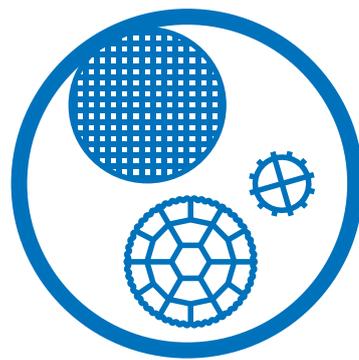
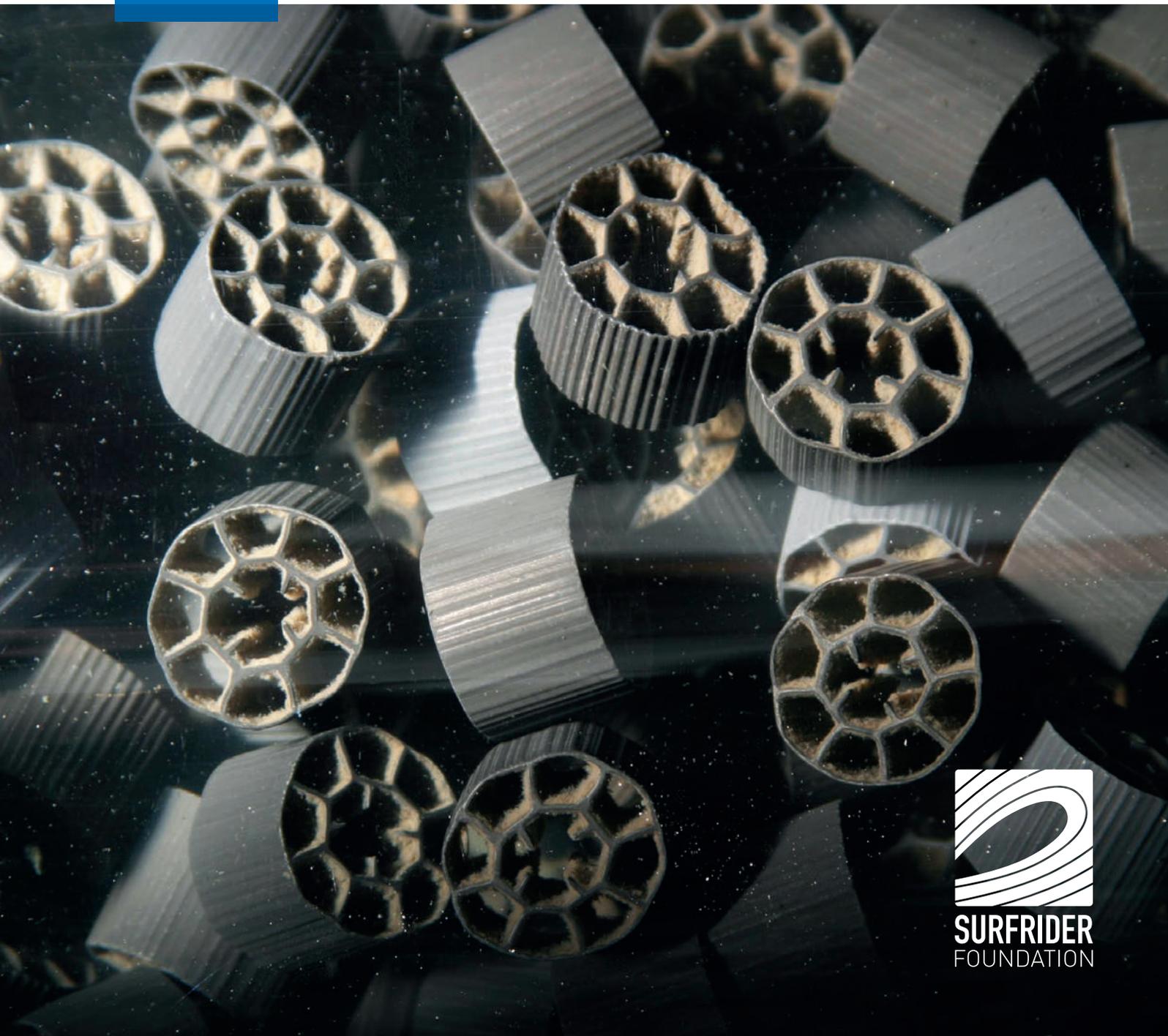


BIOMÉDIAS



RECOMMANDATIONS POUR L'UTILISATION
DE BIOMÉDIAS DANS LES STATIONS D'ÉPURATION
DES EAUX USÉES



AUTEURS

- Philippe Bencivengo
- Cristina Barreau
- Francois Verdet

Tous membres de l'équipe d'expertise environnementale de Surfrider Foundation Europe.

Cette étude a été préparée par Surfrider Foundation Europe et a été financée par l'Agence Suédoise de Protection de l'Environnement dans le cadre de sa mission auprès du Conseil Nordique des Ministres.

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Cette publication a été réalisée à l'initiative de l'Agence Suédoise pour la Protection de l'Environnement et du Conseil Nordique des Ministres. Toutefois, son contenu ne reflète pas nécessairement leurs points de vue, opinions ou recommandations.

Illustration | Image de couverture | Colonisation bactérienne sur les biomédias.
© Headworks International

REMERCIEMENTS

L'équipe projet souhaite remercier les membres du comité de pilotage pour leur participation aux multiples réunions d'avancement et pour leurs contributions à la révision des recommandations proposées :

[Helen Klint](#) (Agence Suédoise pour la Protection de l'Environnement), [Nadezda Maslova](#) (Agence Suédoise pour la Protection de l'Environnement), [Caroline Persson Hager](#) (Agence Norvégienne pour l'Environnement), [Anne Christine Parborg Meaas](#) (Agence Norvégienne pour l'Environnement), [Kristine Von Hanno](#) (Agence Norvégienne pour l'Environnement), [Maria Hedenstad](#) (Agence Norvégienne pour l'Environnement), [Anna Karlsson](#) (Agence Suédoise pour la gestion du milieu marin et de l'eau), [K. Sóley Bjarnadóttir](#) (Agence Islandaise de l'Environnement), [Hólmfríður Þorsteinsdóttir](#) (Agence Islandaise de l'Environnement), [Frank Jensen](#) (Ministère Danois de l'Environnement), [Laitinen Jyrki](#) (Institut Finlandais de l'Environnement), [Julia Talvitie](#) (Institut Finlandais de l'Environnement).

Nous tenons également à remercier les coordinateurs OSPAR : [Jennifer Godwin](#) & [Lex Oosterbaan](#) pour avoir permis la présentation de ce travail au Groupe de Correspondance Intersessions sur les Déchets Marins (ICG-ML).

Nous remercions aussi toutes les parties prenantes qui ont contribué à ce travail en partageant leurs expériences et leurs connaissances en matière de biomédias :

[Raphaël Détourbe](#) (Université de Göteborg), [Anders Norskiv Stidsen](#) (Ringkøbing - Skjerne Kommune), [Regis le Quillec](#) (Agence de l'Eau Loire Bretagne), [Fabien Abad](#) (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse), [Bernard Bombardi](#) (STEP de Bastia), [Marie Bonnamy](#) (STEP de Chateauneuf Le Rouge), [Eric Bourneaud](#) (Agglomération Pays Basque), [Aurélien Brott](#) (SOCOTEC), [Jean-Sébastien Zabé](#) (Techfina), [Louise Munk](#) (Mutag Biochips), [Sofia Lind](#) (Anox Kaldnes - Veolia), [Robert Almstrand](#) (Swedish Agency for Marine and Water Management), [Maximilan Ludtke](#) (Swedish Environmental Protection Agency), [Asa Magnusson](#) (STEP de Göteborg), [Florina Lachman](#) (West Coast Trust Sweden), [Agnes Tunstad](#), [Mareike Erfeling](#) (Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management), Parties contractantes OSPAR.

TABLE DES MATIÈRES

1	RÉSUMÉ	9
2	MÉTHODOLOGIE	10
3	RECOMMANDATIONS	13
4	RECOMMANDATIONS	15
4.1	Réglementations européennes et nationales	16
4.1.1	Mesures existantes au niveau européen et faiblesses signalées	16
4.1.2	Recommandations : mise en œuvre de nouvelles mesures	16
4.2	Procédure administrative d'autorisation de rejet	17
4.2.1	Mesures existantes et faiblesses signalées	17
4.2.2	Recommandations : évolution de la procédure d'autorisation de rejet	17
4.3	Production, transport, stockage, manutention	19
4.3.1	Faiblesses signalées	19
4.3.2	Recommandations : transport et stockage en toute sécurité	19
4.4	Sécurisation des installations : réalisation de l'Analyse de Risque de Défaillance (ARD)	21
4.4.1	Définition des objectifs de l'ARD	21
4.4.2	Responsabilité de l'analyse des risques	21
4.4.3	Méthodologie et contenu	21
4.4.4	Utilisation de l'ARD	23
4.5	Conception et réalisation	24
4.5.1	Mesures existantes et faiblesses signalées, liées à l'ingénierie de la STEP	24
4.5.2	Recommandations générales	24
4.5.3	Recommandations : gestion des eaux de pluie	26
4.5.4	Recommandations : localisation de la STEP et de son environnement extérieur	26
4.5.5	Recommandations : ingénierie structurelle	26
4.5.6	Recommandations : gestion des flux	27
4.5.7	Recommandations : paramètres biologiques et physico-chimiques	27
4.5.8	Recommandations : équipements de rétention	28

4.5.9	Recommandations : prévention du colmatage	29
4.5.10	Recommandations : sécurisation des équipements électromécaniques	29
4.5.11	Recommandations : moyens de maintenance du système	30
4.5.12	Recommandations : instructions pour la sécurité des opérations	30
4.6	Phase de démarrage de la STEP	31
4.6.1	Mesures existantes et faiblesses signalées	31
4.6.2	Recommandations : mise en route	31
4.7	Fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées	34
4.7.1	Mesures existantes et faiblesses signalées	34
4.7.2	Recommandations : nature de l'effluent	35
4.7.3	Recommandations : prévention de la formation de mousse et du développement de bactéries filamenteuses	36
4.7.4	Recommandations : limitation de la surabondance de boues	37
4.7.5	Recommandations : maintenance	37
4.7.6	Recommandations : formation des opérateurs	38
4.8	Contrôle de l'installation	39
4.8.1	Mesures existantes et faiblesses signalées	39
4.8.2	Recommandations : suivi par le maître d'ouvrage	39
4.8.3	Recommandations : supervision des agences de régulation	40
4.9	Plan d'opération interne	41
4.9.1	Faiblesses signalées	41
4.9.2	Recommandations	41
4.10	Responsabilité environnementale	43
4.10.1	Faiblesses signalées	43
4.10.2	Recommandations - Principe du pollueur-payeur	43
5	HIÉRARCHISATION DES MESURES	44
6	CONCLUSION	46
7	RÉFÉRENCES	47
8	ANNEXES	50
8.1	Annexe 1	50
8.2	Annexe 2	53
8.3	Annexe 3	55

DÉFINITIONS DES TERMES

AUDIT Inspection officielle des processus et mesures mis en place par le site de fabrication ou d'exploitation pour prévenir les pertes de biomédias.

BASSIN Espace de stockage des effluents pendant le processus de traitement.

BIOFILM Communauté multicellulaire de micro-organismes bactériens adhérant les uns aux autres et à une surface et caractérisée par la sécrétion d'une matrice adhésive et protectrice. Elle se forme généralement dans l'eau ou dans un milieu aqueux.

BIOMÉDIA Support plastique pour la croissance bactérienne utilisé dans les procédés de traitement biologique à lit fluidisé (MBBR, etc.).

CYCLE DE VIE Séquence des étapes depuis la production des biomédias jusqu'à leur utilisation finale.

DÉVERSEMENT Rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement naturel. Il peut également s'agir du rejet d'eaux industrielles non traitées dans le réseau d'assainissement municipal.

FUITE Perte involontaire de biomédias dans l'environnement naturel.

MANUTENTION Moyens utilisés pour déplacer ou transporter des contenants sur de courtes distances, pour remplir ou verser des biomédias.

MESURES PRÉVENTIVES Tous les protocoles et installations destinés à réduire le risque de perte de biomédias dans l'environnement naturel.

