonne stabilité lors de fluctuations de concentration en entrée. Il peut en effet s'adapter aux besoins par un taux de remplissage en biomédias variable selon la charge à traiter. Le procédé permet une adaptation rapide aux variations saisonnières de charges polluantes (DBO et DCO) dues, par exemple, à certaines activités agricoles ou aux afflux touristiques.

Figure 12 | Ci-dessous | Vue microscopique de la colonisation bactérienne d'un biomédia.



UNE GRANDE CONCENTRATION DE BIOMASSE DISPONIBLE POUR LES RÉACTIONS

La forme des biomédias offre de très bonnes conditions de vie aux bactéries, leur apportant une surface de colonisation importante allant de 200 à 1 200 m²/m³ selon les modèles. À l'intérieur de la structure, les bactéries sont protégées de l'érosion générée par le brassage des pièces plastiques dans le bassin. Le volume important de biomédias insérés dans les bassins, permet donc une concentration en biomasse très importante⁷.

UN TEMPS DE SÉJOUR ÉLEVÉ DE LA BIOMASSE

Le temps de séjour de la biomasse allant jusqu'à plusieurs semaines permet d'atteindre une forte concentration de bactéries nitrifiantes malgré le faible taux de croissance de ces dernières, ceci indépendamment du débit entrant⁸.

UN TRANSFERT DE MASSE DES DIFFÉRENTS RÉACTIFS AMÉLIORÉ

L'agitation continue des biomédias dans le bassin permet au biofilm de rester en contact avec la matière organique et évite ainsi les zones de stagnation des médias qui diminuent les échanges. La forte concentration en biomasse et la surface importante de biofilm contribuent également à un meilleur contact entre les différentes phases⁹.

UN TEMPS DE SÉJOUR HYDRAULIQUE RÉDUIT

Le procédé se caractérise généralement par un temps de rétention dans le bassin d'aération compris entre 4 et 6 heures, contre 8 à 50 heures dans le cas de traitement par boues activées¹⁰.

UN NETTOYAGE FACILITÉ

L'agitation peut se faire par aération ou par brassage à l'aide d'hélices et crée un mouvement continu des supports. Grâce à cette agitation le lavage des supports n'est plus nécessaire. Au contraire, les procédés sur lit fixe tel que la pouzzolane ou la zéolithe entraînent des colmatages du lit, une perte de charge et donc un mauvais mélange et un transfert d'oxygène réduit. Les bactéries mortes se décrochent du support lorsque les biomédias s'entrechoquent. Une boue se forme en surface et est ainsi, facilement récupérée¹¹. Ce phénomène « d'auto-nettoyage » ne nécessite pas la présence de réacteurs secondaires indispensables lors du lavage d'une unité.

UN PROCÉDÉ COMPACT

La technologie à culture fixée fluidisée permet de gagner de 10 à 50 % d'occupation du sol par rapport au système classique de boues activées de capacité équivalente. En effet les procédés à lits fluidisés ne nécessitent pas la présence de bassins d'aération volumineux.

L'ensemble de ces critères procure à cette technique une facilité d'usage, une meilleure capacité épuratoire et des coûts de construction réduits comparativement au procédé classique des boues activées. L'ensemble de ces avantages peut alors expliquer le développement du procédé à travers le monde.

3.4 CONTRAINTES ET INCONVÉNIENTS

Si elle possède des avantages évidents, cette technologie présente également des risques et des contraintes.

UNE FAIBLE ACTIVITÉ BACTÉRIENNE À BASSE TEMPÉRATURE (<5°C)

En dessous de 5°C, l'activité des bactéries présente dans les bassins est quasi nulle. Quel que soit le type de station d'épuration, l'efficacité des processus est donc fortement dépendante de la température et variable au cours des saisons. Certaines stations comme en Norvège ou en montagne sont d'ailleurs couvertes afin de limiter ces fluctuations.

DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES IMPORTANTS ET CÔUTEUX

La consommation d'énergie est un impact indirect de l'assainissement sur l'environnement. Vu les volumes importants de biomédias mis en œuvre dans ce procédé, le brassage continu par aération ou voie mécanique est impératif et représente une forte dépense énergétique entraînant un coût d'exploitation non négligeable. Ce coût est d'autant plus important lorsque les processus ne sont pas optimisés¹².

Pour une station à traitement par boues activées, la dépense énergétique liée à l'aération des bassins correspond à 40 à 80 % de la consommation totale de la station.

Notes | 7. Nicolella, 2000; Venu Vinod, 2005; Kargi, 1997. **Notes | 8.** Nicolella, 2000. **Notes | 9.** Nicolella et al, 2000; Jianping et al, 2003; Vinod et Reddy, 2005. **Notes | 10.** Kargi et Karapinar, 1997; Jianping et al, 2003. **Notes | 11.** Kargi et Karapinar, 1997. **Notes | 12.** Perret & Canler, 2012.

En cas de mauvaise agitation, les biomédias suivent le courant et colmatent peu à peu les grilles de sortie d'eau causant alors des dysfonctionnements. Il est donc primordial de maintenir une agitation suffisante, ce qui constitue un coût énergétique très important.

La consommation d'énergie peut être jusqu'à 50% supérieure celle d'une filière boue activée classique. Les dépenses énergétiques conduisent aujourd'hui les constructeurs à mener des études visant la réduction des consommations énergétiques de leurs procédés.

UNE COLONISATION LENTE DES BIOMÉDIAS PAR LES BIOFILMS BACTÉRIENS

La lente colonisation des biomédias impose un long temps de démarrage au processus¹³. Le contrôle de l'épaisseur du biofilm, primordial pour le bon fonctionnement du réacteur, est difficile du fait de l'important volume de biomédias et de la dimension millimétrique du développement bactérien. Lorsque la colonisation des supports est trop importante, une réduction de l'efficacité est aussi observée par obstruction des structures et modification de la densité du biomédia.

PERTES DE BIOMÉDIAS MASSIVES OU DIFFUSES

Les nombreux incidents recensés à travers l'Europe (Cf. chapitre 7), révèlent la vulnérabilité du système lorsque les mesures de prévention et de rétention n'ont pas été suffisamment appliquées. En fonction des quantités perdues, les impacts environnementaux peuvent être désastreux.

Une fois dans l'environnement, les biomédias peuvent être ingérés par la faune marine pouvant alors augmenter la mortalité d'espèces marines et dégrader les écosystèmes de façon durable. Des biomédias ont été notamment retrouvés dans les contenus stomacaux de fulmar boréal¹⁴ ou de tortues caouanes, espèces protégées utilisées comme indicateur de la pollution par les déchets dans le cadre de programmes de surveillance.

Il est important de noter que quelles que soient les pertes de biomédias, qu'elles soient massives (perte très importante lors d'un accident exceptionnel) ou diffuses (petites pertes ponctuelles de manière régulière), elles constituent une pollution plastique supplémentaire du milieu naturel.

Par ailleurs la perte de biomédias a aussi un impact économique puisque le coût moyen pour 1m³ de biomédias est estimé à 500€. Une perte pouvant aller de quelques milliers à plusieurs millions de pièces n'est donc pas souhaitable pour les utilisateurs. La prise en charge des nettoyages à la suite d'un déversement accidentel peut, de plus, être à leur charge comme cela a pu se produire par exemple en France sur la Gervanne (Pisciculture Font Rome) ou au Danemark (Atlantic Sapphire) (Cf. Chapitre 7).

Cette technologie présente, comme nous venons de le voir, des avantages majeurs en termes de compacité, de facilité d'exploitation et de coût de construction mais cette technologie est particulièrement consommatrice d'énergie avec une consommation pouvant être «50% supérieure à celle d'une filière boue activée classique» comme souligné par le rapport 38 de la FNDAE. L'autre inconvénient majeur est le risque important de perte de biomédias dans le milieu naturel lors de l'exploitation de la STEU. Les réglages doivent être précis, et l'optimisation du système nécessite un temps d'adaptation et l'appui d'experts.

La forme des biomédias, leur colonisation, leur concentration dans les bassins ou encore leur mode d'agitation continuent de faire l'objet de nombreuses innovations technologiques proposées par de multiples constructeurs.

3.5 AUTRES SUPPORTS BACTÉRIENS

En plus des biomédias mentionnés dans ce rapport, il existe d'autres types de supports de prolifération bactérienne en plastique utilisés dans le traitement des eaux pouvant également être à l'origine de pollutions du milieu marin.

3.5.1 BIOBEADS

Des billes de plastique appelées «biobeads» et ressemblant à des granulés de plastique industriels¹⁵, s'échouent régulièrement sur les plages de la région de Cornouaille (Angleterre) et jusqu'aux côtes françaises de la Manche ainsi que de la Belgique et des Pays Bas. Ces biobeads mesurent environ 3,5 à 4 mm et sont composés de polyéthylène (pour la

Notes | 13. Nicoletta et al., 2000. Notes | 14. Van Franeker, 2022. Notes | 15. Bio-Bead pollution on our Beaches, 2018, Cornish plastic pollution coalition.

majorité recyclé). Contrairement aux granulés plastiques industriels qui ont une forme uniforme et lisse, les biobeads sont cylindriques mais de forme irrégulière et ridée. La majorité des biobeads retrouvés sur les plages sont noirs mais ils peuvent également être bleus, blancs, gris, verts ou violets par exemple.

Les biobeads ou « BAFF (biological aerated flooded filter) medias » sont utilisés pour la filtration des eaux usées dans les stations d'épuration utilisant le système des boues activées. Leur forme permet d'améliorer et d'augmenter la surface colonisable par les bactéries. D'après les recherches effectuées par Cornish Plastic Pollution Coalition¹⁶, en 2018, 46 stations d'épuration collectives utilisaient les biobeads et le système BAFF en Angleterre.

A partir des années 90, les BAFF ont été largement utilisés dans les stations où il y avait besoin d'augmenter la capacité épuratoire et où la surface utilisable pour l'implantation d'infrastructures était limitée. La maintenance de ce système est chère et compliquée.

Les biobeads sont introduits en grande quantité dans les bassins de traitement biologique. Des systèmes de mailles en acier de 3 mm sont placés au-dessus des réacteurs et sont censées confiner les biobeads. Selon les estimations de la Cornish Plastic Pollution Coalition, chaque réacteur biologique pourrait contenir près de 5 milliards de ces granulés plastiques. La station d'épuration de Plympton (Plymouth, Angleterre) d'une capacité de 85 000 équivalents habitants (8 réacteurs), utilise 43 milliards de biobeads¹⁷.

Comme les biomédias, ces granulés plastiques flottants peuvent s'échapper des systèmes d'épuration et polluer les milieux aquatiques. Une fois dans l'environnement et sur les plages, il est quasiment impossible de les récupérer à cause de leur petite taille mais également parce qu'ils se confondent avec les sédiments.

La pollution peut être importante (plusieurs mètres cubes perdus) et se diffuser dans le milieu marin sur de longues distances. Les biobeads, comme tout autre microplastique, ont un impact important sur le milieu.

Côté Français, ces biobeads sont observés depuis 2009 par l'association Robins des Bois et de manière récurrente, depuis le Cotentin, la Baie de Seine, la Baie de Somme et le Détroit de Calais par l'association SOS Mal de Seine qui a été chargée par le Ministère de réaliser l'évaluation initiale du milieu marin pour les granulés plastiques industriels. Ils n'ont pas observé de biobeads en amont sur les fleuves côtiers. Une forte accumulation a été mesurée au sud de Boulogne-sur-Mer (75g de biobeads par litre de sable). Le Docteur Van Franeker, spécialiste de l'oiseau marin fulmar, très impacté par les microplastiques, en a également observé depuis la Belgique jusqu'à l'île de Texel aux Pays-Bas.

3.5.2 BILLES DE POLYSTYRÈNE

Un autre procédé, appelé BIOSTYR™ et imaginé par Veolia Water Technology, utilise des billes de polystyrène expansé (PSE) pour le traitement des eaux usées.

Ce procédé est aujourd'hui utilisé dans de nombreuses stations d'épuration à travers l'Europe, aussi bien pour le traitement d'eaux usées urbaines que pour les traitements industriels. Leur utilisation est tout aussi inquiétante puisque des pertes de PSE ont été constatées au sein de stations utilisatrices et qu'on en retrouve régulièrement sur les côtes de la méditerranée française.

Tout comme pour les biomédias, une attention particulière devrait donc être portée au maintien des biobeads et des billes de polystyrène dans les bassins de traitement afin d'éviter toute fuite dans le milieu naturel.

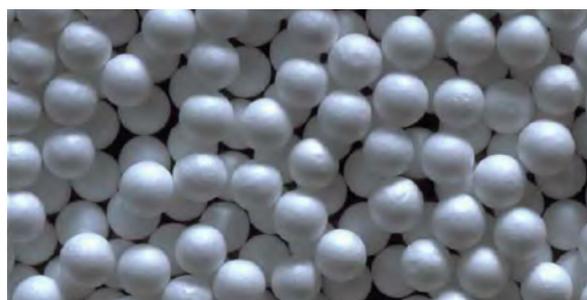


Figure 13 | Ci-dessus | Billes de polystyrène (EPS), © Veolia

Notes | 16. Cornish plastic pollution coalition est un regroupement de 30 organisations environnementales, groupes de personnes, scientifiques experts du milieu marin effectuant des collectes de déchets sur les plages et luttant contre la pollution plastique en Cornouaille (Angleterre). **Notes | 17.** Turner et al., 2019.



4 UTILISATEURS

Les procédés de traitement à cultures fixées fluidisées sont aujourd'hui utilisés aussi bien pour le traitement des effluents par les STEU collectives et industrielles que par des particuliers ou encore dans les secteurs industriels et agricoles.

4.1 ASSAINISSEMENT COLLECTIF

Lorsqu'une habitation est reliée au réseau d'assainissement local, on parle d'assainissement collectif, système d'assainissement le plus commun en zone urbaine.