PARTIES PRENANTES Toutes les institutions, maîtres d'ouvrage et leurs sous-traitants, ainsi que toute organisation susceptible d'être impliquée dans le cycle de vie des biomédias.

REJET Rejet des eaux usées traitées dans l'environnement naturel.

RÉSERVOIR Même fonction qu'un bassin.

SITE DE PRODUCTION Site industriel où sont produits les biomédias.

SITE DE STOCKAGE Toute zone où les biomédias peuvent être stockés en grandes quantités et pendant de longues périodes. Elle peut être située à l'intérieur du site de production, sur la plate-forme de transport ou dans l'enceinte de la station d'épuration avant introduction des biomédias dans les bassins.

TRANSPORT Transport sur de longues distances entre le site de production et le site de stockage.

ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS LES RECOMMANDATIONS

ASTEE Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

EU Union Européenne

ONG Organisation Non Gouvernementale

OSPAR La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est ou Convention OSPAR.

RAP ML2 Deuxième plan d'action régional pour les déchets marins

ARD Analyse des Risques et Défaillances

GMAO Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur

MBBR Réacteur à lit mobile fluidisé

DERU Directive sur le traitement des Eaux Résiduaires Urbaines,
Directive européenne 91/271/CEE

DCSMM Directive-Cadre "Stratégie pour le Milieu Marin",
Directive européenne 2008/56/CE

DCE Directive-Cadre sur l'Eau
Directive européenne 2000/60/CE

UNEA Assemblée des Nations Unies pour l'Environnement

STEP STation d'EPuration des eaux usées



1 RÉSUMÉ

Chaque année, on estime que 8 à 12 millions de tonnes de plastique arrivent dans l'océan. Tous les écosystèmes marins et côtiers du monde sont actuellement menacés par la pollution plastique qui touche non seulement les espèces (étranglement, ingestion...), les fonds marins (détérioration du plancher océanique) mais également les êtres humains (impacts sanitaires et socio-économiques).

Au cours des 15 dernières années, des fuites de millions de biomédias en plastique - supports de croissance bactérienne utilisés dans certains types de stations d'épuration des eaux usées (STEP) - ont été signalées dans des environnements fluviaux et marins. Dans la plupart des cas, ces biomédias ne sont pas récupérés dans l'environnement aquatique, contribuant ainsi au problème de la pollution plastique mondiale. Différentes études ont été entreprises pour identifier les sources de ces fuites et environ 40 cas d'étude ont été analysés pour améliorer la compréhension des causes de ce type de pollution provenant des stations d'épuration. Dans les pays nordiques, des cas de pollution ont été signalés en Suède, en Islande, au Danemark et en Norvège. Les propriétés physiques des biomédias en font des polluants très mobiles, capables de se disperser rapidement dans l'environnement aquatique. Sur les 15 parties contractantes de la convention OSPAR, au moins 11 sont directement touchées par la pollution due aux biomédias.

Les fuites de biomédias se répartissent en deux catégories principales : les fuites massives ponctuelles (aiguës) et les fuites chroniques diffuses, plus difficiles à repérer. Les stations d'épuration municipales et industrielles de toutes tailles et de toutes localisations peuvent être touchées.

L'Agence Suédoise de Protection de l'Environnement s'est intéressée à ce type de pollution plastique et à la réduction de son impact sur l'environnement.

L'objectif de ce document est d'élaborer des recommandations pour une gestion sûre des biomédias sur la base de solutions techniques et de mesures de gestion existantes dont l'efficacité a été prouvée, dans le but principal de prévenir les rejets de biomédias dans les milieux aquatiques.

Une approche globale, intégrant chaque étape du cycle de vie des biomédias, a permis d'identifier les améliorations possibles en matière de production, de transport, de stockage, d'ingénierie, d'exploitation des installations et d'élimination des biomédias.

Pour garantir la faisabilité de ces recommandations, les parties prenantes représentant les différentes étapes ont été consultées afin d'obtenir leurs commentaires et suggestions concernant les bonnes pratiques. Un large éventail de propositions a été examiné (allant des procédures administratives à la modernisation et à l'installation d'équipements sur site) afin d'établir une base solide pour les futures actions préventives et correctives.

Cette étude doit contribuer à l'élaboration d'une politique commune entre les pays nordiques, ainsi qu'à l'identification et au suivi des domaines susceptibles de faire l'objet d'améliorations, d'une coopération et d'une collaboration accrues en matière de pollution par les matières plastiques.

Illustration | Page gauche | Biomédias échoués sur une plage du Pays-Basque. © Surfrider Foundation Europe

2 PRÉAMBULE

Ces recommandations visent à fournir une série de bonnes pratiques et des conseils à toutes les parties prenantes, publiques ou industrielles, impliquées dans le cycle de vie global des biomédias : des autorités chargées de délivrer les permis aux concepteurs et exploitants de systèmes d'assainissement. La mise en œuvre de ces propositions devrait contribuer à réduire le risque de fuites involontaires de biomédias dans les milieux marins et fluviaux causées par le dysfonctionnement de stations d'épuration.

BIOMÉDIAS: UNE SOURCE SUPPLÉMENTAIRE DE POLLUTION PLASTIQUE

L'accumulation de plastique dans les océans et sur les côtes est devenue un problème mondial. Chaque année, on estime que 8 à 12 millions de tonnes de déchets plastiques pénètrent dans les océans. Des eaux de surface aux sédiments marins profonds, le plastique est partout, menaçant les écosystèmes marins et côtiers. 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 le littoral, où ils contribuent à la pollution plastique.

QU'EST-CE QU'UN BIOMÉDIA ?

Les biomédias sont des supports en plastique utilisés dans les stations d'épuration des eaux usées (STEP) lors de la phase de traitement secondaire (biologique). Au cours de cette phase, les bactéries décomposent les matières organiques et azotées ainsi que le phosphore ¹. 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 bassins, 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 l'emprise au sol des 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 :

- Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)
- Integrated Fixed Film Activated Sludge (IFAS)

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 ou fluidifiés (c'est-à-dire mis en mouvement dans la colonne d'eau) et composés de différents matériaux. 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 PE recyclé hétérogène (rPE), qui sont potentiellement non conformes aux réglementations actuelles sur les déchets plastiques dangereux².

►Billes de polystyrène

Billes sphériques et régulières de 3 à 5 mm.

ÉNONCÉ DU PROBLÈME

Un certain nombre de stations d'épuration utilisant le procédé MBBR connaît des dysfonctionnements et risque donc de laisser échapper des biomédias en plastique dans l'environnement. Depuis la fin des années 2010,



Illustrations | Page gauche | Biomédias accumulés sur les berges de Seine après une fuite importante. France. © Renaud François | Ci-dessus (bas) | Billes de Biostyrène © Surfrider Foundation Europe | Ci-dessus (haut) | Biobeads noirs issus de la plage de Plympton (UK). © Claire Wallerstein

Notes | 1. Lustig, G., 2012, Moving bed biofilm reactors (MBBR) I Sverige, Svenskt Vatten. **2.** 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. **3.** Bautista Barrera, S., 2021, Att stänga av kranen för marint skräp : en rapport om fyra föremål, mémoire de master à l'Université de Göteborg.. **4.** Bencivengo, P., Barreau, C., Bailly, C., Verdet, F., 2018, Supports de prolifération bactériologique et pollution des milieux aquatiques. **5.** Tunstad, A., 2021, The biocarrier escape routes, Identifying leaks through a Product Chain Organisation study, mémoire de master en écologie industrielle, Université de Chalmers.

des rejets massifs de biomédias (de plusieurs milliers à plusieurs millions de pièces) dans les milieux aquatiques sont observés en Europe ^{3 4 5}. Sur les 15 pays signataires de la Convention OSPAR, au moins 11 sont directement touchés par la pollution par les biomédias (CH, DK, FR, DE, IS, NL, NO, PT, ES, SE, UK) (Annexe 1).

D'autres cas de fuites diffuses et chroniques dans l'environnement ont également été observées, mais le manque d'informations disponibles concernant les procédés utilisés par les STEP 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 ainsi à la pollution plastique mondiale. Ils s'échouent sur les côtes ou sont ingérés par les animaux marins (tortues, oiseaux, etc.), contribuant ainsi à la dégradation des écosystèmes.

Les propriétés physiques des biomédias, notamment leur densité proche de celle de l'eau, en font des polluants très mobiles, capables de se disperser rapidement dans le milieu aquatique et d'autant plus difficiles à contenir.

SOLUTIONS DISPONIBLES

La réduction des risques à la source reste la solution la plus efficace pour lutter contre cette pollution plastique. Les recommandations suivent le cycle de vie des biomédias, depuis la conception de la station d'épuration jusqu'à l'utilisation finale ou l'élimination des biomédias. De nombreux champs d'action peuvent permettre de résoudre le problème de la pollution par les biomédias.

Les entretiens avec les parties prenantes impliquées dans les différentes étapes du cycle de vie des biomédias ont permis d'identifier des mesures d'atténuation des risques, qu'elles soient déjà mises en œuvre ou qu'elles nécessitent d'être repensées intégralement. Ces mesures vont de la surveillance réglementaire aux améliorations technologiques en passant par l'amélioration des plans de gestion de crise. Pour atteindre l'objectif de prévention des fuites de biomédias, la mobilisation de toutes les parties prenantes est

essentielle pour s'assurer que ce type de pollution est pris en compte à la hauteur de son impact sur l'environnement. La mise en œuvre de mesures préventives et la sécurisation des systèmes de traitement des eaux usées sont apparues comme des étapes clés pour réduire efficacement le risque de fuite.

Les recommandations de ce document se concentrent sur les biomédias. Cependant, il serait pertinent d'étendre leur application aux trois types de supports plastiques mentionnés ci-dessus, étant donné la similitude de leurs propriétés physiques et de leur utilisation.

COOPÉRATION INTERNATIONALE

Cette étude doit contribuer à l'élaboration de politiques entre les pays nordiques et permettre d'identifier et de suivre les domaines susceptibles de faire l'objet d'une coopération et d'une collaboration accrues.

Elle répond également à la résolution 3/7 de l'Assemblée des Nations Unies pour l'Environnement (UNEA), qui souligne l'ambition à long terme d'éliminer les rejets de déchets plastiques et de microplastiques dans les océans, ainsi qu'aux objectifs 14.1 des Nations Unies en matière de développement durable.

En outre, ce document représente une contribution au travail de la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (plus connue sous le nom de Convention OSPAR) en ce qui concerne son objectif sur les déchets marins, à savoir *"réduire substantiellement la quantité de déchets marins dans la zone maritime OSPAR jusqu'à des niveaux où leurs propriétés et leurs quantités ne causent pas de dommages au milieu marin"*.

Même si ces lignes directrices s'adressent initialement aux pays nordiques, il convient de noter que, bien que chaque station d'épuration ait ses propres spécificités environnementales, le cœur du problème reste le même, quel que soit l'endroit où elle se trouve. Par conséquent, les recommandations développées ci-après s'appliquent à un large éventail d'installations.



3 MÉTHODOLOGIE

Toutes les propositions mentionnées dans ce document sont le fruit de l'expertise acquise au cours de 13 années d'étude des processus utilisant des biomédias, de l'analyse des cas de pollution identifiés et des entretiens menés avec un panel représentatif d'acteurs impliqués dans le fonctionnement des STEP (Annexe 2).

L'objectif principal était de déterminer les mesures/actions à mettre en œuvre pour garantir la bonne utilisation des biomédias tout au long de leur cycle de vie.

La définition des différentes étapes du cycle de vie des biomédias qui a été retenue prend en compte

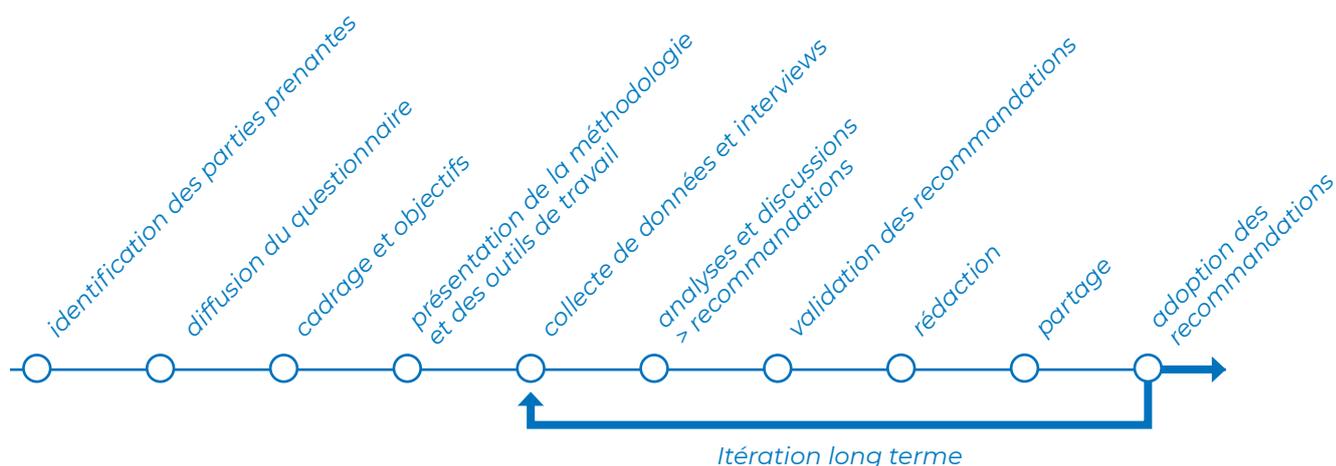
toutes les étapes, depuis les sites de production jusqu'à leur fin de vie, qu'elle soit accidentelle ou contrôlée ^{6 7}. Les procédures réglementaires et administratives au sein des stations d'épuration se sont également révélées être des leviers d'amélioration efficaces.



Illustrations | Ci-dessus (photo) | Station d'Épuration à boues activées. © Irstea / E. Cotteux | Ci-dessus (schéma) | Etapes du cycle de vie du biomédia. © Surfrider Foundation Europe

Notes | 6. Agence de la Santé et des Services Sociaux de la Montérégie (Québec), 2015, Manuel d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques. **7.** EUNOMIA, 2019, Prévention des pertes de granulés de plastique dans les chaînes d'approvisionnement. Conception d'une approche de la chaîne d'approvisionnement pour prévenir la pollution par les granulés de plastique. Un rapport pour Zero Waste Scotland.

METHODOLOGIE



Les recommandations sont le résultat d'un processus itératif au cours duquel chaque partie prenante a été consultée à plusieurs reprises.

Les différentes étapes de l'élaboration des lignes directrices ont été les suivantes :

→ Synthèse des informations, des études et des rapports disponibles.

→ Collecte de données et d'informations supplémentaires non publiées auprès des autorités environnementales et des ONG spécialisées :

— Questions spécifiques lors de réunions et par courriels.

— Documents partagés OSPAR (Résumé des informations partagées par les parties contractantes d'OSPAR en réponse à la demande d'information du 22 juin 2022).

→ Identification des parties prenantes impliquées

dans le cycle de vie des biomédias (Annexe 2).

→ Entretiens et questionnaires sur les expériences des parties prenantes concernant l'utilisation des biomédias (Annexe 3).

→ Analyse des expériences et des meilleures techniques disponibles (MTD) et détermination des mesures appropriées à mettre en œuvre.

→ Discussions sur les recommandations (approche itérative, incluant de nouvelles recommandations à chaque discussion ou entretien).

Pour plus de détails sur cette méthode, voir A. Tunstad 2021, *The biocarrier escape routes*, décrivant l'approche socio-matérielle comme un moyen de collecte et d'analyse de données, de développement de nouvelles questions et d'élaboration de recommandations comme une procédure simultanée où les différentes étapes s'influencent les unes les autres.

Illustrations | **Ci-dessus** | Processus itératif à long terme pour la mise en œuvre de bonnes pratiques.
| **Ci-dessous** | Biomédias collectés sur les berges du lac de Serre-Ponçon, France, 2021. © JP Coulomb
| **Page droite** | Vue aérienne d'une STEP. © Ivan Bandura

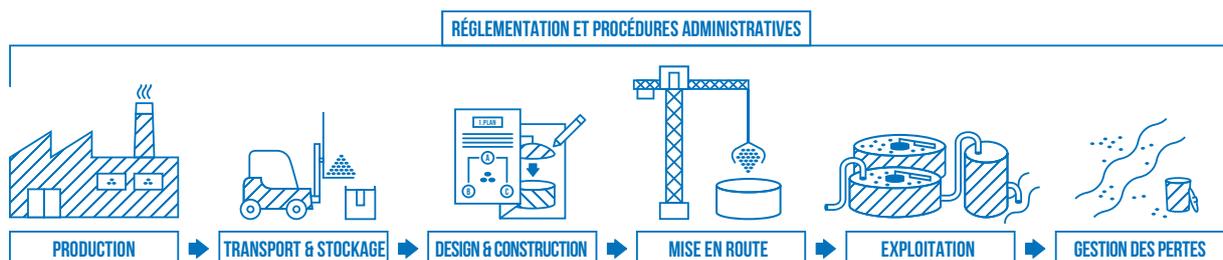




4 RECOMMANDATIONS

Cette étude est basée sur des cas observés et des témoignages recueillis pendant plusieurs mois, mais elle n'est pas exhaustive. En raison de la complexité du cycle de vie des biomédias et des systèmes d'assainissement associés, les installations seront toujours vulnérables de par leur exposition permanente aux risques environnementaux.

Compte tenu des points faibles identifiés, de nombreuses améliorations peuvent être apportées depuis la conception des installations, au cours de l'exploitation, lors de la formation du personnel et des autorités administratives, ou encore en période de gestion de crise.



4.1 RÉGLEMENTATIONS EUROPÉENNES ET NATIONALES

CIBLE Autorités nationales

PHASE Conception / installation du système

4.1.1 MESURES EXISTANTES AU NIVEAU EUROPÉEN ET FAIBLESSES SIGNALÉES

La présence de déchets plastiques dans l'environnement est de plus en plus considérée comme un indicateur de bon état écologique des eaux marines, à l'image du descripteur 10 de la **directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin" 2008/56/CE (DCSMM)** "*Déchets marins - Les propriétés et les quantités de déchets marins ne causent pas de dommages à l'environnement côtier et marin*". Ce type de mesure implique la mise en place de protocoles de surveillance afin de quantifier et d'identifier les objectifs de réduction.

La **directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE)** n'inclut pas les déchets plastiques parmi les indicateurs du bon état écologique (BEE) des masses d'eau. Cependant, il est prouvé que les cours d'eau sont la principale voie de transfert des déchets d'origine continentale vers l'océan. On peut donc dire qu'il existe un manque de coordination entre la DCE et la DCSMM et donc un manque de mesures préventives à l'échelle des bassins versants.

L'actuelle **directive 91/271/CEE sur les eaux résiduaires urbaines (DERU)**, qui régit le rejet des eaux usées traitées dans l'environnement, ne prévoit pas d'objectifs de réduction des déchets plastiques/microplastiques dans les eaux rejetées et ne tient pas compte de la présence de biomédias en plastique dans les installations d'assainissement.

Au regard de cette revue non exhaustive du cadre réglementaire, il apparaît que les biomédias sont insuffisamment couverts par la législation européenne. L'absence 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. Il n'y a pas de sanctions en cas de pollution par les biomédias en raison d'un manque de cadre juridique clair.

4.1.2 RECOMMANDATIONS : MISE EN ŒUVRE DE NOUVELLES MESURES

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.

→ Adopter de mesures ambitieuses

Renforcer les mesures ciblant les biomédias dans les législations européennes et nationales et en particulier dans la DERU.

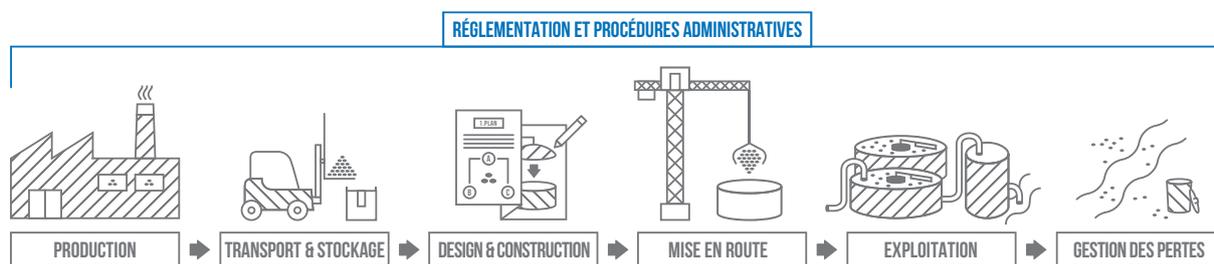
→ Intégrer les déchets plastiques comme indicateur du bon état écologique des eaux visées par la DCE

Prendre en considération les voies de transfert d'origine continentale et assurer ainsi le continuum terre-mer conformément aux dispositions de la DCSMM.

Illustration | Ci-dessous | Collecte de biomédias après une fuite à Vindafjord, Norvège, 2018. © R.R.



4.2 PROCÉDURE ADMINISTRATIVE D'AUTORISATION DE REJET



CIBLE Autorités administratives

PHASE Installation du système

4.2.1 MESURES EXISTANTES ET FAIBLESSES SIGNALÉES

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/européennes.

Lors de la création ou de la modernisation d'un système d'assainissement, une autorisation de rejet dans l'environnement doit être obtenue. Les demandes d'autorisation de rejet sont adressées aux services instructeurs appropriés. 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.

→ A l'heure actuelle, **seules des informations générales sur les procédés de traitement biologique utilisés** (effluents à traiter, procédé général, capacité de traitement...) sont fournies aux autorités chargées d'autoriser les rejets dans le milieu récepteur.

→ Les **autorités responsables des demandes d'autorisation des stations d'épuration** ne sont pas toujours suffisamment formées pour analyser les spécifications techniques des systèmes de traitement des eaux usées à installer.

→ Les **informations sur les caractéristiques des stations d'épuration et les détails des processus**

biologiques (par exemple, le type et le volume des biomédias utilisés) ne sont pas centralisés dans une base de donnée nationale et les données sur les systèmes industriels et individuels ne sont pas facilement disponibles.

Dans certains pays, comme la Suède⁸, la Norvège ou la France, une évaluation des risques et de la durabilité des STEP est exigée dans le cadre de la procédure d'autorisation. Ce document est destiné à évaluer les risques liés au système lui-même, mais ne couvre pas tous les risques potentiels liés aux procédés MBBR.

Par ailleurs, il n'y a pas d'obligation de déclarer l'utilisation de supports plastiques, tels que les biomédias pour la croissance du biofilm. L'objectif de l'autorisation de rejet est principalement de s'assurer que les effluents traités sont conformes à la réglementation (européenne ou nationale) qui n'inclut pas la pollution plastique comme indicateur de la qualité de l'eau.

4.2.2 RECOMMANDATIONS : ÉVOLUTION DE LA PROCÉDURE D'AUTORISATION DE REJET

L'une des premières mesures pour éviter les fuites de biomédias dans les milieux aquatiques pourrait être de les considérer comme un risque potentiel pour l'environnement.

► Formation des autorités chargées de l'autorisation de rejet

→ **Informez les autorités compétentes** sur les risques associés aux biomédias afin qu'elles puissent évaluer en connaissance de cause la demande d'autorisation de la STEP à un stade précoce. Elles pourront alors garantir la mise en

Notes | 8. Swedish Environmental Protection Agency, 2017, Swedish Environmental Law, An introduction to the Swedish legal system for environmental protection, Report 6790

place de mesures de prévention des risques.

► **Exigences supplémentaires pour la demande**

→ **Renseigner les technologies utilisées** pour le traitement biologique des eaux usées par les fabricants et/ou les exploitants de STEP, y compris, le cas échéant, le type et le volume des biomédias en plastique.

→ **Decrire des dispositifs de rétention spécifiques** mis en place pour prévenir les fuites de biomédias à l'intérieur de la station et dans les milieux aquatiques. Intégration des mesures de contrôle dédiées lors de l'autocontrôle de l'opérateur.

► **Demande d'identification des dangers et d'évaluation des risques pour chaque STEP**

→ **L'approbation d'une autorisation de rejet** par les autorités compétentes devrait être subordonnée à une Analyse de Risque de Défaillance (ARD) pour chaque installation..