L'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) rapporte qu'à échelle européenne, en 2023, 90% des eaux usées urbaines résiduaires sont collectées et traitées en accord avec la réglementation européenne mais le traitement des eaux est très disparate à l'échelle de l'UE. Seuls 4 pays, Autriche, Allemagne, Luxembourg et Pays-Bas traitent 100% de leurs eaux usées et dix autres états atteignent plus de 90% de traitement selon l'EEA¹⁸.

D'autres pays tels que l'Irlande, la Bulgarie, la Roumanie, la Croatie, et Malte ont plus de difficultés à mettre en œuvre les objectifs fixés par la réglementation européenne avec moins de 50% de conformité sur leur territoire. Pour ce qui est de la France, le portail assainissement collectif national indique : "En 2022, la France compte dans sa base de données 22 352 agglomérations d'assainissement comprenant 22 704 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents Habitants (EH) pour une capacité épuratoire de l'ensemble des STEU de 105,8 millions d'EH. Les agglomérations de 2000 EH et plus étaient au nombre

Figure 14 | Ci-dessus | Station d'épuration des eaux usées de la ville de Folschville., © Tous droits réservés

Notes | 18. <https://water.europa.eu/freshwater/countries/uvwt>

de 3 842 pour 4 034 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 79 millions d'EH¹⁹."

STATIONS COLLECTIVES UTILISATRICES DE BIOMÉDIAS EN EUROPE

Les agglomérations d'assainissement choisissent généralement les procédés MBBR afin d'augmenter la capacité de traitement de stations existantes ou de réduire l'emprise au sol des nouvelles installations tout en améliorant les capacités (Cf. Chapitre 3.4). Les communes ou agglomérations utilisant ces procédés sont de tailles très variables, allant de quelques milliers à plusieurs dizaines voire centaines de milliers d'équivalent habitants.

On retrouve des STEU à biomédias dans au moins 12 Etats Membres de l'Union Européenne ainsi qu'en Suisse, en Norvège et en Islande (Etats membres de l'Agence Européenne pour l'Environnement). Cependant, l'identification exhaustive des stations utilisatrices reste difficile car actuellement il n'y a pas d'obligation de détailler le type de technologies utilisées, dans les bases de données nationales répertoriant les STEU.

En 2023, Surfrider Foundation Europe recense

Nombre de stations d'épuration par capacité
Equivalent habitants (EH)

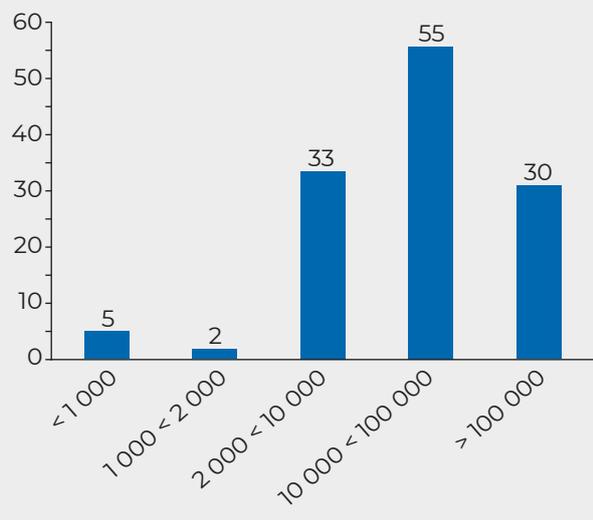


Figure 15 | Ci-dessus | Classement par taille des stations utilisatrices de biomédias recensées à ce jour, © Surfrider Foundation Europe

147 stations municipales utilisatrices de procédés MBBR utilisant des biomédias en Europe dont 40 en France et 62 en Suède. Ces deux états ont travaillé en collaboration avec SFE au recensement des stations collectives utilisatrices sur leur territoire national dans le cadre d'un groupe de travail spécifique de la Convention OSPAR sur le sujet.

4.2 ASSAINISSEMENT NON-COLLECTIF

Par opposition à l'assainissement collectif, l'assainissement non-collectif, aussi appelé individuel ou autonome, fait référence aux installations non raccordées (directement) au réseau public. Dans les textes européens ces installations sont nommées IAS (Individual and other Appropriate Systems).

Pour rappel, la DERU impose que chaque agglomération d'assainissement supérieure à 2 000 EH dispose d'un réseau de collecte et de traitement des eaux usées domestiques. Exceptionnellement en milieu urbain, et dans les zones moins denses, les IAS peuvent être utilisées comme solutions alternatives dans les cas où la mise en place d'un réseau collectif ne se justifie pas d'un point de vue financier et/ou environnemental, et à condition qu'elles atteignent le même niveau de traitement que celui imposé à l'ensemble de l'agglomération. Ce type d'assainissement peut être mis en place dans plusieurs cas de figures :

- agglomérations > 2 000 EH (cas exceptionnels),
- agglomérations < 2 000 EH avec réseau de collecte,
- agglomérations < 2 000 EH sans réseau de collecte,
- petites agglomérations et zones faiblement peuplées,
- habitations individuelles en zone rurale.

Ces installations indépendantes, traitent le plus souvent des effluents domestiques et sont réglementées. Elles peuvent traiter de quelques dizaines à plusieurs milliers d'EH et doivent aussi faire l'objet de contrôles réguliers. En Europe, en moyenne, moins de 5% des eaux usées des agglomérations sont traitées en assainissement non collectif²⁰.

Il existe de multiples technologies d'assainissement autonome. Il s'agit le plus souvent de stations

Notes | 19. www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/pages/data/carteIntSteu.php

Notes | 20. www.eureau.org/documents/drinking-water/briefing-note/5833-briefing-note-on-ias/file

compactes basées sur des traitements biologiques. Parmi les solutions existantes, de nombreuses entreprises proposent des stations utilisant la technologie MBBR. Ces installations sont réglementées et doivent répondre aux normes européennes et nationales.

Le développement de l'assainissement non collectif a permis d'améliorer la qualité des milieux naturels là où des réseaux collectifs auraient été trop coûteux à installer. Toutefois, il existe un manque de connaissances sur la manière dont ces équipements sont surveillés et gérés à l'échelle européenne et dans de nombreux cas, les systèmes installés sont sujets à des débordements et/ou à des infiltrations, faute d'utilisation adéquate ou de maintenance suffisante.

Exemples d'installations individuelles à biomédias :

MICROSTATIONS (1-50 EH)

Fonctionnant sur le même principe que les stations d'épuration collectives, elles assurent à la fois le prétraitement et le traitement secondaire des effluents par voie biologique.

Il s'agit de cuves en béton ou plastique, à l'intérieur desquelles sont développés les procédés d'assainissement. Ces cuves sont soit compartimentées (décanteur, réacteur, clarificateur) ou associées (une cuve pour chaque rôle). Contenus au sein des réacteurs de ces cuves fermées, les biomédias ne sont jamais remplacés et exceptionnellement nettoyés (pour ne pas abîmer le biofilm). Les vidanges de boues s'effectuant dans la partie autonome du décanteur, les biomédias ne sont pas atteints lors de cette manipulation. Leur maintien à l'intérieur des microstations est essentiel et hors accident majeur, il semble difficile que des biomédias puissent en sortir.

STATIONS CONTENEURS (50 - 1000 EH)

Adaptées du procédé des microstations, les stations conteneurs répondent à des besoins similaires allant du traitement de 50 à 1 000 EH environ. Afin de répondre à des contraintes supplémentaires en termes de volume à traiter ou d'isolement géographique, des stations d'épuration mobiles ont été intégrées à des conteneurs. Ces installations modulables et robustes sont adaptées aux différents moyens de transports longue distance et sont de ce fait, facilement déplaçables. Les techniques d'assainissement utilisées par ces conteneurs sont variées et adaptées aux besoins de chaque usage. Le traitement biologique par culture fixée fluidisée figure là aussi parmi les solutions proposées.

Ces installations sont particulièrement adaptées aux besoins temporaires et mobiles (opérations militaires ou humanitaires), aux bases de travail de l'industrie minière et pétrolière, aux chantiers, aux camps de réfugiés, aux stations de recherche, aux bases de vie en régions glaciaires, déserts et autres lieux à climat extrême et aux espaces réduits (navires).

4.3 ASSAINISSEMENT INDUSTRIEL

Tout comme pour les eaux urbaines résiduaires, un certain nombre d'activités industrielles et agricoles génèrent des eaux usées : eau utilisée dans les procédés de fabrication, eau de rinçage de produits manufacturés, eau de lavage des ateliers ou des bâtiments d'élevage, etc. Leur épuration relève de la responsabilité de l'exploitant industriel ou agricole qui doit se doter d'un équipement de traitement adapté, répondant aux exigences réglementaires européennes. Selon les activités industrielles et le type de rejets qu'elles entraînent, différents circuits d'assainissement peuvent être appliqués²¹ :

· [Traitement des eaux usées industrielles](#) au sein de l'entreprise avant rejet si les eaux industrielles résiduaires sont chargées en polluants devant faire l'objet d'un traitement spécifique et/ou aucun réseau collectif à proximité ne permet leur traitement. (A)

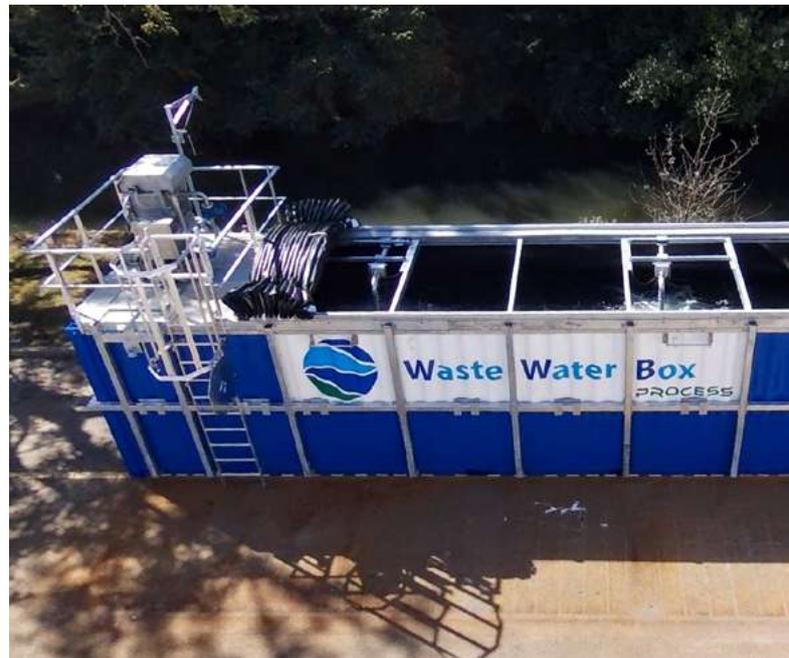


Figure 16 | Ci-dessus | Station conteneur Wastewaterbox, © Cohin environnement

• **Rejet direct en rivière** si la qualité des eaux n'est pas dégradée par les activités industrielles. (B)

• **Traitement par une STEU publique** à proximité si les eaux résiduaires industrielles ne mettent pas en péril le fonctionnement du réseau d'assainissement collectif. Dans de plus rares cas, les eaux usées peuvent également être traitées par une STEU privée externe indépendante. (C)

Dans le cas du déversement d'eaux usées industrielles dans un réseau collectif, les eaux usées industrielles sont soumises au traitement préalable requis pour :

→ **protéger la santé du personnel** qui travaille dans les systèmes de collecte et les stations d'épuration,

→ **assurer que les systèmes de collecte**, les stations d'épuration des eaux usées et les équipements ne soient pas endommagés,

→ **assurer que le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées réceptrice** ne soit pas dégradé,

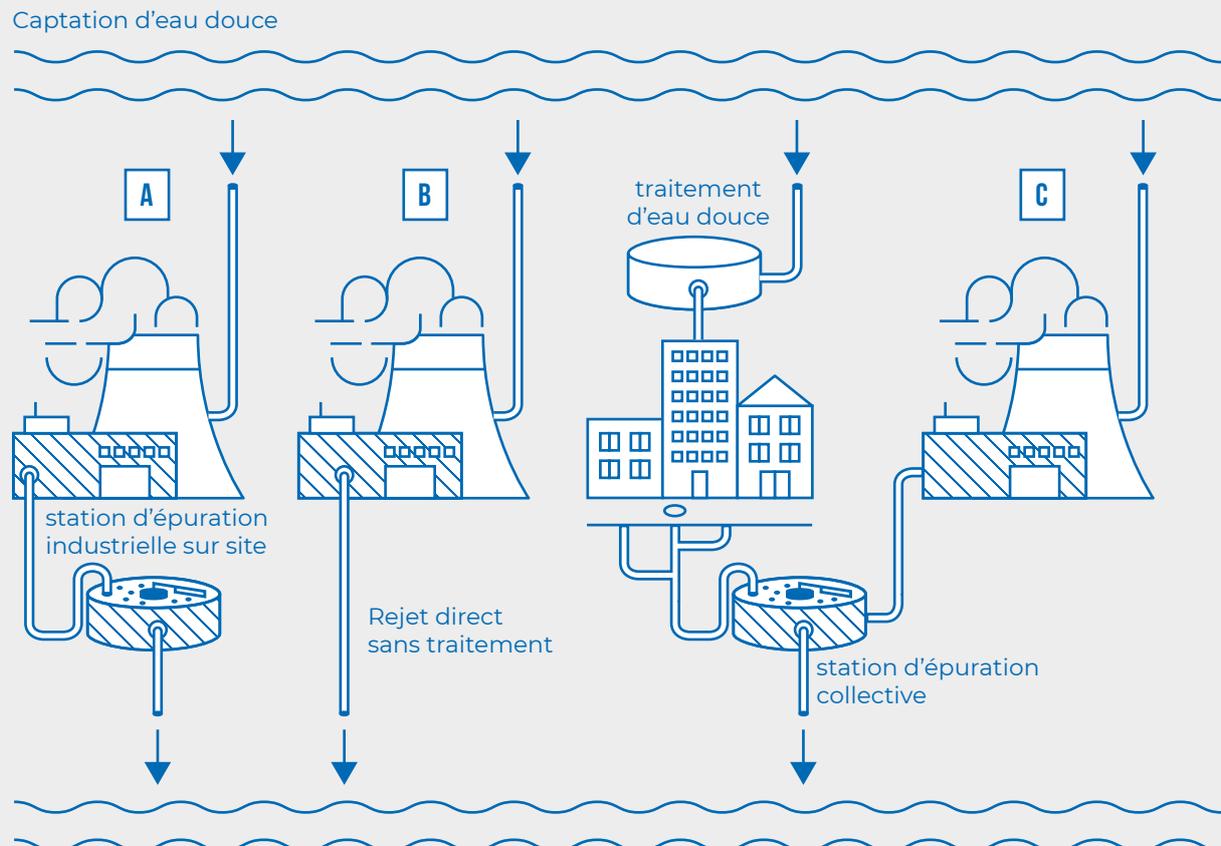
→ **veiller à ce que les rejets** des stations d'épuration n'altèrent pas l'environnement ou n'empêchent pas les eaux réceptrices de satisfaire à d'autres directives communautaires,

→ **assurer l'évacuation des boues** en toute sécurité d'une manière acceptable pour l'environnement.