L'objectif de l'ARD pour chaque station est d'évaluer la fiabilité des installations en termes de conformité avec leurs objectifs de collecte et de

traitement des eaux usées. Elle permet notamment d'identifier les structures / équipements à risque susceptibles d'avoir une incidence sur le bon fonctionnement de l'ensemble du système, et donc sur la qualité des rejets et, en fin de compte, sur la qualité du milieu récepteur. Elle comprend également des mesures pertinentes et durables pour contrôler et gérer ces risques.

→ **Les organismes instructeurs** devront veiller à ce que deux points essentiels soient intégrés dans l'ARD :

— Les biomédias doivent être considérés comme un danger potentiel pour l'environnement.

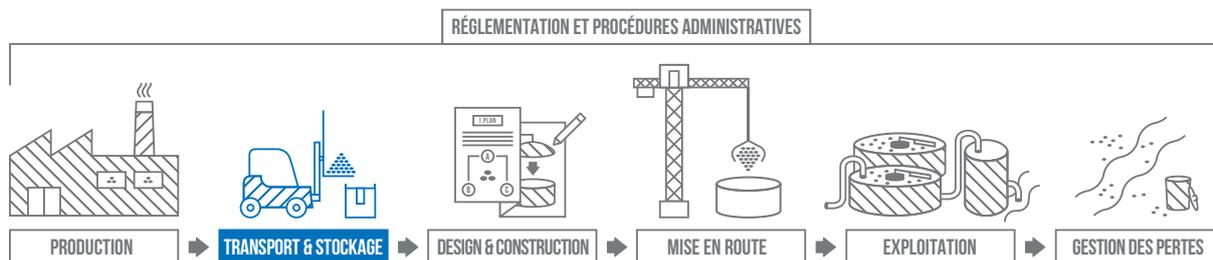
— L'identification de mesures préventives pour limiter les risques et être mieux préparés en cas d'incident.

L'ARD est un document clé qui accompagne la STEP tout au long de sa durée de vie opérationnelle et il est donc essentiel qu'elle soit réalisée correctement. *Voir le chapitre 4.4 pour plus de détails sur la réalisation d'une ARD.*



Illustration | Ci-dessus | Contenu stomacal d'une tortue de mer Méditerranéenne, 2021. © G. Darmon & D. Gambaiari

4.3 PRODUCTION, TRANSPORT, STOCKAGE, MANUTENTION



CIBLE Fabricants de biomédias

PHASE Production, transport, stockage

4.3.1 FAIBLESSES SIGNALÉES

Les informations concernant les mesures de précaution prises pendant la phase de production des biomédias sont limitées. Les recommandations pour cette étape sont basées principalement sur le bon sens et sur l'extrapolation des similitudes avec les sites de production de granulés de plastique^{9,10}.

Il a été observé que les drains des eaux de surface n'étaient pas suffisamment sécurisés et que les plastiques pouvaient être emportés. Le stockage extérieur non surveillé a également été identifié à plusieurs reprises comme une cause de fuite de biomédias dans l'environnement naturel.

4.3.2 RECOMMANDATIONS : TRANSPORT ET STOCKAGE EN TOUTE SÉCURITÉ

Les recommandations suivantes se concentrent sur les premiers stades du cycle de vie des biomédias, avant leur introduction dans les bassins de traitement.

La plupart des sites de production est située en Asie, mais certaines entreprises produisent également leurs supports plastiques en Europe. Cela permet d'envisager une mise en œuvre d'une gestion plus sûre des biomédias, de leur production à leur fin de vie, au niveau européen.

Les mesures visant à réduire et à éliminer les pertes de biomédias sur les sites de fabrication pendant le transport et le stockage se répartissent en deux catégories : les mesures préven-

tives et les mesures correctives. La priorité doit être accordée aux mesures préventives visant à atténuer les risques (prévention des fuites et confinement des déversements) et à récupérer les biomédias perdus sur les sites de production, de stockage et d'utilisation.

► Conception des sites de production et de stockage

→ **Equiper les sites de production et de stockage** de sols lisses pour faciliter le nettoyage des surfaces en cas d'incident. Les sols meubles et perméables, tels que le gravier, sont à éviter.

→ **Installer des grilles et des paniers de collecte amovibles** sur tous les points d'évacuation des eaux de ruissellement afin d'arrêter et de collecter les biomédias en cas de déversement. Ces protections doivent être faciles à installer et facilement accessibles.

► Conditions de stockage

→ **Stocker les biomédias dans des contenants très résistants** sans risque de détérioration ou de rupture lors de la manipulation. Les BigBags (1 m³) et les petits sacs (100 L) peuvent être adaptés.

→ **Préférer les sacs munis d'œillets et de manchons** pour permettre la manipulation par des grues et des câbles afin d'assurer une meilleure stabilité. Ce type de sacs devrait permettre un meilleur contrôle lors du chargement des biomédias dans les réservoirs.

→ **Éviter les emballages sensibles à la lumière du soleil ou à l'eau.** Les rayons UV peuvent fortement détériorer les matériaux (en particulier les polymères), il est donc recommandé de stocker les biomédias

Notes | 9. Commission OSPAR, 2021, Lignes directrices OSPAR à l'appui de la Recommandation 2021/06 sur la réduction des pertes de granulés plastiques dans le milieu marin. | **10.** Commission OSPAR, 2018, Document de référence OSPAR sur les granulés plastiques de pré-production.

RECOMMANDATIONS

dans un endroit abrité. S'ils sont stockés à l'extérieur, les sacs doivent être recouverts d'une bâche supplémentaire correctement fixée.

→ **Veiller à l'utilisation de contenants appropriés** et scellés à chaque étape du transport et du stockage des biomédias, et vérifier l'intégrité des contenants.

→ **Tenir les biomédias à l'écart des zones exposées aux risques naturels.** Préférer les bâtiments fermés aux sites extérieurs. Si le stockage dans des zones inondables est nécessaire, il ne doit pas dépasser 2 semaines et un suivi particulier doit être effectué avec des vérifications quotidiennes des prévisions météorologiques et des risques d'inondation.

→ **Programmer la livraison des biomédias** peu de temps avant leur introduction dans les réservoirs ou le rechargement afin d'éviter de longues périodes de stockage dans l'enceinte de la station d'épuration.

► Manipulation

→ **Remplir les sacs de biomédias à l'aide d'un dispositif pneumatique** afin d'améliorer la précision du remplissage et ainsi réduire le risque de débordement.

→ **Limiter le transport et la manipulation des biomédias** tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

► Chargement des biomédias dans les bassins

→ **Respecter certaines règles de bon sens lors du chargement des biomédias dans les bassins :**

- Préférer un jour sans vent.
- Utiliser des équipements de manutention stables et appropriés.
- Ne pas transférer les biomédias dans un bassin déjà plein.

► Formation des responsables et du personnel sur place

→ **Former le personnel aux bonnes pratiques d'ensachage**, de manipulation, de stockage, de confinement et de récupération des biomédias perdus.

→ **Former le personnel à la gestion de crise.**

► Plan d'urgence sur le site de production

Concernant le risque de déversement à l'intérieur du site de production ou de stockage :

→ **Inclure le risque de déversement** de biomédias aux plans d'urgence existants.

→ **Équiper les sites de production et de stockage** d'équipements de confinement et de nettoyage, tels que des aspirateurs industriels et des réservoirs de récupération.

→ **Établir une liste de mesures prioritaires** en cas d'incident lié aux biomédias afin de contenir le déversement sur le site de production ou de stockage.

→ **Signaler tout déversement** dans la zone de production / stockage aux responsables de la sécurité de l'entreprise.

En cas de déversement dans le milieu naturel :

→ **Cartographier les réseaux hydrographiques proches** afin d'identifier les barrages et les zones où des barrages temporaires pourraient être installés (se référer aux outils de modélisation et procédures existants pour la diffusion de la pollution par les hydrocarbures, les déchets flottants, etc.).

→ **Signaler aux autorités environnementales locales** toute perte de biomédias dans l'environnement afin de mettre en œuvre les mesures de confinement et de nettoyage appropriées sur le site de production ou de stockage et dans l'environnement proche.

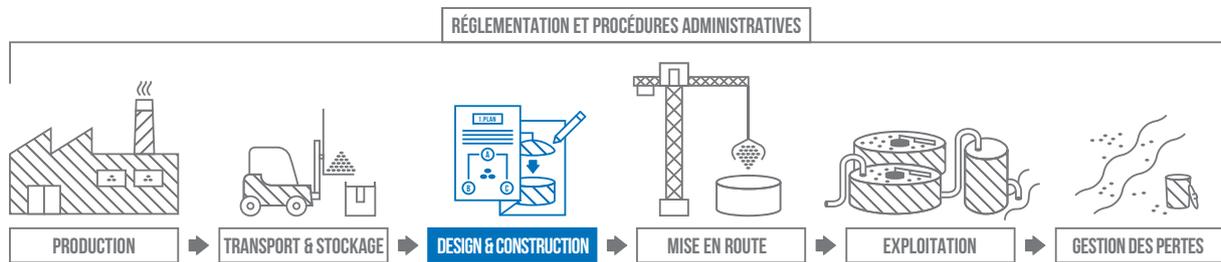
► Contrôle

→ **Garantir la conformité des installations.** Toutes les entreprises de la chaîne d'approvisionnement doivent régulièrement rendre compte des procédures de prévention, de confinement et de nettoyage mises en place dans leurs installations et faire l'objet d'un audit à ce sujet.



Illustration | Ci-dessus | Transport de sacs de biomédias.

4.4 SÉCURISATION DES INSTALLATIONS : RÉALISATION DE L'ANALYSE DE RISQUES DE DÉFAILLANCE (ARD)



CIBLE Client ou gestionnaire de projet

PHASE Conception de la STEP

Pour les installations existantes, l'ARD est l'occasion d'examiner l'historique des défaillances du site et de formuler des recommandations pour éviter qu'elles ne se reproduisent ou pour en atténuer les effets.

4.4.1 DÉFINITION DES OBJECTIFS DE L'ANALYSE DES RISQUES DE DÉFAILLANCE

Pour chaque fonction de la chaîne de traitement des effluents concernée par le risque de perte de biomédias, il est nécessaire d'inventorier tous les dysfonctionnements ou défaillances possibles, matériels ou humains, ainsi que leurs effets, et d'identifier ceux qui pourraient affecter de manière significative la STEP et donc le milieu récepteur tel que préconisé par l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE)¹¹.

Ainsi les objectifs de l'ARD sont :

- Le recensement des équipements sensibles et des interventions susceptibles d'entraîner un dysfonctionnement.
- L'analyse de l'impact des entretiens et des grosses réparations.
- Des propositions de mesures correctives adaptées à chaque scénario en termes d'architecture fonctionnelle, des spécifications particulières de l'équipement, des systèmes de détection et d'alerte.
- La liste des pièces de rechange devant être mises à disposition ou la disponibilité de pièces de rechange hors site,
- L'organisation et le calendrier de maintenance.

Pour les nouvelles installations, elle permet d'intégrer les questions de fiabilité au stade de la conception et de les introduire dans les opérations en cours. Le contenu de l'analyse doit être adapté au système et proportionné aux conséquences possibles d'une défaillance en intégrant les enjeux et la vulnérabilité de l'environnement récepteur¹².

Une version opérationnelle facile à consulter et à utiliser au quotidien pourrait être créée, par exemple sous la forme de fiches de procédures distribuées au personnel d'exploitation.

4.4.2 RESPONSABILITÉ DE L'ARD

La responsabilité de la rédaction de l'ARD incombe au propriétaire du système d'assainissement mais il peut la déléguer au concepteur de la station d'épuration ou à une entreprise habilitée. Dans la mesure du possible, ce travail doit être effectué avant la mise en service de la station.

Dans le cas d'une installation existante, l'ARD (ou sa mise à jour) peut également être réalisée par le propriétaire, déléguée à son exploitant ou à un bureau d'études spécialisé. Toutefois, il est préférable de faire réaliser l'ARD par un consultant spécialisé afin de disposer d'une évaluation externe de la station d'épuration et des risques qu'elle présente.

Notes | 11. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE), 2021, *Analyse des risques de défaillance*, Note de cadrage. 12. Zabe, J.S., 2018, *Fiabilité de la phase de démarrage d'une station d'épuration à boues activées*. Sciences de l'ingénieur [Physique].

4.4.3 MÉTHODOLOGIE ET CONTENU

Les dysfonctionnements ou les défaillances susceptibles de se produire et de provoquer une fuite de biomédias dans l'environnement naturel peuvent être déterminés en étudiant le système de traitement des eaux usées d'un point de vue fonctionnel, ou en considérant les structures et les équipements essentiels. Plusieurs méthodes peuvent être envisagées, telles que l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités) ou l'HAZOP (HAZard OPerability).

Des tableaux d'évaluation tenant compte de la fréquence et de la gravité sont essentiels pour déterminer les taux de risque associés à chaque paramètre. L'harmonisation de ces tableaux pourrait aider les maîtres d'ouvrage et les autorités chargées de délivrer les permis à mettre en œuvre et à examiner ces documents.

Quelles sont les principales défaillances à prendre en compte ?

Afin de déterminer le niveau de risque présenté par chaque défaillance, il convient d'utiliser une notation pour établir une hiérarchie des risques, en tenant compte des éléments suivants :

- la fréquence de la défaillance,
- la gravité de la défaillance (ou de ses conséquences),
- la détectabilité de la défaillance peut également être prise en compte dans la notation..

Les principes suivants doivent être considérés lors de l'élaboration du système d'évaluation :

— Tout déversement, même minime, à une fréquence élevée (à définir en consultation avec l'agence nationale ou locale de l'eau) devrait donner lieu à une évaluation inacceptable. La définition de la fréquence sera basée sur l'expérience de l'exploitant et sur l'analyse de toutes les informations disponibles (registres d'exploitation, rapports d'accidents, registres de surveillance, etc.).

— La combinaison des facteurs de gravité et de fréquence permet une gradation fine du risque sur une large échelle et la différenciation des incidents en fonction de leur niveau de risque.

— Quel que soit le système d'évaluation choisi pour une STEP, il est important de conserver le même modèle au fil du temps afin de pouvoir hiérarchiser les changements et d'en assurer le suivi temporel.

Que doit contenir l'ARD ?

— Une description de la méthodologie utilisée pour l'étude (méthode de notation, grille de notation, etc.).

— Le champ d'application de l'étude (description du système/réseau) et toute exclusion justifiée.

— Une liste des personnes impliquées dans l'étude.

— Une synthèse des risques identifiés (avec une hiérarchisation en fonction de la cotation), mettant notamment en évidence les points faibles : les équipements ou installations les plus critiques.

— Une synthèse des recommandations à l'issue de l'étude (avec une hiérarchisation par rapport aux risques présentés) portant sur les dispositifs et dispositions techniques, humains ou organisationnels concourant à la maîtrise du risque de dysfonctionnement, concernant :

— L'Instrumentation et automatisation : ajout de capteurs, de jauges de niveau de sécurité, d'alarmes de seuil bas/haut et de toute l'instrumentation permettant une bonne surveillance à distance du système.

— Les équipements : changement ou modification des équipements critiques, comme le doublement des pompes, les installations de débordement et le stockage des équipements d'urgence ou des pièces de rechange.

— Des instructions d'exploitation définissant les procédures à suivre pour chaque type de dysfonctionnement. Il peut s'agir de la désignation de l'alimentation électrique de secours, des instructions pour l'échange des équipements endommagés, de la déviation des flux, des personnes à prévenir en cas de crise, etc.

En général, la hiérarchisation des recommandations peut se faire selon les principes suivants :

→ **Pondération de la recommandation sur la réduction des risques.** Certaines recommandations sont susceptibles de réduire la fréquence/probabilité des scénarios accidentels ou de leurs conséquences. Il convient donc de donner la priorité aux recommandations qui réduisent les risques les plus critiques.

→ **Efficacité des mesures de prévention et de protection.** Il est courant de classer l'efficacité d'une mesure selon la hiérarchie suivante, de la plus efficace à la moins efficace :

— Éliminer le danger (arrêter l'utilisation d'un produit ou d'un équipement...).

— Remplacer un danger par un danger moindre.

— Réduire les risques à la source en modifiant la conception d'un processus ou les paramètres de fonctionnement pour le rendre plus adapté à la maintenance, par exemple.

→ **Mesures d'organisation et de gestion** (sensibilisation, formation, modification des méthodes de travail et de supervision, planification et organisation des tâches, signalisation, etc.).

→ **Rapport coût/bénéfice attendu :** l'analyse des risques n'a pas pour but d'introduire des mesures disproportionnées et coûteuses, mais plutôt de s'assurer que les principales lacunes sont comblées par des réponses appropriées.

Cette approche coût/bénéfice doit permettre de hiérarchiser les recommandations en tenant compte des moyens et des ressources disponibles ainsi que des facteurs économiques associés.

4.4.4 UTILISATION DE L'ARD

►Par les services instructeurs

→ **Faire de l'ARD un document officiel** à envoyer aux autorités chargées de délivrer les autorisations afin de permettre un contrôle plus strict des risques dès les premières étapes du projet. L'examen par les autorités compétentes permettrait également, en fonction des résultats, de demander des fournitures, des équipements ou des logiciels supplémentaires appropriés et proportionnés aux risques identifiés.

Cette exigence administrative pourrait apporter des avantages significatifs aux systèmes de traitement des eaux usées et améliorerait la gestion des situations critiques.

►Par le concepteur ou l'exploitant de la STEP

Dans le cas d'une nouvelle installation, l'ARD

permettrait d'approuver ou de modifier certains choix de conception.

Pour les installations existantes, l'analyse des risques déboucherait sur un plan d'action visant à améliorer la situation actuelle.

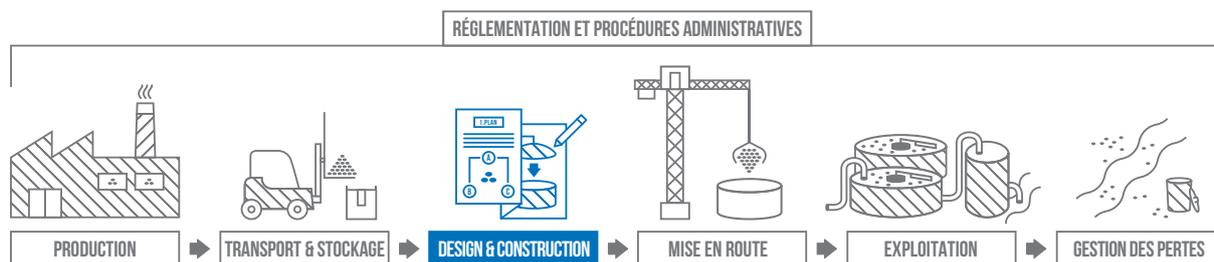
Note: Pendant la durée de vie d'un système, des changements techniques et/ou organisationnels peuvent avoir une incidence sur l'ARD et ses conclusions. Tout changement significatif doit faire l'objet d'une mise à jour ¹³.



Illustrations | Ci-dessus | Biomédias trouvés sur une plage Corse, France, 2018. © Mare Vivu

Notes | 13. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE), 2020, Mise en œuvre du diagnostic permanent.

4.5 CONCEPTION ET RÉALISATION



CIBLE Propriétaire ou exploitant

PHASE Conception de la STEP

4.5.1 MESURES EXISTANTES ET FAIBLESSES SIGNALÉES LIÉES À L'INGÉNIERIE DE LA STEP

L'épuration des eaux usées urbaines consiste en une série d'actions physiques, biologiques et chimiques mises en œuvre pour collecter et transporter les eaux résiduaires urbaines vers une station d'épuration, puis en éliminer et/ou réduire la pollution présente. Il s'agit donc d'assurer certaines opérations sur un flux entrant pour produire un ou plusieurs flux sortants ([voir schéma page suivante](#)) :

- Collecte et stockage des effluents.
- Traitement primaire (dégrillage, dessablage, dégraissage).
- Traitement secondaire (traitement biologique, MBBR).
- Traitement tertiaire (physico-chimique).
- Traitement quaternaire (élimination des autres molécules chimiques et des bactéries fécales).

Deux ensembles de paramètres sont particulièrement importants pour prévenir les fuites de biomédias :

— **Le maintien de conditions physico-chimiques appropriées pour le bon développement des boues activées.**

— **Garantir la fiabilité des installations, des processus et des équipements nécessaires au maintien des biomédias dans les réservoirs.**

Toutes les actions en amont des bassins contenant des biomédias affectent le bon fonctionnement de la technologie. Toutes les actions en aval du réacteur à lit fluidisé sont potentiellement affectées par la fuite des biomédias du réacteur MBBR.

La perte de biomédias dans les stations d'épuration est généralement le résultat d'une série d'incidents mineurs conduisant à des dysfonctionnements plus graves.

Les dysfonctionnements peuvent être liés, entre autres, à :

- l'apport important d'eau de pluie,
- le mélange des effluents,
- l'aération du traitement biologique,
- les capteurs (O₂, niveau d'eau, etc.),
- les mesures de rétention (tamis ou grilles),
- la structure des réservoirs (type de matériaux),
- les pompes (dimensionnement, pompes de secours, etc.).

Il est donc important d'intégrer des mesures de protection qui tiennent compte de toutes les opérations de traitement de l'installation.

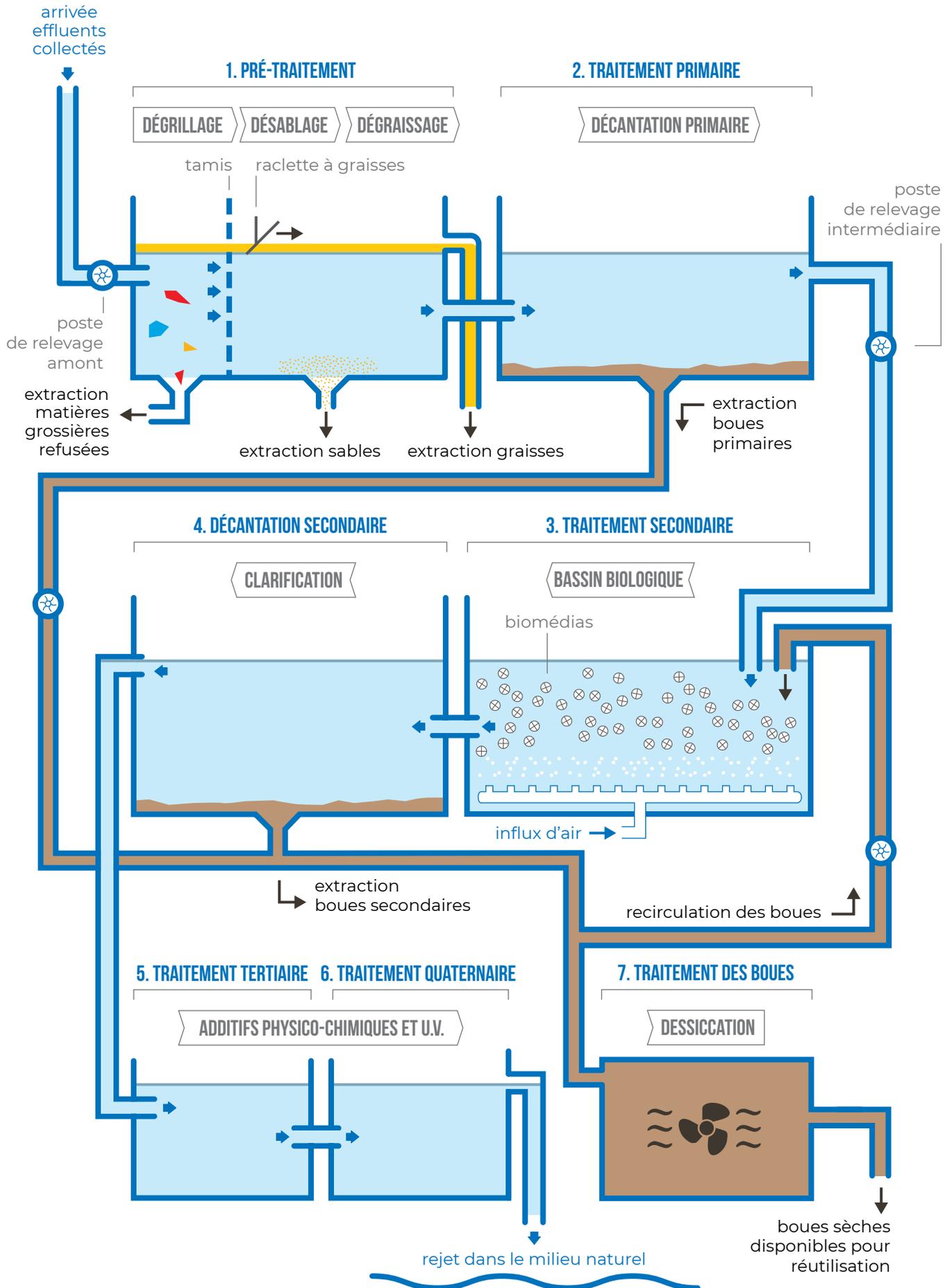
4.5.2 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Toutes les défaillances identifiées conduisant à des fuites de biomédias doivent être anticipées au stade de la conception. Certaines recommandations dépassent le cadre des traitements biologiques ou ne sont pas spécifiques aux systèmes MBBR, mais comme vu précédemment, des problèmes liés à d'autres étapes du traitement peuvent indirectement entraîner des pertes de biomédias.