DES TYPES DE REJETS DIFFÉRENTS SELON LES INDUSTRIES

Les eaux industrielles se distinguent des eaux résiduaires domestiques par une plus forte concentration et une plus grande homogénéité des polluants. Les effluents issus des milieux industriels ou agricoles peuvent contenir des métaux lourds, des

Figure 17 | Ci-dessous | Illustration des différents types de traitements des eaux usées industrielles (source EEA)



produits phytosanitaires ou d'autres polluants en grande quantité dont le traitement ne peut être assuré par les réseaux collectifs. Dans ce cas les eaux usées industrielles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et d'assainissement collectifs.

Chaque type d'industrie présente un usage de l'eau et des rejets qui lui sont spécifiques. La Directive sur les Emissions Industrielles (Cf. Chapitre 1.4.3) fixe par secteur d'activité les Meilleurs Techniques Disponibles (MTD) adressées à travers 32 BREF « Best available techniques REFERENCE documents » ciblant 29 secteurs d'activités. Spécifiques à chaque secteur ces documents ont pour objectif d'apporter des éléments complémentaires devant permettre de limiter au maximum l'impact des activités industrielles sur le milieu naturel (eau, air et sol).

Les contraintes de protections environnementales fortes et les volumes d'eau importants impliqués dans les procédés poussent aujourd'hui les entreprises à adopter des méthodes permettant de limiter leur consommation en eau et favoriser sa réutilisation.

A travers nos observations nous avons notamment noté l'utilisation de biomédias dans le traitement des eaux industrielles des activités suivantes :

- pharmaceutique et hospitalier,
- extraction et transformation d'hydrocarbures,
- pisciculture,
- agroalimentaire (laiterie, viticulture, ...),
- production et transformation de papier,
- établissements de loisirs.

Toutefois, le type de technologie utilisée et la présence de biomédias dans les stations d'épuration industrielles ne faisant l'objet d'aucun recensement, l'identification exhaustive des stations utilisatrices est quasiment impossible.

En France plus de 7000 sites industriels classés ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) pouvant potentiellement être équipés de STEU sont soumis à la Directive IED.

TRAITEMENT DES EAUX D'EXTRACTION DE GAZ ET PÉTROLE (OFFSHORE)

Comme vu précédemment, l'exploitation de pétrole et de gaz, figure parmi les activités nécessitant le traitement de ses effluents. De nouvelles stations utilisant des biomédias sont en train de

voir le jour afin de traiter les eaux de procédés servant à l'extraction d'hydrocarbures. Ces stations de traitements des eaux usées sont implantées directement sur le plancher océanique à proximité des points de forage. Cette technologie permet de traiter de manière importante le carbone organique et certains polluants chimiques.

4.4 ASSAINISSEMENT EMBARQUÉ

Les bateaux de croisières peuvent parfois accueillir plusieurs milliers de passagers et de personnel d'équipage, produisant de ce fait d'importants volumes d'eaux usées. Plus de 120 000 L d'eaux usées peuvent ainsi être amenés à être traités chaque jour afin de réduire l'impact des navires sur le milieu naturel. Des entreprises spécialisées dans le développement de systèmes d'assainissement adaptés aux navires et activités offshore ont ainsi équipé certains navires de croisières de stations d'épuration compactes adaptées à leurs besoins (espace limité, volume d'eaux usées important) et utilisant la technologie MBBR afin d'optimiser la performance de traitement.

Les technologies CleanSea® développée par Headworks ou Evac EcoOcean MBBR développée par Evac figurent parmi les stations utilisées.

Bien que jamais observée directement, la perte de biomédias par ce type d'utilisation reste une possibilité.

4.5 SYSTÈMES D'ÉPURATION NON RÉGLEMENTÉS

D'autres installations domestiques telles que des piscines, bassins naturels ou bassins d'agrément gérés par des particuliers, nécessitent un traitement régulier de l'eau qu'elles consomment. Aucune norme de rejets n'existe à l'heure actuelle pour ce type d'installations privées.

Inspirés des exploitations piscicoles professionnelles, de nombreux amateurs utilisent des biomédias pour la filtration de l'eau de leurs bassins. Il peut s'agir de microstations d'épuration achetées dans le commerce ou d'installations approximatives artisanales (faites à partir de poubelles plastique par exemple).

Malheureusement, les fournisseurs de matériel livrent très souvent les produits sans notice explicative, laissant l'utilisateur improviser en ce qui concerne l'installation et l'utilisation.



5 PERTE DE BIOMÉDIAS DANS L'ENVIRONNEMENT

Echappés des stations d'épuration, les biomédias se diffusent dans l'environnement, en eau douce, et en mer. Une partie d'entre eux reviendra s'échouer sur les côtes, parfois à plusieurs milliers de kilomètres de leur lieu d'origine. Pour comprendre leur dispersion, il est essentiel de connaître les paramètres environnementaux, météorologiques et hydrographiques qui interagissent avec ces déchets flottants.

5.1 ORIGINE TERRESTRE ET TRANSPORT PAR LES COURS D'EAU

Les biomédias répandus hors des stations peuvent, comme tout élément exogène à l'environnement, atteindre le milieu marin. Le transport par les cours d'eau peut se faire sur des centaines de kilomètres à partir du lieu de rejet, à l'image du chemin parcouru par une goutte d'eau à travers le cycle de l'eau. Les biomédias peuvent ainsi être dispersés sur de vastes étendues, au fil des cours d'eau.

Figure 18 | Ci-dessus | Biomédias accumulés sur les berges, Seine France, © Renaud François

LE LIEN AMONT – AVAL

Une grande partie des déchets retrouvés sur les littoraux sont d'origine continentale. Le vecteur premier de la diffusion des pollutions de l'intérieur des terres vers les océans est le transport par les rivières et les fleuves²². Les rejets des STEU dans le milieu naturel se faisant généralement dans les cours d'eau, c'est aussi la voie principale par laquelle les biomédias atteignent les milieux aquatiques. La pluviométrie impacte les STEU, influence les niveaux d'eau et les débits des rivières. L'alternance de périodes d'étiage ou de crue, a aussi un impact sur la capacité d'un cours d'eau à remobiliser les déchets arrivés sur ses berges. En effet, la montée des eaux engendrée par de fortes crues, peut entraîner la remobilisation de déchets abandonnés ou l'introduction d'eau dans des milieux

Notes | 22. Jambeck et al., 2015 ; Gonzalez & Fernandez, 2021 ; Veiga et al., 2022

sensibles tels que des stations d'épuration ou d'anciennes décharges. Une fois repris par les rivières, les déchets poursuivent alors leur chemin vers l'aval. Les estuaires constituent l'interface entre le milieu continental et le milieu océanique et c'est là, aux embouchures des fleuves, que les déchets rejoignent l'océan. Dans de nombreux cas il nous a été possible d'identifier les sources de pollutions aux biomédias en remontant les embouchures de fleuves ou en inspectant les rivières en amont des zones d'échouage. Parmi les cas de pollution recensés (Cf. Chapitre 7), il a été possible de suivre le cours des rivières de l'aval vers l'amont pour identifier les sources de pollution :

- [La Seine](#) : STEU de Corbeil-Essonnes
- [La Gervanne](#) : Pisciculture Font Rome à Beaufort-sur-Gervanne
- [Lac de Serre-Ponçon / La Durance](#) : STEU de Vallouise-Pelvoux et Molines-en-Queyras-Saint Véran

5.2 TRANSPORT DES BIOMÉDIAS EN MILIEU MARIN

5.2.1 COURANTS

Sous l'effet des forces agissant sur les masses d'eau (vents, marées, force de Coriolis) et des caractéristiques physico-chimiques, l'océan mondial est en mouvement perpétuel.

Directement déversés en mer ou à leur arrivée aux embouchures des fleuves, les biomédias sont repris par les courants de surface. Ils peuvent ainsi être transportés sur plusieurs milliers de kilomètres²³. Ceci est d'autant plus vrai pour les déchets plastiques flottants, dont les déplacements dans le milieu océanique ne sont soumis qu'à peu de contraintes.

5.2.2 TEMPÊTES

Lors d'événements de tempêtes il est fréquent que des quantités importantes de déchets s'échouent sur les côtes, poussées par les vents ou remobilisées en profondeur sous l'effet de fortes houles. Sur les façades maritimes les plus exposées (côte Atlantique Ouest notamment), de nombreux biomédias sont généralement retrouvés après tempête lors

des collectes de déchets effectuées sur les plages. Le dernier témoignage en date provient du courant d'Huchet dans le département des Landes en France, ou à la suite des tempêtes de novembre 2023, plus de 40 biomédias de 8 types différents ont été retrouvés lors d'une même collecte. Parmi ceux-ci, figuraient des modèles « endémiques » peu détériorés, retrouvés sur les côtes landaises depuis plus de 10 ans, probablement issus de pollutions anciennes et remobilisés par les tempêtes.

5.2.3 LA MODÉLISATION NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

Depuis 2015, Surfrider s'est aussi rapproché de laboratoires de recherche en océanographie tels que le Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) afin de mieux comprendre la dispersion des biomédias en mer. Suite à la pollution survenue à l'hiver 2019/2020 à la station d'épuration de Bastia (Cf. Chapitre 7), de nombreux échouages de biomédias nous ont été rapportés depuis une grande partie des côtes Ouest Méditerranéennes (France, Espagne, Italie). Plusieurs questions se sont alors posées :

→ Comment anticiper les sites d'échouages de biomédias selon les conditions météorologiques ?

→ Comment déterminer si un échouage de biomédias provient d'un secteur préférentiel ?

→ Comment expliquer l'arrivage massif de biomédias sur un même site d'échouage proche de la zone de l'accident, des mois après la pollution ?

Les outils de modélisations numériques permettent de simuler des jeux de données importants et de faire varier les éléments selon différents paramètres : site d'étude, saison (conditions météo), intensité des émissions de particules par exemple. Ces modèles peuvent alors apporter des réponses théoriques à mettre en lien avec les observations de terrains faites tout au long de l'année. Pour tenter d'apporter de premières réponses à ces questions, des simulations de types « backtracking » ont été réalisées afin d'identifier les provenances possibles des échouages selon différentes conditions météorologiques et saisonnières²⁴. Cette étude montre la pertinence de telles simulations mais les maillages et choix des paramètres à faire varier devront être améliorés en vue d'une analyse plus fine des modes de dispersion et des sites d'échouages.

Notes | 23. Van Sebille et al., 2020, González-Fernández et al., 2020. **Notes | 24.** Identification et corrélation des mesures de média filtrants avec des simulations numériques de transport, autour de la Corse. Elisa GRIMA (MIO)

PERTE DE BIOMÉDIAS DANS L'ENVIRONNEMENT

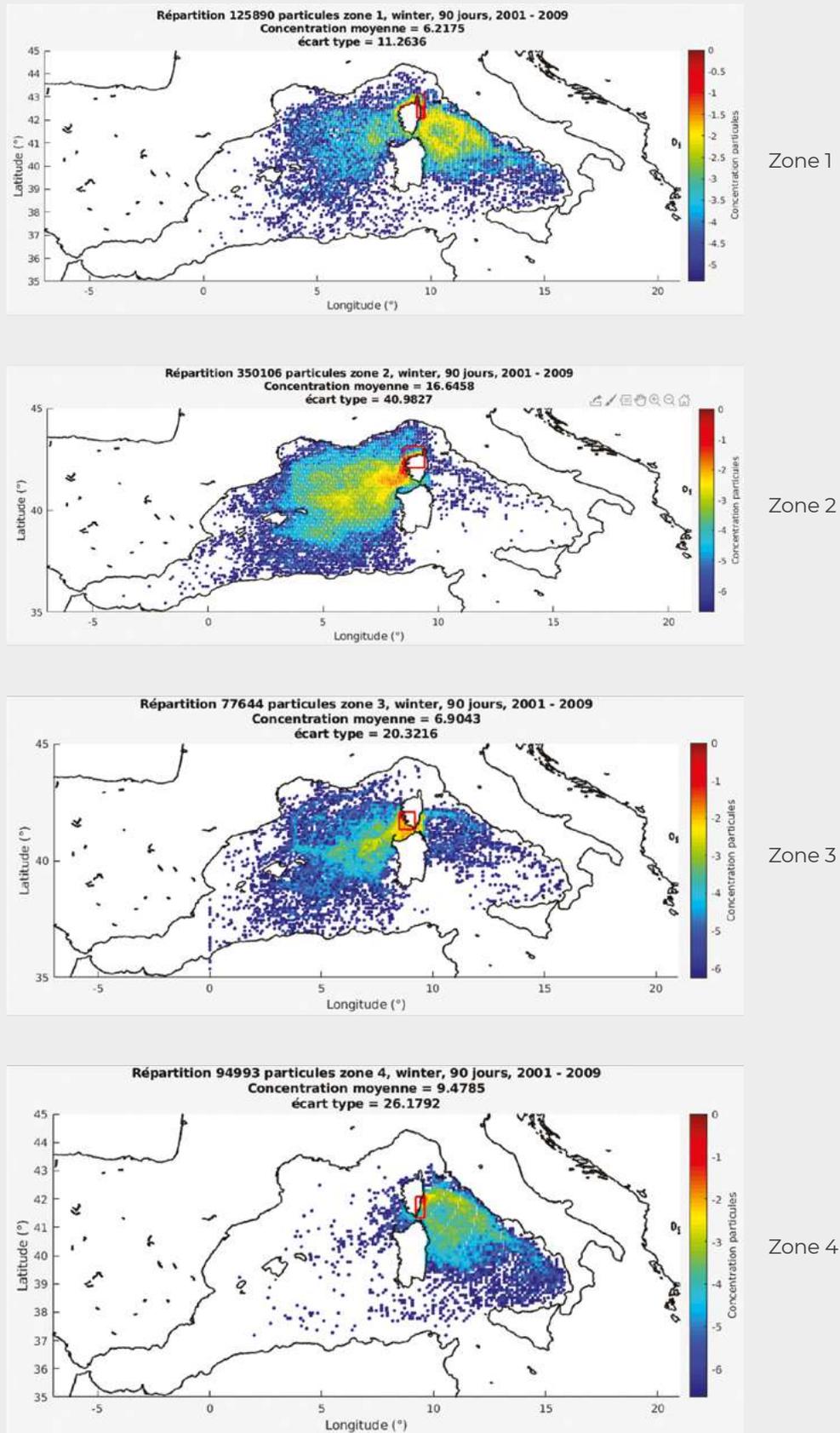


Figure 19 | Ci-dessus | Origines possibles des particules échouées simulées sur 3 mois hivernaux (Source Elisa Grima, MIO)



6 SUIVIS DE POLLUTIONS PAR LES BIOMÉDIAS

En 2009, un bénévole de Surfrider Foundation Europe commence à observer des biomédias sur les plages de la côte basque (France). Au fil des années, les observations se font sur l'ensemble des littoraux français et européens. Surfrider Foundation Europe gagne en expertise et devient l'organisme de référence sur le sujet, mobilisant l'ensemble de son réseau et bénéficiant de données collectées par des observateurs externes. Peu à peu, de nombreux organismes collecteurs de données ont intégré l'identification des biomédias à leurs protocoles.

6.1 SUIVIS MIS EN PLACE PAR SURFRIDER

6.1.1 OBSERVATIONS PAR LES CITOYENS

C'est en 2009 que les biomédias ont été observés pour la première fois sur les plages de la côte basque. L'usage de ces « camemberts » de plastique était encore méconnu lorsque l'antenne bénévole Surfrider Côte Basque a commencé à communiquer sur les échouages. Quelques mois plus tard, l'identification de ce déchet s'est faite depuis la Corse, grâce à la visite d'une STEU par une antenne bénévole située à Ajaccio. Ces derniers ont reconnu

le déchet non identifié et en recoupant les informations, le lien a été fait entre stations d'épuration et l'échouage de rondelles en plastique sur les littoraux. Depuis, de nombreux bénévoles d'antennes Surfrider et de citoyens nous témoignent régulièrement de l'échouage de biomédias sur l'ensemble des façades maritimes européennes.

Les observations des citoyens constituent encore aujourd'hui une des principales sources d'identification des pollutions. La notoriété de Surfrider sur

Figure 20 | Ci-dessus | Biomédias trouvés sur une plage en Corse, France, 2018, © Mare Vivu

le sujet et le bon référencement de nos supports d'informations permettent aux citoyens de nous contacter facilement en cas de pollution.

Au fil des années, Surfrider a donc cherché à harmoniser les témoignages. Pour cela plusieurs outils sont proposés :

→ Un [formulaire en ligne](#) a été créé afin que les citoyens puissent témoigner plus facilement de leurs découvertes de biomédias dans l'environnement.

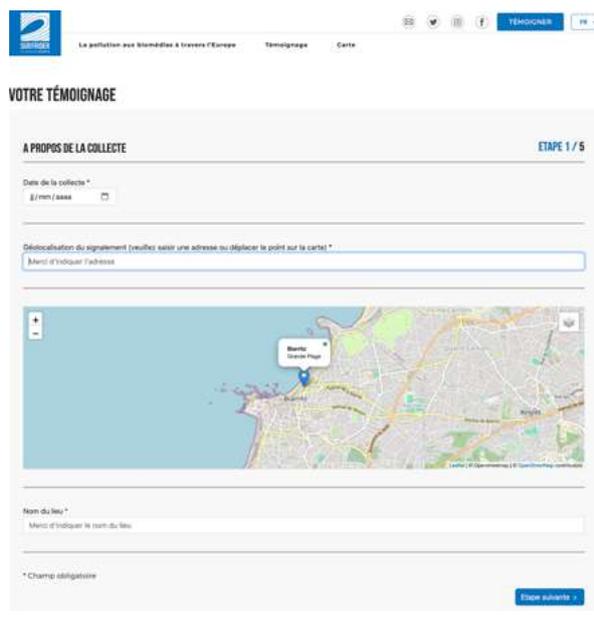


Figure 21 | Ci-dessus | Extrait de la page dédiée aux biomédias sur le site internet de Surfrider Foundation.

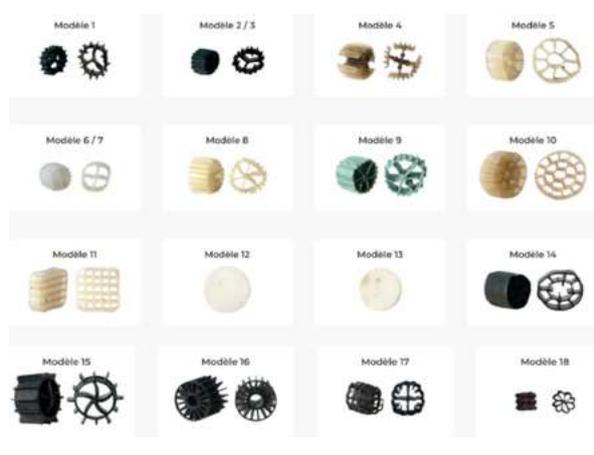


Figure 22 | Ci-dessus | Liste des types de biomédias, © Surfrider Foundation Europe.

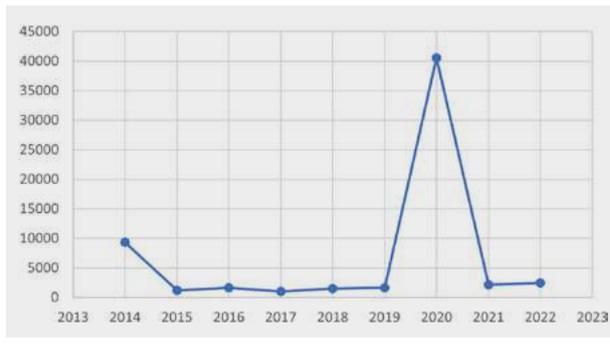


Figure 23 | Ci-dessus | Nombre de biomédias signalés lors des initiatives océanes, © Surfrider Foundation Europe.

6.1.1 INITIATIVES OCÉANE

Depuis 30 ans, Surfrider Foundation Europe coordonne les Initiatives Océanes²⁵, programme visant la réduction des déchets aquatiques à la source par la prise de conscience collective au moyen d'opérations de collectes de déchets en lacs, rivières, plages et fonds marins. Ce programme d'envergure européenne permet de collecter des informations primordiales sur la pollution par les déchets grâce à un protocole de sciences participatives. En effet, il est demandé aux organisateurs de quantifier et de qualifier les déchets ramassés lors de leur collecte.

Surfrider centralise ces données qui sont ensuite partagées et diffusées auprès du grand public, des médias et des pouvoirs publics.

Depuis 2013, un suivi spécifique de l'évolution de la pollution par les biomédias a été intégré au dispositif des Initiatives Océanes pour signaler le type, le nombre et la quantité de biomédias retrouvés dans les milieux aquatiques grâce à une fiche d'identification (figure 22). Cette méthode d'observation uniformisée et l'étendue du réseau de bénévoles de Surfrider permet l'enregistrement de nombreux signalements. Cette veille permanente est le premier moyen de découverte des cas de pollution. En 2023, sur 496 fiches d'identification des déchets complétées, 145 signalaient la présence de biomédias. C'est donc près d'une fois sur 3 !

6.1.3 PROTOCOLES SCIENTIFIQUES DE QUANTIFICATION OSPAR / DCSMM

La lutte contre la prolifération des déchets aquatiques dans l'environnement marin implique une meilleure compréhension de cette problématique à échelle européenne. Pour cela des groupes de

Notes | 25. www.initiativesoceanes.org

travail nationaux et européens, impliquant une grande diversité d'acteurs collectant des données sur les déchets marins, œuvrent pour une harmonisation des protocoles. Ainsi, le principal protocole de références est le « protocole scientifique harmonisé européen OSPAR/DCSMM » visant à identifier et quantifier les déchets échoués sur les plages. Le classement par typologie permet aussi de déterminer les activités humaines à l'origine de ces déchets.

→ Depuis 2012, Surfrider fait partie du Réseau National de Surveillance des Macro-déchets sur le Littoral et applique le protocole OSPAR/DCSMM sur 7 sites d'étude de la façade Atlantique afin de contribuer à l'acquisition de données sur les déchets échoués à échelle européenne et ainsi améliorer la base des connaissances communes. En France, il s'agit des plages de la maison des douaniers (Gefosse-Fontenay), Déolen (Locmaria-Plouzané), le champ de tir (Tarnos), et en Espagne, des plages des communes de Getxo, Mutriku, Donostia et Getaria.

→ Toujours en France, à partir de 2024, le même protocole sera mis en œuvre dans les DROM-COM.

La quantification et l'identification des déchets se fait à l'aide d'une grille de tri ou « master list²⁶ » dans laquelle sont référencés plus de 250 objets répartis par matières et usages. Cette liste est évolutive : si l'on retrouve de manière récurrente sur la plage un type de déchet non répertorié dans la grille de tri, celui-ci pourra être intégré après validation par les autorités compétentes. Ce système permet notamment de mettre en évidence de nouveaux types de déchets présents sur les plages. C'est ainsi que les biomédias sont entrés dans la liste, grâce notamment au travail d'identification et de quantification mené par Surfrider. Cependant, la grille d'identification ne permet pas un référencement par type de modèle retrouvé.

Cette insertion dans la « master list » permet aujourd'hui de recueillir des données harmonisées sur plus de 70 sites en Europe.

6.2 AUTRES SUIVIS

Suite à différents accidents ayant entraîné des pollutions par les biomédias et des arrivages massifs concentrés, d'autres observations « hors protocole »

sont venues s'ajouter aux données des réseaux de collectes habituels. Il s'agit le plus souvent d'associations ou de collectivités qui se sont mobilisées localement et qui ont alerté Surfrider.

Ces sources d'observations variées ont permis de suivre l'évolution des pollutions à la fois sur les berges des fleuves et sur les littoraux européens. Elles ont permis l'identification de nouvelles causes de rejets dans le milieu naturel et ont aussi alimenté les jeux de données de nouveaux travaux universitaires.

6.2.1 OBSERVATEURS EN MANCHE

SOS MAL DE SEINE

L'association SOS Mal de Seine mène depuis 2008 des nettoyages de berges de la Seine selon le protocole de quantification OSPAR dans lequel elle prend en compte la présence de biomédias. Elle a notamment effectué un suivi de la pollution des berges jusqu'aux plages normandes suite au rejet dans la Seine de milliers de biomédias par la STEU de Corbeil-Essonnes-Evry en 2010.

6.2.2 OBSERVATEURS EN MER DU NORD

RINGKØBING-SKJERN (RKSK)

La communauté de commune de Ringkøbing-Skjern s'est montrée particulièrement active au cours de la pollution survenue dans le fjord voisin en mars 2021 entraînant le déversement de millions de biomédias. De nombreuses actions ont été initiées telles que la mise en place d'une plateforme web dédiée, la mobilisation citoyenne pour accélérer les ramassages, l'information de la presse, etc. Lors de notre enquête les employés en charge du suivi de la pollution nous ont partagé l'ensemble des données collectées. Les actions mises en place ont aussi été proposées parmi les bonnes pratiques (Cf. Chapitre 7).

6.2.3 OBSERVATEURS EN MÉDITERRANÉE

MARE VIVU

Depuis 2016, l'association Corse « Mare Vivu » spécialisée dans la lutte contre les pollutions plastiques en méditerranée a intégré le suivi des biomédias à son projet scientifique de suivi des déchets. Leur présence sur le terrain leur confère un rôle de sentinelle. En février 2020, des incidents survenus à la station d'épuration de Bastia Sud ont entraîné le

Notes | 26. La « master list » correspond à la liste des déchets les plus fréquemment retrouvés sur les plages européennes. Cette liste a été élaborée et mise à jour à partir des observations réalisées par les opérateurs dans le cadre des programmes nationaux de surveillance des déchets échoués sur les plages.

déversement de millions de biomédias dans la mer. Dès les premiers échouages de biomédias sur la plage de la Marana, la mobilisation de leur réseau local a permis de récupérer plus de 40 000 biomédias et d'alerter la Communauté d'Agglomération de Bastia. Trois ans plus tard, leurs suivis permettent encore de suivre l'évolution de cette pollution.