Les thèmes suivants seront abordés dans les recommandations :

- Exigences de qualité strictes pour le génie civil.
- Dimensionnement correct de la ventilation et des mélangeurs.
- Gestion globale des flux, y compris les réseaux de collecte.
- Protection des flux sortants.

Illustration | Page droite | Etapes de traitement d'une STEP utilisant des biomédias. © Surfrider Europe



— Accès facile pour la maintenance permettant le contrôle des biomédias dans le bassin à tout moment.

— Formation appropriée pour un bon transfert de connaissances du concepteur à l'opérateur.

Maitre d'oeuvre et maitre d'ouvrage doivent s'assurer que ces paramètres peuvent être facilement contrôlés par l'exploitant de la station d'épuration. L'exploitant doit anticiper et surveiller les risques de défaillance tout en tenant compte de l'évolution des contraintes environnementales, techniques et physico-chimiques qui varient au fil du temps. Cela implique un bon transfert d'informations et de compétences par le biais d'une formation continue du personnel, des plans d'approvisionnement (consommables) anticipés et des instructions adaptées à l'installation.

4.5.3 RECOMMANDATIONS : GESTION DES EAUX DE PLUIE

La réduction de la quantité d'eau de pluie collectée dans les réseaux unitaires est essentielle pour limiter les pics hydrauliques pouvant saturer les stations d'épuration¹⁴.



Illustrations | Ci-dessus | Grillage ajouté sur un bassin ouvert de pisciculture © Surfrider Foundation Europe

Ces mesures peuvent être mises en œuvre à l'échelle du bassin versant et au sein du réseau de collecte :

► Séparation de la collecte des eaux de pluie et des eaux usées domestiques

→ [Privilégier les réseaux séparatifs](#) pour maintenir un traitement optimal des eaux usées domestiques même en cas de fortes pluies.

► Élaboration de plans de gestion des eaux pluviales

→ [Augmenter la perméabilité des villes](#) en créant de plus grandes zones de végétation, des fossés ou des toits verts pour diriger naturellement l'eau vers le sol.

→ [Créer des bassins d'orage naturels ouverts](#) ou des réservoirs tampons souterrains dans le réseau de collecte.

4.5.4 RECOMMANDATIONS : LOCALISATION DE LA STEP ET DE SON ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR

Certaines perturbations externes ont un impact sur l'intégrité de la STEP et par conséquent sur le bon fonctionnement de l'installation. Plusieurs précautions doivent être prises en ce qui concerne :

► La protection contre les catastrophes naturelles

→ [Installer des paratonnerre](#) pour éviter d'endommager les systèmes électriques et de contrôle.

→ [Éviter de construire dans des zones inondables](#). Si cela n'est pas possible, certains équipements tels que les postes électriques et postes de contrôle doivent être surélevés. Des dispositions doivent également être prises pour pomper et/ou évacuer l'eau en cas d'inondation.

→ [Réaliser des études géotechniques](#) pour assurer la durabilité des bâtiments et confirmer la capacité portante du sol pour soutenir les structures.

► Les actes de malveillance

→ [Installation de systèmes de détection et d'alarme anti-intrusion](#).

Notes | 14. Groupe de Recherche, Animation Technique et Information sur l'Eau (GRAIE), 2020, *Opérations exemplaires pour la gestion des eaux pluviales*. **15.** Castanie, S., 2016, *Mise en service de la station d'épuration d'Ota Porto, Mémoire de Master à l'École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg*.

→ Assurer la cybersécurité des outils de contrôle ou de gestion de la STEP.

► Les caractéristiques naturelles environnantes

→ Ne pas installer de bassins ouverts à proximité d'arbres à feuilles caduques afin d'éviter que les feuilles obstruent les tuyaux et les systèmes de pompage altérant ainsi le fonctionnement biologique.

4.5.5 RECOMMANDATIONS : INGÉNIERIE STRUCTURELLE

→ Préférer les systèmes fermés pour les nouvelles constructions.

→ Prévoir l'installation de trappes d'accès pour faciliter l'entretien des équipements de ventilation et des grilles à l'intérieur du réacteur.¹⁵

→ S'assurer que les revêtements intérieurs des bassins soient aussi lisses que possibles. Cela évite l'accumulation de matière organique et l'apparition de zones de stagnation dans l'effluent, propices au développement de bactéries filamenteuses.

→ Installer un sol lisse autour des bassins pour permettre un nettoyage mécanique rapide des surfaces en cas de fuites. Pour des raisons de sécurité, le matériau du sol doit offrir une certaine rugosité. Cependant, le gravier doit être évité.

→ Surélever la hauteur des parois des bassins ouverts contenant des biomédias.

→ Équiper le pourtour des bassins de grilles à mailles fines pour récupérer les biomédias en cas de débordement ou de formation de mousse.

4.5.6 RECOMMANDATIONS : GESTION DES FLUX

► Vitesse d'écoulement

Une concentration élevée d'effluents et des flux à faible vitesse combinés à une faible aération sont des paramètres qui favorisent le développement de bactéries filamenteuses qui peuvent supplanter les bactéries épuratrices. Ce phénomène est particulièrement observé dans les réseaux de collecte longs et à faible pente.

→ Maintenir un débit suffisant dans le système de collecte pour éviter la formation de sulfure d'hydrogène (H₂S). Des stations de traitement de l'H₂S peuvent être installées dans les collecteurs.

► Réservoir tampon

Les effluents industriels peuvent nécessiter un rééquilibrage du pH, des matières en suspension, des concentrations d'azote et de phosphore, ou l'élimination de molécules interférant avec le bon fonctionnement du traitement biologique.

→ Prévoir un bassin tampon pour la dilution, l'aération ou l'ajout de réactifs. Ce bassin doit être entièrement vidangeable et équipé d'une fosse de pompage.

► Conception des stations de relevage

Une mauvaise conception des postes de relevage peut conduire à des zones de décantation favorables au développement de bactéries anaérobies filamenteuses. Pour éviter cette situation, il est recommandé de :

→ Placer la pompe au point le plus bas pour éviter toute accumulation de matière organique.

→ Prévoir une pente suffisante au fond du réservoir pour diriger les dépôts vers le point de pompage.

→ Mélanger suffisamment pour éviter les dépôts.

→ Veiller à ce que les parois du bassin ne présentent pas d'aspérités afin de limiter la croissance bactérienne indésirable.

► Bassin d'orage

→ Installer un bassin d'orage en amont de la station pour réguler le débit.

Il doit être situé soit sur le réseau de collecte, soit à l'entrée de la station. Ce type d'installation permet de stocker les effluents excédentaires survenant par temps de pluie et d'éviter ainsi les débordements du réseau ou les déversements dans la STEP. Il joue également un rôle dans l'élimination des contaminants, en permettant le dégrillage des solides et la décantation supplémentaire des matières en suspension pendant le stockage.

► Déversoir d'orage

→ Équiper la station d'un système de dérivation pour maintenir un débit constant en cas d'afflux importants et ainsi réguler le débit sans mettre en péril le processus de traitement. Les systèmes manuels / mécaniques doivent pouvoir être activés en cas de panne de courant et garantir la possibilité d'un déversement en cas de besoin.

► Réacteurs en série ou en parallèle

→ Pour les installations plus importantes, les réacteurs en série et/ou plusieurs lignes parallèles doivent être préférés à un seul bassin. Cette configuration permet de mieux faire face aux variations potentielles de charge comme dans les zones très touristiques. Elle permet également de maintenir certains réacteurs en attente avec des phases d'aération très courtes lorsque la capacité totale de traitement de l'installation n'est pas requise et permet une capacité de traitement élevée pendant les périodes de pointe.

► Pompes de secours

→ Dans tout le système, des pompes secondaires peuvent être activées pour augmenter les débits admis (sans dépasser la capacité du système en aval). Elles fonctionnent également comme des pompes de secours et prennent le relais en cas de défaillance de la pompe principale.

► Clapet anti-retour

→ Equiper l'émissaire vers le milieu naturel d'un clapet anti-retour pour empêcher l'eau de pénétrer dans l'usine en cas d'inondation de l'émissaire de rejet.

4.5.7 RECOMMANDATIONS : PARAMÈTRES BIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

► Ventilation

Les bassins biologiques sont aérés afin de maintenir les biomédias en suspension, d'améliorer le contact entre les boues et l'effluent et de favoriser le développement du biofilm bactérien. La sous-ventilation est l'un des principaux facteurs déclenchant ou aggravant les dysfonctionnements biologiques. Il est donc important de veiller à ce que l'unité d'aération soit correctement dimensionnée (puissance du compresseur, répartition des aérateurs, etc.).

→ Adapter le débit d'air aux volumes à ventiler.

→ Éviter les zones mortes et les dépôts par une disposition appropriée des diffuseurs.

→ Inclure un orifice d'injection de réactif de détartrage sur les souffleurs d'air.

→ Éviter la sous-ventilation ou l'arrêt prolongé de la ventilation, pouvant augmenter le risque de débordement.

→ Adapter le nombre de capteurs d'oxygène dis-

sous à la structure et au débit du système.

→ Doubler les sondes d'oxygène pour garantir les mesures en cas de défaillance électromécanique ou d'obstruction par des boues ou des mousses.

→ Prévoir une zone de dégazage entre le réacteur biologique et le clarificateur pour faciliter l'élimination des bulles d'air et améliorer la récupération des boues extractibles.

► Mélange

Un mauvais positionnement des agitateurs dans la cuve (angle, hauteur d'immersion, etc.) ou la présence d'un obstacle (guides latéraux des diffuseurs, canaux transversaux, etc.) peut affecter négativement son efficacité et créer des mouvements hydrauliques contraires à ceux prévus. Il est donc nécessaire de :

→ Assurer un mélange mécanique idéal en optimisant le positionnement des agitateurs dans la cuve (angle, hauteur d'immersion, etc.) et en éliminant les obstacles (guides latéraux pour les diffuseurs, canaux transversaux, etc.).

→ Prévoir un agitateur de secours en cas de défaillance électromécanique du système principal.

4.5.8 RECOMMANDATIONS : ÉQUIPEMENT DE RÉTENTION

► Conception de bassins fermés pour les nouvelles constructions

→ Dans le cas d'une mise à niveau d'une installation existante, tous les émissaires et bassins contenant des biomédias doivent être équipés de grilles dont les mailles sont inférieures à leur diamètre.

→ L'installation d'autres vannes à col de cygne et/ou clapets anti-retour sur les conduites d'arrivée des effluents pourrait également empêcher la circulation des biomédias en cas d'élévation du niveau de l'eau.

→ Dans le cas d'un nouveau système, le flux entrant peut être directement déversé par le haut (dalle supérieure du bassin), orienté du haut vers le bas, afin d'éviter que les biomédias ne pénètrent dans les canalisations. Ce type d'installation nécessite moins d'entretien que les grilles, qui ont une plus grande tendance à se colmater.

► Grilles de rétention

→ Veiller à ce que tous les flux d'entrée et de sortie des réacteurs contenant des biomédias soient équipés de systèmes de rétention (tamis, clapets

anti-retour, cols de cygne, etc.) dont la taille des mailles est choisie en fonction de la géométrie du biomédia.

→ **Equiper toutes les ouvertures de barrières physiques** empêchant le passage des biomédias.

Le principe du procédé MBBR repose sur l'utilisation de biomédias mis en mouvement dans la colonne d'eau.

Tout doit donc être mis en œuvre pour que ces biomédias restent dans les bassins où ils sont utilisés pour épurer les effluents. Par conséquent, toutes les ouvertures doivent être équipées de barrières physiques pour éviter qu'ils ne s'échappent.

L'installation de ces dispositifs de protection doit également empêcher que les biomédias soient transportés en amont de la station d'épuration en cas de dysfonctionnement de la pompe.

→ **Ajouter des crépines** sur le débit de la pompe à eaux usées menant au MBBR afin d'empêcher le transfert de biomédias du réacteur vers la station de relevage en cas d'inversion accidentelle de la pompe.

→ **Equiper chacun des circuits suivants d'équipements de protection :**

- Evacuation de l'air.
- Tuyaux d'ajout de réactifs.
- Système d'élimination des boues.

→ **Ajouter plusieurs vis** ou souder toute la longueur de l'équipement de protection plutôt qu'à quelques points de fixation qui pourraient causer des faiblesses structurelles et des ruptures, permettant ainsi aux biomédias de s'échapper.

→ **Installer des filtres** ou des grilles de collecte à tous les points d'évacuation des eaux de surface.

Cela devrait permettre de récupérer les biomédias dans les eaux pluviales en cas de déversement sur le sol à l'intérieur de la station d'épuration. Ces grilles doivent être faciles à contrôler et à entretenir afin d'éviter leur colmatage.

4.5.9 RECOMMANDATIONS : PRÉVENTION DU COLMATAGE

L'accumulation de biomédias contre les grilles de protection limite l'écoulement, augmentant ainsi le volume de liquide dans le bassin, pouvant alors conduire à un débordement. Il est donc essentiel de limiter ce phénomène.

→ **Installer des manomètres** permettant de vérifier que les tuyaux d'alimentation en air fonctionnent correctement.

► Mécanisme de décolmatage

→ **Injecter de l'eau ou de l'air sous pression** sur ou à travers les grilles pour éviter leur encrassement. Cette opération peut être programmée automatiquement pour l'entretien régulier des grilles.

► Précautions particulières lors de la modernisation d'une STEP existante

→ **Adapter les éléments de protection** pour éviter le risque de colmatage dû à l'accumulation de biomédias à leur surface.

4.5.10 RECOMMANDATIONS : SÉCURISATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES

► Réseau d'alimentation électrique

→ **Assurer le doublement des réseaux d'alimentation** de chaque station. Un système de détection des pannes est impératif.

► Système de contrôle-commande

→ **Installer un système de secours** pour assurer les deux fonctions principales du système de contrôle : coordonner tous les équipements de la station d'épuration et surveiller la capacité opérationnelle des équipements en émettant des alarmes en cas de dysfonctionnement.

► Station d'injection de réactifs

→ **S'assurer qu'il est possible de vérifier visuellement** le bon fonctionnement du capteur et les niveaux de stock de réactifs.

→ **Permettre l'ajout manuel de réactifs, l'alimentation en eau de dilution et l'homogénéisation de l'effluent** en cas de défaillance d'un moteur ou d'une vanne.

► Dans la cuve de traitement biologique

→ **Doubler les équipements** dans les zones critiques pour se prémunir contre une défaillance des capteurs principaux.

→ Équiper les réservoirs biologiques de capteurs de niveau :

Comme les biomédias peuvent s'échapper des cuves ouvertes par débordement des effluents, il est nécessaire d'équiper les cuves ouvertes de sondes et de capteurs afin d'éviter des augmentations anormales du volume des effluents. L'installation d'une sonde radar non affectée par les perturbations de la mousse pourrait être une solution alternative.

→ Relier les capteurs de niveau d'eau à un système qui coupe l'alimentation d'effluents vers le bassin en cas de surcharge.

→ Mettre en place un système d'alarme multiple (visuel, sonore, envoi de messages de type SMS) pour avertir le plus tôt possible d'un dysfonctionnement.

→ Installer un système d'alerte pour prévenir d'un dysfonctionnement lorsqu'il n'y a pas de personnel sur place. L'alerte doit pouvoir envoyer des notifications automatiques au téléphone d'un opérateur d'astreinte ou à un bureau central qui contrôle plusieurs installations.

► Dans le clarificateur

→ Installer un système d'alarme en cas de dysfonctionnement de la pompe d'extraction, en mesurant le volume et la turbidité des boues à la sortie du clarificateur pour s'assurer qu'elles sont correctement éliminées et ne se déversent pas dans le bassin d'aération.

4.5.11 RECOMMANDATIONS : MOYENS DE MAINTENANCE DU SYSTÈME

La surveillance des stations d'épuration, qu'elle soit effectuée par l'exploitant ou par des organismes de contrôle externes, nécessite des installations et des équipements adaptés aux méthodes de mesure prévues, notamment en termes d'accessibilité permanente et de bonne représentativité des échantillons prélevés. De même, les opérations de nettoyage et d'entretien doivent être facilitées.

→ Prévoir une trappe d'accès pour les bassins fermés.

→ Prévoir une ouverture de contrôle toujours fonctionnelle et hors d'eau pour permettre l'inspection visuelle du mélange de biomédias, l'échantillonnage pour contrôler la colonisation adéquate des biomédias et pour faciliter les opérations de nettoyage.

→ Faciliter les opérations de nettoyage :

— Installer des barres de guidage et des potences équipées de treuils ou de palans pour soulever les équipements souvent lourds installés au fond des bassins (paniers, pompes, etc.).

— Prévoir des zones de nettoyage pour les équipements qui nécessitent un entretien ou un changement régulier (crépines des dispositifs de pompage, grilles, etc.).

→ Assurer l'accès aux bassins de traitement et aux points d'entretien à tout moment de l'année, en particulier dans les régions enneigées.

4.5.12 RECOMMANDATIONS : INSTRUCTIONS POUR LA SÉCURITÉ DES OPÉRATIONS

► Création d'un guide de bonnes pratiques

Lorsque des biomédias sont utilisés dans les systèmes de traitement, les concepteurs de la station doivent fournir des conseils aux sous-traitants et aux opérateurs sur les meilleures pratiques de gestion des biomédias. Ce document doit aider à définir les mesures appropriées pour une gestion optimale des biomédias, telles que :

- Audits préliminaires
- Conditions d'utilisation
- Conditions de stockage
- Manipulation et introduction dans les bassins
- Protection contre les débordements
- Systèmes de rétention appropriés
- Aération et réglages
- Processus de contrôle de l'efficacité du système
- Protocole d'autocontrôle
- Principales opérations de maintenance

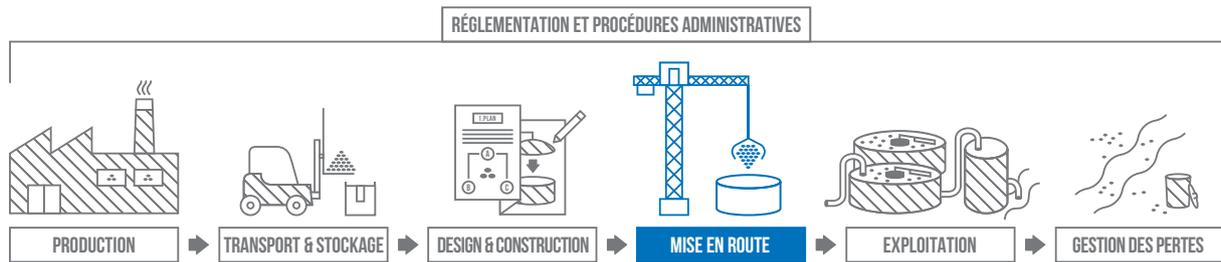
► Formation des opérateurs

→ Planifier des sessions de formation pour s'assurer que les opérateurs restent à jour et que les bonnes pratiques spécifiques aux biomédias sont comprises.

En complément des mesures de protection et prévention, une attention particulière doit être portée au processus biologique. L'observation continue des biomédias et la maintenance des systèmes sont essentielles.

L'objectif de ces améliorations techniques doit être de limiter le risque de pollution sans nuire à la qualité du processus.

4.6 PHASE DE DÉMARRAGE DE LA STEP



CIBLE Propriétaire ou exploitant

PHASE Démarrage

→ Respecter la procédure de mise en service préconisée par le maître d'oeuvre. Celui-ci doit être présent pour accompagner l'exploitant.

4.6.1 MESURES EXISTANTES ET FAIBLESSES SIGNALÉES

La phase de démarrage des stations d'épuration est une phase particulièrement critique au cours de laquelle de nombreux cas de fuite de biomédias dans l'environnement ont été observés. Lors du démarrage, l'ensemble de l'installation est mis en service dans des conditions réelles et les opérations sont progressivement accélérées pour donner aux biofilms bactériens le temps de se développer. Les opérateurs se familiarisent avec les nouvelles conditions d'exploitation et le système peut être particulièrement vulnérable aux variations de charge et aux afflux d'eau importants.

Afin d'anticiper les dysfonctionnements, il est courant que le maître d'oeuvre fournisse des directives de bonnes pratiques couvrant toutes les opérations de la construction à l'exploitation¹⁷. Cependant, la multiplication des sous-traitants dans le processus de construction d'une STEP peut entraîner des lacunes en matière d'information et la non-application des instructions d'exploitation, même lorsque des guides de bonnes pratiques sur le réglage ou la manipulation des paramètres biologiques ont été créés. Des contraintes externes (pressions politiques, obligations architecturales, délais contractuels, etc.) peuvent aussi nuire au bon démarrage de la station d'épuration.

4.6.2 RECOMMANDATIONS : MISE EN ROUTE

► Encadrement du démarrage et implication des parties prenantes

Des recommandations d'utilisation incluant les spécificités liées aux biomédias doivent être fournies par le maître d'oeuvre pour aider l'exploitant à gérer la station d'épuration de manière plus sûre (cf 5.5.10).

Ces recommandations devraient porter sur les points suivants :

- Contrôle de la qualité des installations,
- Stockage,
- Manipulation,
- Paramètres de fonctionnement,
- Maintenance.

Le manuel destiné aux exploitants de STEP doit également contenir un chapitre sur les risques et les bonnes pratiques pour les opérations d'entretien des STEP impliquant la vidange de bassins, la modification temporaire des procédés de traitement conventionnels ou la mise hors service de systèmes de surveillance susceptibles d'entraîner la perte de biomédias.

→ Garantir la présence de l'installateur dans les semaines et les mois qui suivent la mise en service, selon un calendrier établi, afin de surveiller la montée en puissance et le bon fonctionnement de la station d'épuration.

→ S'assurer que les ingénieurs et les opérateurs de la phase de démarrage aient une connaissance détaillée de l'ARD. Ils doivent vérifier le bon fonctionnement des points de contrôle et les améliorer si nécessaire.

→ Informer les autorités réglementaires de la mise

Notes | 17. Multi Umwelttechnologie AG, Instructions et recommandations pour le fonctionnement des supports Mutag BioChip 30™.

en eau et de l'acceptation finale de l'installation.

►Phase de test

→ Réaliser les phases d'essais dans le bon ordre lors de la mise en service. L'approbation finale ne doit pas être donnée tant que toutes les étapes n'ont pas été validées. Les contraintes externes d'ordre financier / économique ou touristique ne doivent pas empêcher le processus de validation complet de la mise en route de la station.

La procédure générale de mise en service de la station d'épuration devrait être la suivante :

►Exigences avant la période de démarrage

→ S'assurer qu'aucun polluant chimique pouvant détériorer les biomédias n'est présent dans l'effluent.

→ Vérifier que tous les drains et les sorties sont protégés par des grilles ou des cages dont les mailles sont adaptées pour empêcher le passage des biomédias.

→ Vérifier que les biomédias ne sont pas en contact avec des équipements (pompes, mélangeurs, etc.) qui pourraient accélérer leur usure.

→ Procéder à un examen de démarrage pour s'assurer que l'équipement est prêt un mois avant la mise en service. Il s'agit de :

- Effectuer des tests d'étanchéité sur les bassins et les tuyaux.
- Réaliser les premiers tests et essais des systèmes de pompage.
- Vérifier les connexions électriques.

Illustration | Ci-dessous | Versement en toute sécurité de biomédias dans un bassin ouvert ©Mutag



— Effectuer des essais électromécaniques sur les installations hydrauliques, aérauliques et pneumatiques afin de vérifier leur bon fonctionnement (vérifier les alimentations et le bon sens de rotation des moteurs, tester tous les capteurs de la station).

— Vérifier, sous la supervision de l'ingénieur automatique, l'automatisation et les liens corrects avec l'instrumentation.