CLEAN SEA LIFE

Ce programme LIFE soutenu par l'Union Européenne et regroupant plusieurs acteurs de la protection environnementale sur le territoire Italien tel que «Legambiente» a joué un rôle important dans le suivi de la pollution survenue dans la station d'épuration de Salerne en 2018. Leur implication a permis de réaliser une large cartographie des sites d'échouage et d'aboutir au premier procès pour rejet en mer de matière plastique polluante (biomédias) en Italie. L'affaire est toujours en cours.

AUTRES

- [Le Parc National de Port-Cros](#),
- [Le Parc Naturel de Camargue](#),
- [Le CESTMed \(Centre d'Etudes et de Sauvegarde des Tortues marines de Méditerranée\) du Grau-du-Roi](#),
- [La Commission Environnement et Biologie du Comité Interrégional Pyrénées Méditerranée de la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins](#),
- [L'Association U Marinu CPIE Bastia Golo Méditerranée à Bastia](#),
- [Tragsatec](#),
- [Clean my Calanques](#).

6.2.4 OBSERVATEURS EN ATLANTIQUE

ASSOCIATIONS DU RIO MIÑO

Plusieurs associations (l'association des pêcheurs du rio Miño et l'association de protection et de défense de l'environnement ADEGA) nous ont alertés de la présence de biomédias sur les berges du Rio Miño, fleuve frontière entre l'Espagne (Galice) et le Portugal. Elles nous ont soutenus dans le cadre de nos investigations pour déterminer l'origine du rejet. L'association ANABAM (Asociacion NATuralista del BAixo Miño) a effectué un suivi régulier de la pollution le long du fleuve et sur les plages impactées par le rejet. Véritable relais sur leur territoire, ils ont mobilisé les médias et les autorités locales pour essayer d'identifier la station d'épuration ayant relâché des biomédias dans le fleuve.

6.2.5 OBSERVATEURS EN RIVIÈRES

LES ASSOCIATIONS AGRÉÉES DE PÊCHE

Les Associations Agréées de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA) sont, entre autres, chargées de la gestion des berges, des cours d'eau et de la ressource piscicole sur leur territoire. Leurs membres sont des pêcheurs qui connaissent parfaitement le milieu et passent beaucoup de temps sur le terrain. Ils nous font régulièrement part de leurs observations.

Plusieurs d'entre elles ont contribué à alerter sur la présence de biomédias en rivière :

- [l'AAPPMA de la Nive basée à Saint Jean Pied de Port](#) qui a assuré un suivi de la pollution de la Nive.
- [l'AAPPMA de la Gervanne](#) impliquée dans la diffusion d'informations sur la pollution survenue suite à un incident dans une pisciculture²⁷.

LA LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX (LPO)

En 2018, la LPO-PACA, via son groupe local Ecrin-Embrunais, s'est alarmée de l'arrivage massif de biomédias dans le lac de Serre-Ponçon, issus des pollutions des STEU de Vallouise et Molines-en-Queyras plus en amont. Depuis le début de leur mobilisation près de 100 000 biomédias ont déjà été ramassés. Les membres de la LPO ont aussi fortement contribué à alerter les exploitants et services de l'Etat en charge du contrôle des installations d'assainissement et du suivi des pollutions pour que les mesures nécessaires soient mises en œuvre et que cette pollution cesse au plus vite.

6.3 CARTOGRAPHIE DES OBSERVATIONS

Surfrider a développé une carte interactive²⁸ permettant de visualiser tous les signalements de biomédias faits à Surfrider depuis 2014. Ces informations ne permettent pas une cartographie exhaustive mais témoignent de l'étendue de ce type de pollution.

Ces observations nous ont permis de mettre en évidence que les pollutions touchent l'ensemble des littoraux européens et que leur dispersion dans l'océan est rapide et est aujourd'hui une problématique mondiale.

Notes | 27. <https://aappmagervanne.wordpress.com>. Notes | 28. <https://biomedia.surfrider.eu/carte>

Figure 24 | Ci-contre | Observations de biomédias dans l'environnement, © Surfrider Foundation Europe





7 POLLUTIONS PAR LES BIOMÉDIAS

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, de nombreuses pollutions aux biomédias ont pu être observées depuis 2009 sur une large partie des rivières et littoraux européens. Certains sites présentant des pollutions majeures ont fait l'objet d'un suivi et d'enquêtes visant à remonter jusqu'à l'origine des déversements dans le milieu. La liste présentée dans ce rapport est non exhaustive mais balaye un large territoire et reflète les circonstances les plus fréquentes dans lesquelles se produisent ces pollutions.

Une dizaine de cas de pollution survenus entre 2010 et 2018 ont été documentés dans notre rapport sur les biomédias paru en 2019. Nous ne reviendrons pas sur ces cas mais vous pouvez consulter ce rapport en intégralité sur <https://tinyurl.com/3x3mu9fa>. **Dans cette nouvelle édition nous présentons plus particulièrement quelques cas marquants qui illustrent les circonstances dans lesquelles des pertes de biomédias ont touché les littoraux européens ces 5 dernières années.**

Figure 25 | Ci-dessus | Biomédias collectés sur les rives du lac de Serre-Poncon, France, 2021. © JP Coulomb

7.1 PRINCIPAUX CAS OBSERVÉS (2019-2023)

7.1.1 HVIDE SAND – RINGKØBING-SKJERN (RKSK)

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : Danemark - Hvide Sand / Ringkøbing-Skjern

TYPE D'ACTIVITÉ : Pisciculture – Atlantic Sapphire (producteur de saumon)

POINT DE REJET : Ringkøbing Fjord

DATE DE LA POLLUTION : Mars 2021



CONSTAT

Près d'un million de biomédias se sont déversés dans le Ringkøbing Fjord en Mars 2021. Les biomédias ont été trouvés dans de nombreux endroits le long du fjord et des côtes sur la façade maritime de Hvide Sand. Ils se sont alors répandus jusque sur les côtes ouest de la Suède.

BIOMÉDIAS RETROUVÉS : RK Bioelements

EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

La pisciculture utilisait un réacteur MBBR pour le traitement de ses eaux usées. Le point de rejet était situé légèrement au-dessus de la surface de l'océan et rejetait habituellement des eaux traitées dans le fjord de Ringkøbing. Un filet était installé en sortie de bassin afin de contenir les biomédias susceptibles de s'échapper en cas d'incident. Une réparation a été faite dans l'un des réacteurs MBBR de l'usine à la suite d'un dysfonctionnement de la plaque de fond. Durant cette opération, une grande partie des biomédias contenus dans le réservoir a bloqué l'écoulement de l'eau, entraînant une surverse et la fuite des biomédias. L'enquête menée sur le site a montré que le filet de rétention n'était pas en place au moment de l'accident. Au cours de l'hiver, l'accumulation de neige ainsi que les gels et

dégels ont fragilisé le filet qui a fini par s'arracher. Faute de surveillance suffisante des équipements de rétention, personne ne s'était aperçu de cette défaillance. Lors de l'opération d'entretien du bassin, les biomédias se sont alors échappés et déversés dans le fjord.

MESURES MISES EN PLACE

À la suite du déversement, Atlantic Sapphire (qui n'avait pas immédiatement communiqué sur l'accident) a engagé 8 personnes pour participer au nettoyage des plages. Ils se sont également mis en contact avec la municipalité ainsi qu'avec les ONG OMHU et CARE qui ont mené des collectes de biomédias sur les littoraux. La municipalité de RKSK n'a pas porté plainte. L'entreprise a dû présenter un plan de récupération des biomédias et des mesures pour prévenir de nouvelles fuites. La collaboration avec la pisciculture, la transparence sur les incidents et leur implication dans la recherche de solutions et d'améliorations ont été essentiels. De son côté, la municipalité a aussi mis en place un site internet permettant de cartographier l'étendue de la pollution et ainsi orienter les opérations de récupération.

AMÉLIORATIONS TECHNIQUES

- Mises en place de grilles à l'entrée du tuyau d'évacuation.
- Remplacement et renforcement du filet défaillant.
- Vérification quotidienne des grilles et filets pour détecter d'éventuelles fuites mais également pour vérifier leur état.

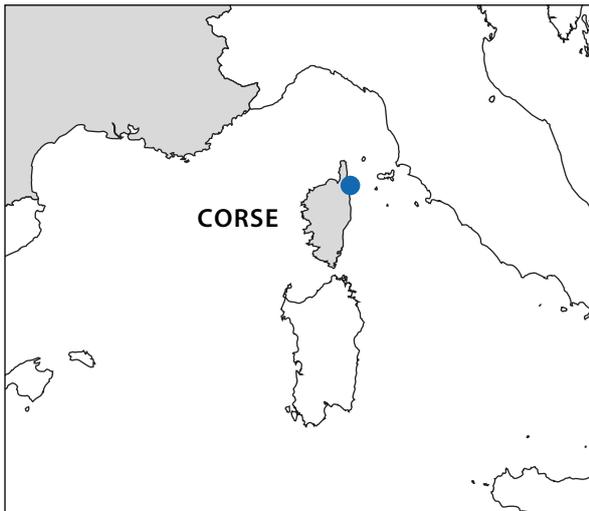
L'enquête a révélé que des déversements similaires s'étaient aussi produits en 2018 et à l'été 2019 sans qu'aucune alerte n'ait été donnée.



Figure 26 | Ci-dessus | RK Bioelements échoués après la pollution d'Atlantic Sapphire, © RKSK.



Figure 27 | Ci-dessus | RK Bioelements échoués après la pollution d'Atlantic Sapphire, © RKSK.



7.1.2 BASTIA SUD

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : France, Bastia (Corse)

TYPE D'ACTIVITÉ : Station d'épuration municipale Bastia Sud

CAPACITÉ NOMINALE : 124 000 EH

POINT DE REJET : Méditerranée

DATE DE LA POLLUTION : Décembre 2020

BIOMÉDIAS RETROUVÉS

Anox Kaldnes - K5

CONSTAT

Début janvier 2021, de nombreux témoignages ont été rapportés à Surfrider concernant un arrivage massif de biomédias sur les plages de la Marana (Bastia – Corse - France). L'ONG Mare Vivu, s'empare alors localement de la problématique afin d'alerter les pouvoirs publics et la presse de l'ampleur de la pollution et de la nécessité d'agir. Début février, une opération de ramassage de déchets coordonnée par Mare Vivu rassemblant une centaine de personnes, a conduit à la collecte de plusieurs dizaines de milliers de biomédias. Une pollution sans précédent en France. Très vite, Acqua Publica - Régie des Eaux du Pays Bastiais, coopère et partage publiquement les études menées au sein de la station pour comprendre l'origine des pertes. Compte tenu de l'importance du déversement de ces biomédias directement en mer, ils sont très vite retrouvés sur une large partie des côtes corses. Quelques semaines plus tard ils apparaissent sur les côtes méditerranéennes italiennes, françaises puis espagnoles. Dans le même temps, le CESTMed rapporte des cas d'ingestion de ce modèle de biomédias par des tortues caouannes.

EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

Fin 2020, à la suite de fortes précipitations, plusieurs

millions de biomédias se sont échappés de la station d'épuration de Bastia Sud. Une estimation des pertes de biomédias a alors été effectuée par les gestionnaires. Au total depuis la mise en route du procédé MBBR à Bastia en 2014 se sont près de 20m³ de biomédias qui ont involontairement été déversés en mer et probablement plus de la moitié lors du dernier accident. Les fortes précipitations ont causé une anomalie de capteur de niveau, entraînant une montée des eaux dans le bassin MBBR. Plusieurs défaillances techniques ont participé à la perte des biomédias :

- Absence de grille sur la canalisation de reprise d'air vicié.
- Présence d'orifices sans grilles dans les voiles béton en partie haute de l'ouvrage faisant communiquer les différents bassins entre eux.
- Possibilité de retour de l'eau et des matériaux vers le poste de pompage servant à alimenter les MBBR.

MESURES MISES EN PLACE

→ **Récupération des biomédias échoués:**

Mare Vivu, association de protection environnementale présente sur place, a constaté la pollution et a mené plusieurs opérations de collectes de biomédias. Le 7 février 2021, accompagnés de bénévoles ils ont ramassé plus de 40 000 biomédias sur moins de 4 km. En tout près de 3m³ de biomédias ont pu être récupérés par leur action, lavés et réintroduits dans la station d'épuration. D'autres collectes coordonnées par l'office de l'environnement Corse ont également eu lieu fin 2021.

→ **Améliorations techniques :**

Suite à l'incident, Acqua Publica, en charge de l'exploitation de la STEU, s'est engagé rapidement dans une démarche de transparence et des avancées techniques ont été communiquées auprès des pouvoirs publics et associations de protection de la nature impliquées. Surfrider a beaucoup collaboré avec l'exploitant de la STEU sur ce dossier, afin de mutualiser les connaissances, partager les retours d'expériences et les bonnes pratiques mises en œuvre. Début avril 2021, un plan d'action de dépollution des plages a été réalisé par les communes de Bastia, Furiani, Biguglia et la communauté d'agglomération de Bastia.

→ **Travaux effectués :**

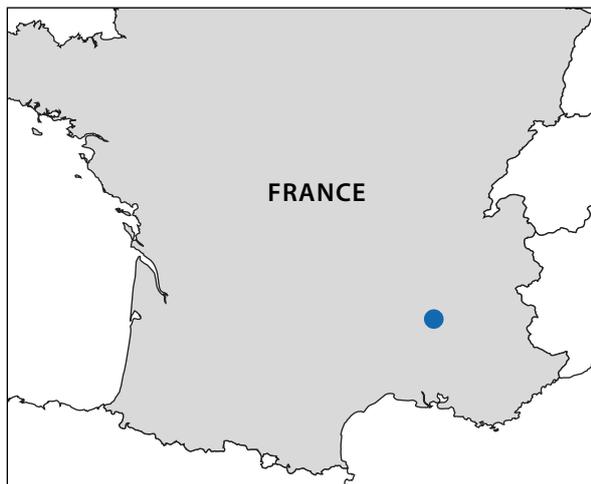
- Vidange complète des files de traitement (eau et biomédias) de manière à examiner l'intégrité des crépines de sortie des réacteurs.
- Pose de crépines sur les tulipes d'alimentation pour prévenir tout retour vers le poste de relevage.
- Ajout d'une sonde de niveau supplémentaire.

- Pose de grilles planes sur les évacuations d'air vicié situées en partie haute des bassins.
- Installation d'un panier en inox pour récupérer les biomédias arrivant dans le poste de relevage intermédiaire.

Des interrogations subsistent sur les circonstances de cet accident. Il serait notamment important de comprendre pourquoi des moyens simples de prévention n'avait pas été anticipé dès la conception de la STEU. La mise en avant de négligence de conception pourrait permettre d'améliorer les conceptions futures et clarifier les responsabilités de chacun dans cette pollution.



Figure 28 | Ci-contre | Biomédias de type K5 collectés sur la plage de La Marana à Bastia, © Claire Turgis.



7.1.3 BEAUFORT-SUR-GERVANNE

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : France, Beaufort-sur-Gervanne

TYPE D'ACTIVITÉ : Station d'épuration de la pisciculture Font Rome

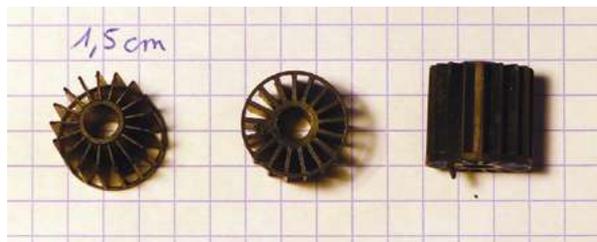
POINT DE REJET : La Gervanne puis La Drôme puis Le Rhône puis la Mer Méditerranée

DATE DE LA POLLUTION : Décembre 2022

BIOMÉDIAS RETROUVÉS : RK Bioelements

CONSTAT

En décembre 2022, à la suite d'une petite crue, des quantités importantes de biomédias sont retrouvées sur les berges de la Gervanne en aval de la pisciculture Font Rome. Une promeneuse en comptabilise jusqu'à plus de 50/m² signe d'une pollution récente et proche.



EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

Peu d'éléments nous ont été transmis sur les causes exactes de l'accident. Selon nos informations, la station de traitement des eaux de la pisciculture (classée ICPE) n'était pas aux normes et des déclarations n'avaient pas été effectuées après agrandissement des installations.

MESURES MISES EN PLACE

Les services de l'état en charge de la police de l'eau ont rapidement été sollicités par les citoyens. La Direction Départementale de la Protection des Populations de la Drôme (DDPP26) s'est emparée de la problématique. Différentes actions ont été initiées :

→ **Arrêté de mise en demeure** pour le ramassage des biomédias et demande de porter à connaissance du pétitionnaire, les actions qu'ils ont mises en œuvre.

→ **Prescriptions de surveillance** et de renforcement des mesures de sécurité de rétention des biomédias au sein de cette installation.

Les actions administratives sont toujours en cours aujourd'hui.



7.1.4 MOLINES-EN-QUEYRAS

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : France, Molines en Queyras - Saint Véran (Hautes Alpes)

TYPE D'ACTIVITÉ : Station d'épuration municipale

CAPACITÉ NOMINALE : 61 000 EH

POINT DE REJET : Le Guil puis La Durance puis Le Rhône

DATE DE LA POLLUTION : Juillet 2021

BIOMÉDIAS RETROUVÉS

Anox Kaldnes - Biochip M

CONSTAT

Au moins deux événements, l'un en 2016, l'autre en 2021 ont entraîné des pertes de biomédias à la station de Molines-en-Queyras - St Veran. Des milliers de biomédias ont été signalés sur les berges du Guil (affluent de la Durance) jusqu'au lac de Serre-Ponçon, où ils ont été retrouvés massivement, lors d'opérations de nettoyages organisées par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) locale.

EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

Le premier accident a lieu en 2016 quand un problème au niveau d'un réacteur MBBR a entraîné une perte de biomédias. Aucune alerte n'a été donnée par la STEU. Ce sont des riverains inquiets de retrouver de plus en plus de biomédias sur les berges qui ont averti la collectivité. Un deuxième accident a eu lieu en juillet 2021 sans qu'aucune alerte ne soit donnée non plus. Ce sont des pêcheurs

qui ont remarqué leur présence en grand nombre dans le Guil (affluent de la Durance) et au niveau de la retenue du barrage EDF de Maison du Roy. La vidange annuelle du barrage au printemps 2022 a entraîné le déversement des biomédias en aval, rejoignant alors massivement le lac de Serre-Ponçon.

MESURES MISES EN PLACE

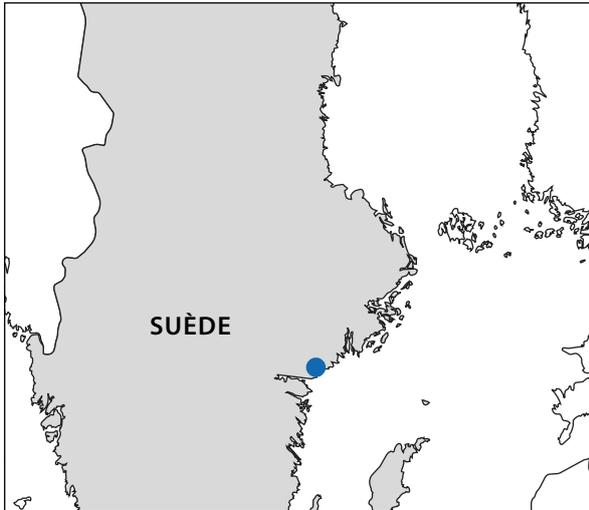
→ Près de 100 000 biomédias ont été ramassés par la LPO Ecrains-Embrunais depuis 2018. L'association a également alerté l'Office Français de la Biodiversité (OFB) en charge de la police de l'eau pour que des contrôles soient effectués.

→ Une démarche administrative a alors été initiée avec les STEU, pour prévenir de nouveaux accidents. Lors de cette démarche, engagée sous l'autorité de la Direction Départementale des Territoires des Hautes-Alpes (DDT 05) fin 2020, il a été convenu d'accorder aux STEU concernées (Molines en Queyras-Saint Véran et Vallouise-Pelvoux), un délai afin de permettre aux exploitants de trouver des solutions et d'effectuer les travaux nécessaires, pour prévenir la fuite de biomédias dans le milieu naturel.

Deux accidents survenus dans la STEU de Vallouise-Pelvoux ont également conduit à la pollution du Lac de Serre-Ponçon depuis juin 2017. Suite à l'alerte donnée par le groupe local de la LPO Ecrin-Embrunais et l'investigation menée par la DDT05, les exploitants ont reconnu avoir perdu 2m³ de biomédias²⁹. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter la [carte des accidents](#) sur le site de Surfrider.



Figure 29 | Ci-dessus | Biomédias de type Biochip collectés sur les rives du lac de Serre-Ponçon après l'incident de la STEP de Molines-en-Queyras. © JP. Coulomb.



7.1.5 NYKÖPING

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : Suède, Nyköping

TYPE D'ACTIVITÉ : Station d'épuration municipale

CAPACITÉ NOMINALE : 50 000 EH

POINT DE REJET : Mer Baltique

DATE DE LA POLLUTION : Janvier 2023

BIOMÉDIAS RETROUVÉS

Anox Kaldnes - K1

CONSTAT

Une pollution importante a été signalée à la station de Brandholmen – Nyköping en plein hiver lors d'un épisode de dégel et de fortes précipitations entraînant des inondations dans la commune. Ce sont les opérateurs de la station qui ont donné l'alerte.

EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

La fonte rapide de la neige a entraîné des débits d'eau très élevés en entrée de station, passant de 460 m³/h à 1 600 m³/h. Des sondes de niveau sont

tombées en panne. Un grand nombre de biomédias étaient recouverts d'une «substance polymérique extracellulaire», semblable à de la chaux, perturbant le développement normal du biofilm bactérien. Le débit élevé a poussé les biomédias vers une paroi contre laquelle ils sont restés bloqués (colmatage) entraînant une montée du niveau d'eau. La panne des sondes de niveau n'a pas permis de déclencher d'alerte automatique ni de stopper les pompes. S'en est suivi un débordement important des eaux du bassin et donc des biomédias. Une des lignes de traitement a pu être arrêtée mais l'autre a continué de pomper les eaux entrantes.

MESURES MISES EN PLACE

→ Les biomédias qui ont été retenus dans les bassins du traitement tertiaire ont pu être récupérés et réintroduits dans le réacteur MBBR.

→ Une entreprise de modélisation bathymétrique a été sollicitée afin de fournir une modélisation des zones d'échouages les plus probables et mieux cibler les opérations de dépollutions.

→ Depuis l'accident, une plus grande attention est portée au développement du film bactérien sur les biomédias. Des photos sont prises deux fois par semaines et archivées. Le contrôle du phosphate, identifié comme une cause du mauvais développement bactérien a également été renforcé. Des membres de l'équipe d'exploitation de la STEU vont également se former plus spécifiquement sur le traitement MBBR auprès d'Anox Kaldnes, spécialiste Suédois de la technologie MBBR.

Figure 30 | Ci-dessous | Biomédias de type K1 collectés sur le rivage après l'incident survenu à la station d'épuration de Nyköping, © Pontus Stenberg/SVT.





7.1.6 SALERNE

INFORMATIONS GÉNÉRALES

LOCALISATION : Italie, Salerno, Capaccio Paestum

TYPE D'ACTIVITÉ : Station d'épuration municipale

CAPACITÉ NOMINALE : 50 000 EH

POINT DE REJET : Rivière Sele puis mer Méditerranée

DATE DE LA POLLUTION : Février 2018

BIOMÉDIAS RETROUVÉS

Anox Kaldnes - Biochip M

CONSTAT

Ce sont la capitainerie du port et les gardes côtes qui ont lancé l'alerte et découvert l'origine de la pollution. Plus de 126 millions de biomédias auraient été perdus par la STEU de Capaccio Paestum. Les biomédias se sont alors déversés dans la rivière Sele à quelques kilomètres à peine de l'embouchure et se sont très rapidement retrouvés en mer méditerranée et sur les côtes Italiennes.

En juin 2018, le CESTMed a répertorié des cas d'ingestion par des tortues marines (présence de ce modèle dans les excréments).

EXPOSÉ DU DYSFONCTIONNEMENT

La perte de biomédias s'est produite en février 2018. La station de Capaccio Paestum a connu un dysfonctionnement d'une de ses deux files de traitement lié à des conditions météorologiques défavorables ainsi qu'à la rupture d'une grille de protection.



MESURES MISES EN PLACE

Les acteurs du projet CleanSea Life basé en Italie se sont rapidement emparés de la problématique et ont menés des actions de terrain visant à informer sur les pertes de biomédias, cartographier les témoignages d'échouages et organiser des ramassages. Ces données sont utilisées dans le cadre d'une action juridique. Au total plus de 260 000 biomédias ont été ramassés sur les littoraux, en Italie, France, Tunisie, Espagne et même à Malte. Sous l'impulsion des ONG locales, les pouvoirs publics ont mené des enquêtes visant à déterminer l'origine de la pollution et à identifier les responsables. 8 personnes font actuellement l'objet de poursuites dans le cadre d'un procès pour crime environnemental dû au rejet en mer de plastique.

A ce jour, le procès est toujours en cours et aucun jugement n'a encore été prononcé.



Figure 31 | Ci-dessus | Biomédias type Biochip collectés sur le rivage après l'incident à la station d'épuration de la STEU de Capaccio Paestum, © Guardia Costiera.

Figure 32 | Ci-contre | Cartographie des sites d'échouages de biomédias issus de la STEU de Capaccio Paestum, ©CleanSeaLIFE



7.2 BILAN DES POLLUTIONS OBSERVÉES

Depuis le début des investigations menées par Surfrider, plus de 40 cas de pollution ont été étudiés. Au moins 12 pays de la zone Europe sont directement touchés par la pollution aux biomédias (Suisse, Danemark, France, Allemagne, Islande, Italie, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni).

En plus des cas de pollutions clairement identifiés, d'autres cas de fuites diffuses dans l'environnement ont également été observés, mais le manque de connaissances concernant les procédés utilisés par les STEU, en particulier industrielles rend difficile l'identification des sources de ces rejets. Dans la plupart des cas, les biomédias qui atteignent le milieu aquatique ne sont pas récupérés et contribuent à la pollution plastique mondiale.

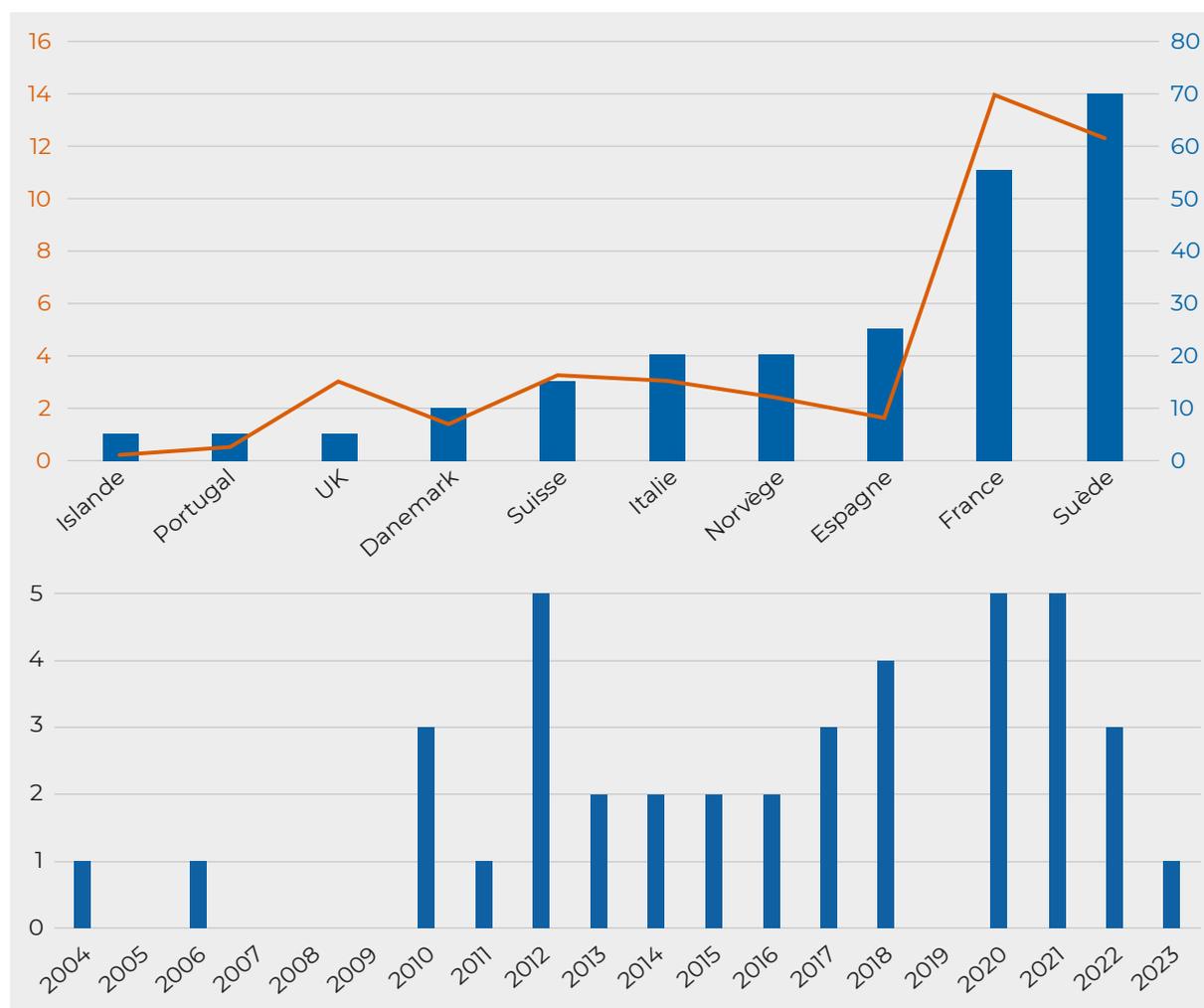
Pour en savoir plus sur l'ensemble des cas de

pollutions et sites d'échouages, veuillez consulter le site web dédié à l'adresse suivante :

<https://biomedia.surfrider.eu/carte>

L'étude des cas de pollution ayant entraîné des déversements de biomédias dans le milieu naturel, met en évidence la vulnérabilité des installations. Les accidents observés sont généralement le résultat d'une succession de défaillances, matérielles ou humaines. Plusieurs périodes se sont révélées particulièrement sensibles telles que les épisodes de fortes précipitations mais aussi les phases de mise en route des nouvelles stations MBBR. L'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de l'impact des phénomènes météorologiques extrêmes va probablement accroître considérablement les risques d'accidents et, par conséquent, de pollution.

Figure 33 | Ci-dessous | Nombre de stations utilisatrices de biomédias recensées par pays (bleu) / Nombre de cas de pollution par pays (orange). **Figure 34 | En bas |** Nombre d'accidents entraînant des pertes de biomédias par an, © Surfrider Foundation Europe





8 DYSFONCTIONNEMENTS RECENSÉS

Les diverses pollutions recensées par Surfrider ont mis en évidence la vulnérabilité des installations.

Nous avons analysé les 40 cas de pollutions recensés ces 13 dernières années avec pour objectif de dresser une liste des principaux dysfonctionnements observés et d'aboutir à des préconisations techniques devant permettre de réduire le risque de perte de biomédias dans l'environnement. Afin d'établir ces recommandations, nous avons complété nos observations par des entretiens menés auprès d'un panel représentatif d'acteurs impliqués dans le fonctionnement des STEU, au niveau européen afin de partager leurs expériences.

L'objectif de ces entretiens était d'identifier de manière aussi exhaustive que possible les dysfonctionnements pouvant nuire à la bonne utilisation des biomédias et de déterminer les mesures ou actions à mettre en œuvre pour limiter le risque de fuites, tout au long de leur cycle de vie.

Nous vous proposons donc ici une synthèse reprenant les principaux dysfonctionnements identifiés pour chaque étape du cycle de vie des biomédias.

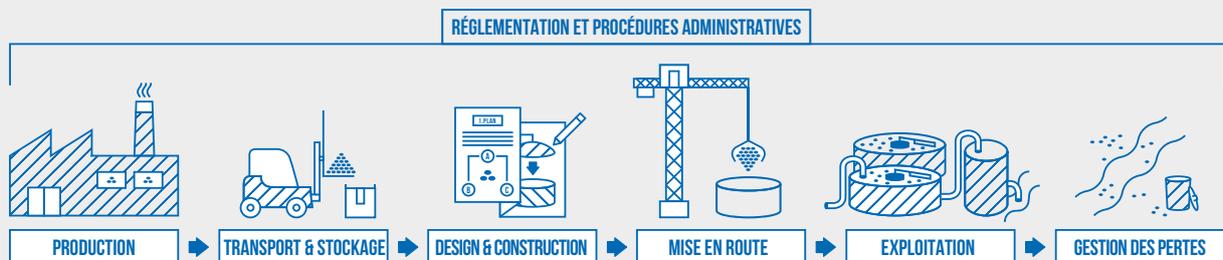


Figure 35 | En haut | Modèles K5 échoués à Charlottenlund, Denmark, © Plastic Change

Figure 36 | Ci-dessus | Chaîne de vie des biomédias, de la conception à l'élimination, © Surfrider Foundation Europe

8.1 RÉGLEMENTATION

La réglementation est un moyen d'action essentiel qui permet aux autorités locales, régionales, nationales ou européennes de déterminer les normes et les exigences en matière de contrôle : seuils de rejet, documents techniques pour l'évaluation des risques et les procédures d'urgence, et équipements spécifiques à utiliser.

Pour garantir un traitement efficace des effluents avant leur rejet dans le milieu récepteur, toutes les stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires desservant une population de 2 000 équivalents-habitants et plus, ainsi que toutes les eaux industrielles résiduaires, doivent être conformes aux réglementations nationales et/ou européennes (Cf. Chapitre 1.4). La directive sur le traitement des eaux résiduaires urbaines prévoit que lorsqu'un système d'assainissement est créé ou amélioré, une autorisation de rejet dans l'environnement doit être délivrée. Les demandes d'autorisation de rejet sont adressées aux agences gouvernementales appropriées. En fonction de la taille et du type d'installation, il peut s'agir de différents services ayant un champ d'intervention local, régional ou national. La révision de l'actuelle DERU est une opportunité que Surfrider a saisi pour alerter les décideurs et faire évoluer la réglementation. Dans certains pays, comme la Suède, la Norvège ou la France, une évaluation des risques et de la fiabilité des STEU est exigée dans le cadre de la procédure d'autorisation. L'évaluation est destinée à mesurer les risques liés au système lui-même, cependant, tous les risques potentiels liés aux procédés MBBR ne sont pas couverts.

Il n'y a actuellement aucune obligation de déclarer l'utilisation de supports en plastique pour la croissance du biofilm lors du traitement biologique et il y a, aujourd'hui, peu d'informations disponibles sur les systèmes utilisés. Seules des informations générales sont mises à la disposition des autorités, (type d'effluents à traiter, type de traitement, capacité de traitement). Les données sur le type et le volume de biomédias utilisés ne sont généralement pas renseignées. En outre, d'après les entretiens réalisés, les autorités responsables de l'approbation des demandes d'autorisation de stations d'épuration ne sont pas toujours suffisamment formées pour analyser les spécifications techniques et les caractéristiques des systèmes de traitement des eaux usées qui doivent être installés. Le manque de données ou de connaissances techniques des autorités publiques explique la méconnaissance du nombre d'installations utilisant cette technologie,

et leur localisation. Les services administratifs n'exigent pas non plus de procédures ou d'équipements de rétention spécifiques. Aussi, il est difficile de planifier des contrôles ou de réagir en cas de pollution.

8.2 PRODUCTION, TRANSPORT ET STOCKAGE

Les mesures visant à réduire et à éliminer les pertes de biomédias sur les sites de production, pendant le transport et lors du stockage dans la STEU se répartissent en deux catégories : préventives et correctives. La priorité doit être donnée aux mesures préventives visant à atténuer les risques (prévention des fuites et confinement des déversements) car il est plus difficile de récupérer les biomédias en cas de pertes sur les sites de production ou de stockage.

Le stockage extérieur sans surveillance a été identifié à plusieurs reprises comme une cause de fuite de biomédias dans l'environnement naturel. Les évacuations d'eau de surface insuffisamment sécurisées permettent aussi aux biomédias de s'échapper.

8.3 CONCEPTION DE L'INSTALLATION

Le traitement des eaux usées urbaines consiste en une série de phases de traitement physique, biologique et chimique visant à collecter les effluents d'eaux usées, à les stocker et à éliminer et/ou réduire les polluants présents avant de réutiliser ou de rejeter l'effluent traité. Les biomédias sont généralement utilisés dans la phase de traitement secondaire. Au stade de la conception, deux séries de paramètres sont cruciaux pour éviter les fuites de biomédias :

→ **maintenir des conditions physico-chimiques appropriées pour le bon développement des boues activées ;**

→ **assurer la fiabilité des installations, des procédés et des équipements nécessaires au maintien des biomédias dans les bassins.**

Lorsque ces conditions ne sont pas respectées, il existe un risque de déséquilibre dans le fonctionnement du réacteur biologique, pouvant entraîner divers dysfonctionnements tels que des mousages³⁰ ou des débordements. La fiabilité des installations est quant à elle dépendante de l'installation d'un nombre de capteurs et équipements (pompes,



Figure 37 | Ci-dessus | STEP à Santa Clara, USA, © John Cameron

clapets anti-retours, ...) suffisants et de leur entretien régulier. Mais cela n'est pas toujours le cas conduisant alors à des défaillances. Une prise en compte insuffisante des risques de fuite de biomédias dès la conception peut conduire à un manque d'équipements et ainsi augmenter le risque de dysfonctionnement, sans solution de secours.

8.4 PHASE DE DÉMARRAGE D'UNE STEU

La phase de démarrage des stations d'épuration des eaux usées est particulièrement critique. De nombreux cas de fuites de biomédias dans l'environnement ont été observés au cours de cette étape. C'est durant cette phase que la station d'épuration commence à fonctionner dans des conditions réelles et qu'elle monte en charge jusqu'à son niveau de fonctionnement optimal. Les biomédias sont ajoutés aux bassins de traitement jusqu'à ce que le biofilm bactérien soit suffisamment développé. C'est aussi lors du démarrage de la station que les opérateurs se familiarisent avec les nouvelles conditions de fonctionnement. L'ensemble de ces facteurs rend la station particulièrement vulnérable aux perturbations extérieures telles que les variations de charge et les apports d'eau importants liés aux intempéries.

Afin d'anticiper les dysfonctionnements, il est

courant que le MOE fournisse des lignes directrices en matière de bonnes pratiques couvrant tous les aspects des opérations. Cependant, le grand nombre de sous-traitants dans le processus de construction d'une STEU peut entraîner des difficultés dans la communication de toutes les informations pertinentes. Cela peut conduire à la non-application des instructions d'exploitation, même lorsqu'il existe des guides de bonnes pratiques. Des contraintes externes (pression politique, obligations architecturales, délais contractuels, etc.) peuvent également perturber le bon déroulement du processus de démarrage.

8.5 EXPLOITATION DE LA STEU

Pendant la phase d'exploitation, l'objectif principal de l'opérateur est de garantir que les conditions sont réunies pour assurer le bon développement des bactéries épuratrices au sein du réacteur MBBR. Certains facteurs influencent les paramètres du traitement biologique. Par exemple, les fortes précipitations, en particulier dans les systèmes d'assainissement unitaires, entraînent des variations importantes des niveaux d'eau et modifient les

paramètres de l'effluent (oxygénation, matières en suspension, polluants chimiques ou organiques, etc.). D'autres facteurs tels que les activités touristiques saisonnières ou les variations dans les rejets industriels peuvent également avoir un impact sur la nature des effluents. Ces changements de paramètres peuvent affecter la façon dont les biomédias réagissent dans le bassin. Un déséquilibre peut entraîner des problèmes tels que le développement de bactéries filamenteuses qui perturbent les propriétés de décantation des boues et compromettent la qualité de l'eau traitée. Des mous-sages peuvent se produire, entraînant des défauts de sondes et des débordements.

La fiabilité de la STEU dépend du bon entretien et de la sécurité des systèmes, qui doivent inclure l'entretien des équipements pour prévenir la perte de biomédias. Afin de garantir la fiabilité à long terme des installations d'assainissement, il est essentiel de procéder à un contrôle régulier, à la fois en interne et par des organismes externes. La formation des opérateurs aux spécificités des biomédias est donc importante pour maintenir un fonctionnement fiable de l'installation.

8.6 GESTION DES DÉCHETS

L'entretien des bassins nécessite parfois une vidange et la récupération des biomédias. En cas d'utilisation de matériel inadapté, il existe un risque de déversement lors du pompage, du stockage des biomédias récupérés ou de leur manutention avant élimination ou traitement. Il est donc essentiel de passer par une entreprise spécialisée ayant des procédures sécurisées afin de mieux conserver les biomédias et prévenir leur fuite dans l'environnement. Une fois retirés, les biomédias sont envoyés dans un centre de traitement des déchets approprié.

8.7 PLANIFICATION DES INTERVENTIONS D'URGENCE

Au sens le plus large, une situation d'urgence est une situation présente ou imminente qui nécessite une action rapide et coordonnée pour protéger la santé et la sécurité humaines ou limiter les dommages aux biens ou à l'environnement.

La création de nouvelles STEU nécessite l'élaboration de plans d'intervention d'urgence. Chaque MOA est tenu de concevoir, de mettre en œuvre et de tenir à jour un plan de gestion des urgences qui

couvre un large éventail de situations allant des intempéries aux défaillances des infrastructures. Compte tenu de la diffusion rapide des biomédias une fois dans l'environnement, ils doivent être considérés comme un risque environnemental et donc être inclus dans les plans d'urgence afin d'anticiper les mesures de réponse et les moyens d'intervention.

Toutefois, les plans d'urgence ne tiennent généralement pas compte des biomédias. Par conséquent, aucune mesure organisationnelle ou équipement spécifique n'est prêt en cas de déversement au sein de l'installation ou dans l'environnement et les responsables des opérations ne sont généralement pas informés de ce danger. Ceci est particulièrement problématique car le responsable des opérations de la STEU est généralement la personne de référence en cas d'accident et sa connaissance de l'impact d'une fuite de biomédias sur l'environnement est essentielle pour une intervention adaptée.

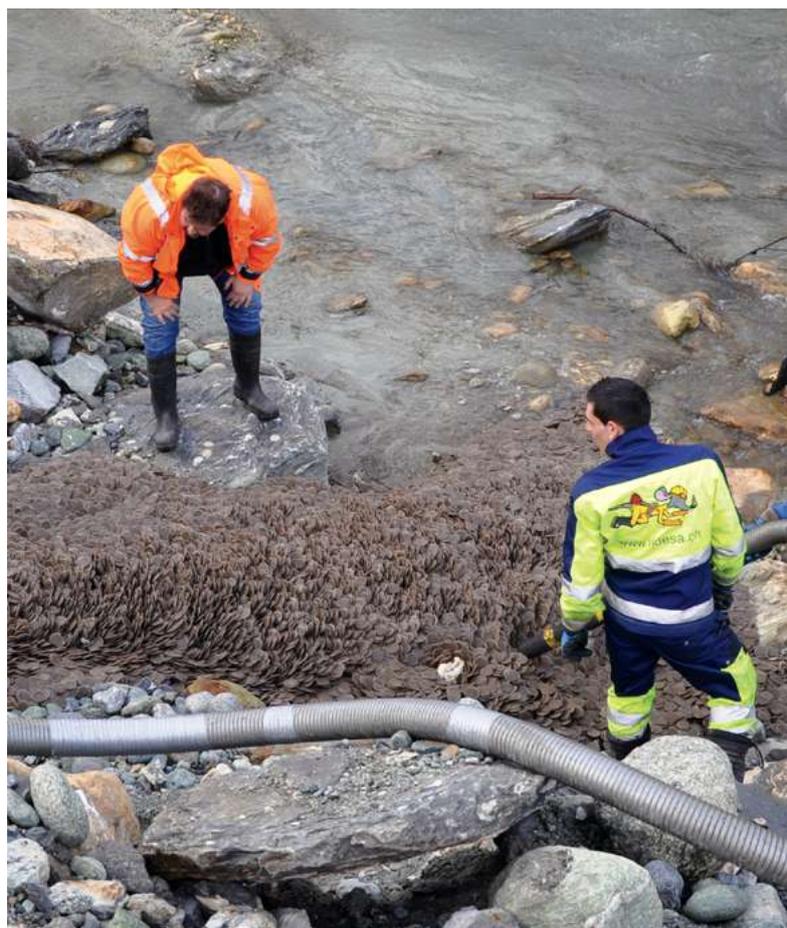


Figure 38 | Ci-dessus | Operation de récupération de biomédias après une fuite importante à la STEP d'Evolène, Suisse, © Commune Evolene



9 RECOMMANDATIONS

Le manque de prise en considération du risque lié à l'usage des biomédias dès les phases de conception, se reflète par l'insuffisance des équipements permettant de contenir les biomédias dans les bassins et lorsqu'ils existent, par le manque de surveillance et d'entretien.

En cas d'incident, rares sont les stations disposant d'un système d'alerte adapté et les signalements lorsqu'ils ont lieu, sont bien trop tardifs. La dispersion dans les milieux aquatiques est alors rapide. La réduction du risque est l'objectif principal de nos recommandations. Au total plus de 150 préconisations ont été formulées dans le guide de bonnes pratiques suite à nos observations, travaux de recherches bibliographiques et entretiens avec les parties prenantes impliquées dans les différentes étapes du cycle de vie des biomédias. L'ensemble des vulnérabilités observées ainsi que les préconisations associées sont détaillés dans le

Figure 39 | Ci-dessus | Biomédias récoltés sur une plage du Pays Basque, © Surfrider Côte Basque

Guide de bonnes pratiques [*Recommandations pour l'utilisation des biomédias en station d'épuration.*](#)

Ces bonnes pratiques peuvent être de nature réglementaire, administrative, technique ou opérationnelle. Certaines des recommandations relèvent du bon sens et sont très peu coûteuses à mettre en œuvre et leur effet peut être rapide. D'autres mesures, qu'elles soient réglementaires ou liées à la conception des STEU elles-mêmes, peuvent être plus longues à mettre en œuvre et plus coûteuses. Pour atteindre l'objectif de prévention et de réduction des fuites de biomédias et de la pollution environnementale associée, il est essentiel de prendre des mesures sur l'ensemble du cycle de vie comme vu au chapitre précédent.

RECOMMANDATIONS

Le tableau suivant présente une synthèse des mesures proposées et une notation selon les priorités.

PHASE	MESURE	COÛT	EFFICACITÉ/ IMPACT	FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE	NOTE
Procédure administrative	Former les autorités administratives	+	++	+++	1
	Ajouter des exigences dans les procédures de demande d'autorisation concernant les mesures de protections	+	++++	++	1
	Demander une ARD systématique	+	++	++	1
Production / Transport / Stockage	Améliorer les conditions de stockage	+	+	++++	1
	Limiter et sécuriser la manutention	+	+	+++++	1
	Former les opérateurs	+	+	+++++	1
	Adapter le plan d'urgence	++	+	++	3
	Suivre la mise en œuvre des mesures de prévention	++	+	++	2
Ingénierie	Améliorer les conditions générales (géologie du site et génie civil)	+++++	+	+	3
	Améliorer la gestion des eaux pluviales et les réseaux de collecte	+++++	++++	+	1
	Améliorer la construction des bassins	++++	++	+	3
	Améliorer les équipements d'aération et de mélange des effluents	+++	+++	++	3
	Améliorer le design des grilles	++	+++++	++	2
Exploitation	Effectuer des contrôles de qualité	+	+	+	2
	Améliorer le stockage sur site	+	+++++	+++++	1
	Sécuriser la phase de test	+++	+++++	++	1
	Améliorer la gestion des effluents	+	+++	+++	2
	Effectuer une maintenance régulière	+++	+++++	+++	1
	Former les opérateurs	+	+++	+++++	1
Auto-contrôle	Mettre en place une GMAO	++++	+++	++	3
	Suivre dégradation / perte de biomédias	++	++	++	2
Supervision	Créer une base de donnée nationale	+	++++	++++	1
	Mettre en place un plan de contrôle incluant les biomédias	++	++	++	3
Gestion de crise	Adapter le plan de gestion de crise, intégrer le confinement et le nettoyage des pollutions	++	++	++	3
	Améliorer la communication en cas de crise	+	+	+++++	2
	Actualiser les plans d'inspection et de maintenance	+	+	+	2

10 CONCLUSION

Les biomédias peuvent être utilisés tant pour le traitement des eaux usées domestiques que pour les traitements industriels. Une grande diversité de technologies existe aujourd'hui, permettant le traitement de petits volumes de quelques EH à des volumes très importants de plusieurs centaines de milliers d'EH. Quasiment tous les secteurs industriels peuvent être concernés : pisciculture, production et transformation du papier, extraction d'hydrocarbures, agroalimentaire...

Depuis 2009, Surfrider s'est mobilisé sur le terrain pour recenser les témoignages d'échouages de biomédias, les quantifier, analyser les cas de pollution majeurs et enquêter sur les causes de ces déversements. Cette mobilisation nous a permis de recenser plus de 250 stations utilisatrices en Europe. 40 cas de pollutions ont ainsi été étudiés. Une grande diversité d'acteurs tels que citoyens, ONG de protections environnementales, professionnels de l'assainissement, collectivités, ont contribué à ce travail permettant de mieux comprendre les raisons pour lesquelles ces biomédias en plastique se retrouvent sur les littoraux. Le constat est clair, des lacunes existent sur l'ensemble de la chaîne d'utilisation des biomédias, depuis la gestion administrative des autorisations et la conception des stations utilisant les biomédias, jusqu'à la gestion des accidents. Mais nous ne nous sommes pas arrêtés à ce constat et l'ensemble du travail mené par Surfrider depuis plus de 15 ans a abouti en 2023 à la réalisation d'un guide de bonnes pratiques pour l'utilisation des biomédias en STEU apportant ainsi de nombreuses solutions permettant de réduire le risque de pollutions. Au total, plus de 150 préconisations ont été listées tout au long de la chaîne d'utilisation des biomédias. Tant que ces mesures permettant de limiter

le risque de perte de biomédias ne seront pas intégrées, le risque d'accident restera important. Surfrider poursuivra ses missions d'expertise et d'investigation, continuera son travail de plaidoyer pour que des mesures réglementaires soient adoptées et veillera à l'application du principe pollueur-payeur en cas d'accident.

Surfrider compte aussi sur les citoyens, sans qui rien de tout cela ne serait possible, pour continuer leurs observations de terrain. Nous continuons plus que jamais nos activités de sensibilisation afin de faire vivre ce travail collaboratif mené avec succès depuis de nombreuses années.

De nouvelles étapes majeures sont attendues dans les prochaines années avec l'accompagnement de stations d'épuration pilotes pour l'application des bonnes pratiques.

Les évolutions réglementaires devraient également permettre de mieux intégrer le risque de perte de biomédias dans le contrôle des STEU.

Figure 40 | Ci-dessus | Bassin à České Budějovice en République Tchèque, © Martin Kníže

11

BIBLIOGRAPHIE

Ballerini T, Chaudon N, Fournier M, Coulomb J-P, Dumontet B, Matuszak E and Poncet J (2022) Plastic pollution on Durance riverbank: First quantification and possible environmental measures to reduce it. *Front. Sustain.* 3:866982. doi: 10.3389/frsus.2022.866982

Bencivengo, P., Barreau, C., Bailly, C., Verdet, F. (2018). Pollution des plages et des cours d'eaux par les biomédias, supports en plastique de prolifération bactériologique utilisés dans le traitement des eaux usées. Surfrider Foundation Report.

Bencivengo, P., Barreau, C., Verdet, F. (2023). Plastic Biocarriers - Recommendations for the use in wastewater treatment plants. Surfrider Foundation Report

Collivignarelli, M.C., Baldi, M., Abba, A., Caccamo, F.M., Carnevale Miino, M., Rada, E.C. & Torretta, V. (2020). Foams in Wastewater Treatment Plants: From Causes to Control Methods. *Applied science*, mdpi.

González-Fernández, D., Cózar, A., Hanke, G. et al. (2021). Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean. *Nat Sustain* 4, 474–483.

Industrial wastewater treatment – pressures on Europe's environment, 2018, EEA Report N°23

Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 2015 Feb 13;347(6223):768-71.

Jianping et al. (2003). The denitrification treatment of low C/N ratio nitrate-nitrogen wastewater in a gas-liquid-solid fluidized bed bioreactor. *Chemical Engineering Journal*, 155-159.

Kargi, F., & Karapinar, I. (1997). Performance of fluidized bed bioreactor containing wire-mesh sponge particles in wastewater treatment. *Waste Management*, 65–70.

Lustig, G. (2012). Moving bed biofilm reactors (MBBR) i Sverige, *Svenskt Vatten*
Nicolella, C., Van Loosdrecht, M., & Heijnen, J. (2000). Wastewater treatment with particulate biofilm reactors. *Journal of Biotechnology* 80, 1-33.
Perret, J., & Canler, J. (2012). Document technique n°38: les procédés MBBR pour le traitement des eaux usées : cas du procédé R3F. IRSTEA, AERMC.

Turner, A., Wallerstein, C., Arnold, R. (2019). Identification, origin and characteristics of bio-bead microplastics from beaches in western Europe. *Science of The Total Environment*. Volume 664, pp. 938-947.

United Nations Environment Programme (2009). *Marine litter: a global challenge*.

Van Franeker, J.A., Jensen, JK., Simonsen, P.J. et al. (2022). Plastics in stomachs of northern fulmars *Fulmarus glacialis* collected at sea off east Greenland: latitude, age, sex and season. *Mar Biol* 169, 45

van Sebille, E., Aliani, S., Law, K. L., Maximenko, N., Alsina, J. M., Bagaev, A., et al. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Env. Res. Lett.* 15:023003.

Veiga, J.M., Winterstetter, A., Murray, C., Šubelj, G., Birk, S., Lusher, A., van Bavel, B., Aytan, Ü., Andersen, J.H., Sholokhova, A., Kideys, A., Smit, M.J., Arnold and M., Aydın, M. (2022). Marine litter in Europe – An integrated assessment from source to sea. ETC/ICM Technical Report 05/2022: European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine Waters, 198 pp.

Venu Vinod, A., & Venkat Ready, G. (2005). Simulation of biodegradation process of phenolic wastewater at higher concentrations in a fluidized-bed bioreactor. *Biochemical Engineering Journal*, 1-10

Figure 41 | Ci-contre | Biomédias retrouvés sur la Seine, 2010, © Renaud François





Financé par l'Union européenne. Les points de vue et les opinions exprimés sont toutefois ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne. Ni l'Union européenne ni l'autorité de financement ne peuvent en être tenus pour responsables.





WWW.SURFRIDER.EU