►Pendant la phase de démarrage

→ Garantir le bon déroulé des différentes étapes de la mise en service :

— Mise en place des installations.

— Vérification du bon fonctionnement de tous les équipements, mécaniques, électriques, électroniques, thermiques et hydrauliques conformément aux normes applicables et aux conditions d'exploitation stipulées dans le contrat.

— Rédaction des instructions d'utilisation et formation du personnel d'exploitation qui sera responsable des installations.

— Apport progressif d'effluents avec les mesures et analyses nécessaires pour évaluer le débit et la charge reçus par la station.

— Surveillance étroite permettant de détecter rapidement les défaillances éventuelles.

— Test de performance pour certifier la conformité du système avec ses objectifs déclarés et le fonctionnement du traitement biologique MBBR.

►Introduction de biomédias dans les bassins

→ Verser les biomédias avec précaution

Pour remplir les réacteurs MBBR, le contenant doit être suspendu à environ 1,5 mètre au-dessus du niveau de l'eau. 3 des 4 côtés du fond du sac doivent être coupés pour être sûr qu'il se vide complètement. Aucun morceau de plastique provenant du sac ne doit se retrouver dans le réacteur afin d'éviter le colmatage des grilles.

Les biomédias neufs ont une densité inférieure à celle de l'eau et restent en surface tant qu'il ne sont pas suffisamment colonisés (ce qui peut prendre plusieurs semaines). Il faut donc faire attention au risque d'accumulation en surface et de fuite hors du bassin, notamment lors de la formation de mousse ou en cas de vent.

→ Déterminer le volume optimal de biomédias à introduire dans le bassin.

Augmenter progressivement la quantité de biomédias. Commencer les essais avec un faible niveau de remplissage. Augmenter progressivement le volume tout en mesurant régulièrement les paramètres pertinents jusqu'à atteindre la concentration requise de polluants

dans l'effluent traité. Respectez un intervalle prédéfini entre chaque étape d'augmentation du volume de remplissage pour s'assurer que les taux d'élimination se stabilisent et que les supports plastiques nouvellement ajoutés sont entièrement colonisés.

►Colonisation

→ Agiter suffisamment les biomédias

Comme vu précédemment, les biomédias non colonisés ont tendance à flotter, l'agitation doit donc être plus forte que la normale pour les forcer à se mélanger à l'eau et à se disperser uniformément dans le liquide.

→ Optimiser les paramètres physiques des effluents

L'effluent doit être ajusté pour que la température de croissance soit idéale, que le pH se situe dans une fourchette appropriée, que la charge en nutriments soit suffisante et que l'effluent soit mélangé de manière adéquate.

Démarrages avec des boues externes

La croissance de la biomasse (dans une nouvelle station, après un arrêt accidentel ou à la suite d'une perte massive de boues) peut également être accélérée par l'introduction de boues d'ensemencement provenant d'une autre station traitant un type d'eaux usées similaire. Lors de l'introduction de boues externes, il est nécessaire de fournir une concentration d'oxygène suffisante dans le bassin d'aération pour assurer le traitement et la formation du floc. La floculation peut également être facilitée par l'ajout de réactifs de coagulation-floculation.

Démarrage sans boue

— **Avec de l'eau claire** : l'eau peut être prélevée directement dans le milieu naturel (eau douce, sans sédiments). Le temps de remplissage du bassin ne doit pas excéder quelques jours avec une aération active pendant toute la durée du processus.

— **Avec les eaux usées** : les eaux usées ne sont admises dans le bassin d'aération qu'après avoir subi un prétraitement. La solution consiste souvent à favoriser le démarrage du mécanisme de floculation des bactéries en limitant la charge à traiter pour réduire la charge massique et faciliter la floculation (bypass transitoire) ou en ajoutant des réactifs de coagulation-floculation.

►Période d'observation

→ **Garantir le bon fonctionnement des installations** pendant une période de 30 jours. Pendant cette période, les installations doivent fonctionner

de manière stable, sans dysfonctionnement ni panne (hydraulique, mécanique ou électrique). Aucun biomédia ne doit se trouver à l'extérieur de la cuve biologique.

►Acceptabilité du travail

À la fin de la période de mise en service et après validation de la période d'observation contractuelle, l'installation doit être acceptée par le maître d'ouvrage, sous réserve des essais de garantie ultérieurs.

Cette inspection finale vise le contrôle de la conformité de l'installation. En cas d'anomalies, une liste de réserves peut être établie. Le maître d'oeuvre devra se mettre en conformité dans un délai prescrit.

L'acceptation par le maître d'ouvrage est également conditionnée à :

- L'enlèvement correct des équipements de construction et la remise en état du site ;
- La validation des résultats des tests, avec les essais et contrôles de performance correspondants.

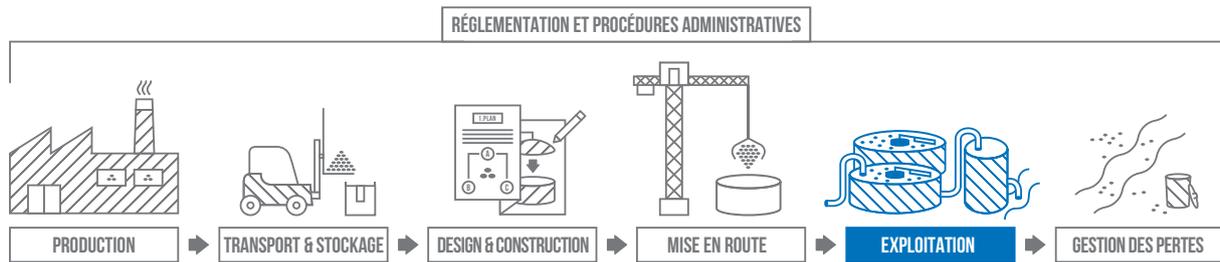
►Garantie de remise et de responsabilité en cas de défaut

→ **Réaliser une série d'essais par des tiers** pendant au moins un an pour valider la conformité au contrat. Au cours de cette période, aucune perte de biomédias ne doit se produire dans la station d'épuration et les opérateurs doivent s'assurer que les mesures de protections sont adéquates.

Illustration | Ci-dessous | Big bag transporté par une grue. © Mutag



4.7 FONCTIONNEMENT DE LA STEP



CIBLE Opérateurs de STEP

PHASE Démarrage / Opération

4.7.1 MESURES EXISTANTES ET FAIBLESSES SIGNALÉES

Le traitement des eaux usées repose sur l'équilibre entre l'apport d'effluents caractérisés par leurs paramètres spécifiques (débits, composition physico-chimique, température, etc.) et la capacité des bactéries épuratrices à traiter ces effluents. L'objectif principal de l'opérateur sera donc de garantir que toutes les conditions sont réunies pour assurer le bon développement des bactéries épuratrices.

Dans les réseaux d'assainissement unitaires, les fortes précipitations peuvent entraîner des variations importantes du niveau d'eau et modifier les paramètres des effluents (oxygenation, matières en suspension, polluants chimiques ou organiques...), ce qui a un impact direct sur les processus biologiques en cours. Par ailleurs, d'autres facteurs tels que les afflux touristiques ou les rejets industriels peuvent également avoir un impact sur la nature des effluents.

Le maintien des biomédias dans la cuve est un paramètre supplémentaire et spécifique dont les opérateurs doivent tenir compte et qui est directement influencé par les paramètres biologiques des effluents.

Bien que les performances épuratoires et la fiabilité des boues activées soient bien établies, plusieurs types de dysfonctionnements

biologiques peuvent affecter leur comportement. Les signes de perturbation peuvent être un excès de mousse ou de boue, des fluctuations des niveaux d'eau dans les bassins ou des variations de débit^{18 19}.

Une attention particulière doit être accordée au développement du biofilm sur les biomédias. Des conditions physico-chimiques inadaptées peuvent entraîner des dysfonctionnements qu'il convient d'identifier et de détecter au plus vite. Les paramètres clés permettant de contrôler la croissance bactérienne sont les suivants :

- Composition des effluents et ses variations.
- Niveaux de boues.
- Taux d'aération/de mélange.
- Développement de bactéries filamenteuses pouvant conduire à la dégradation des boues: non décantation ou surproduction.
- Infiltration, dépôts, hétérogénéité, graisse.
- Formation de mousses qui piègent les biomédias à la surface et perturbent les sondes de niveau.

Les conditions notables qui affectent la sécurité des installations sont les suivantes :

- Opérateurs mal informés ou insuffisamment formés aux spécificités des biomédias.
- Non-anticipation d'une intervention rapide en cas d'intempéries.
- Déséquilibres bactériens entraînant le développement de bactéries filamenteuses et la formation de mousse.

La croissance filamenteuse est la présence dans un floc (ou entre des floccs) d'organismes filamenteux. En quantité excessive, ces organismes forment des floccs hydrophobes qui capturent des

Notes | 18. *Fond National pour le Développement des Adduction d'Eau (FNDAE), 2005, Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration : origines et solutions, document technique, N°33.* **19.** *Fond National pour le Développement des Adduction d'Eau (FNDAE), 2002, Stations d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, document technique, N°22 bis.* **20.** *Duchene, P., 1994, Dysfonctionnements biologiques dans les stations d'épuration en boues activées, Actes du colloque Pollutec.*

bulles d'air perturbant les propriétés de décantation des boues et compromettant ainsi la qualité de l'eau traitée. La nuisance causée par les filaments est proportionnelle à leur densité et surtout à leur longueur. Elle dépend également des espèces filamenteuses présentes, certaines étant plus nuisibles que d'autres²⁰.

Les principaux dysfonctionnements dus aux bactéries filamenteuses dans la station prennent deux formes :

- Une mauvaise décantation des boues due à l'augmentation de leur volume.
- La formation d'une épaisse couche de matière flottante à la surface, qui fournit à son tour un environnement favorable au développement de bactéries filamenteuses.

Ce type de problème peut survenir pour les raisons suivantes :

- Une augmentation rapide de la charge avec un apport ponctuel et massif de substrats organiques (effluents industriels, eaux usées, etc.) provoquant un manque relatif d'oxygène (le besoin immédiat n'est pas satisfait même si l'apport global d'oxygène semble correct).
- L'arrivée d'une grande quantité de produit toxique provoquant la destruction d'une grande partie de la biomasse et entraînant une perte de performance de l'installation.

Le deuxième grand domaine de prévention des fuites de biomédias est lié à la **fiabilité des stations d'épuration des eaux usées, qui dépend fortement du bon entretien et de la sécurité des systèmes. Cependant, des lacunes dans les opérations de maintenance peuvent affecter la fiabilité des stations d'épuration, notamment :**

- Des négligences dans l'entretien des équipements de rétention des biomédias
- L'absence de mise à jour des plans d'entretiens et du journal des incidents.
- Le besoin non-anticipé de pièces de rechange.

4.7.2 RECOMMANDATIONS : NATURE DE L'EFFLUENT

►Assurer la qualité des effluents

L'eau à traiter doit contenir une charge suffisante de nutriments pour assurer la croissance et la régénération de la biomasse fixée. Les rejets de graisses, de saumures, de métaux lourds et de substances toxiques (phénols, cyanures, etc.) dans les réseaux doivent être strictement réglementés.

►Limiter l'introduction de sels dans le réseau

Les variations de salinité dans les systèmes de collecte dues aux infiltrations d'eau de mer, au salage des routes, à la transformation des aliments, etc. doivent être aussi faibles que possible. Un changement soudain de salinité peut entraîner une défloculation partielle des boues et endommager le biofilm bactérien. Pour éviter cela, un bassin tampon peut être installé pour contrôler la salinité d'entrée.

►Limiter la concentration de soufre

→ Augmenter le débit des réseaux de collecte pour limiter les teneurs en sulfures.

Les effluents qui restent longtemps dans le système ou les effluents fermentescibles (provenant de l'industrie alimentaire ou de l'industrie des boues) génèrent souvent des concentrations élevées de sulfures (H₂S) qui favorisent le développement de bactéries filamenteuses. Dans les systèmes de collecte longs ou à écoulement lent, sujets à la septicité, l'augmentation des débits, l'injection d'air et l'introduction d'oxydants ou de sels métalliques peuvent limiter ces effets.

→ Contrôler régulièrement les stations de relevage

Un nettoyage régulier des stations de relevage est nécessaire pour limiter le sulfure d'hydro-

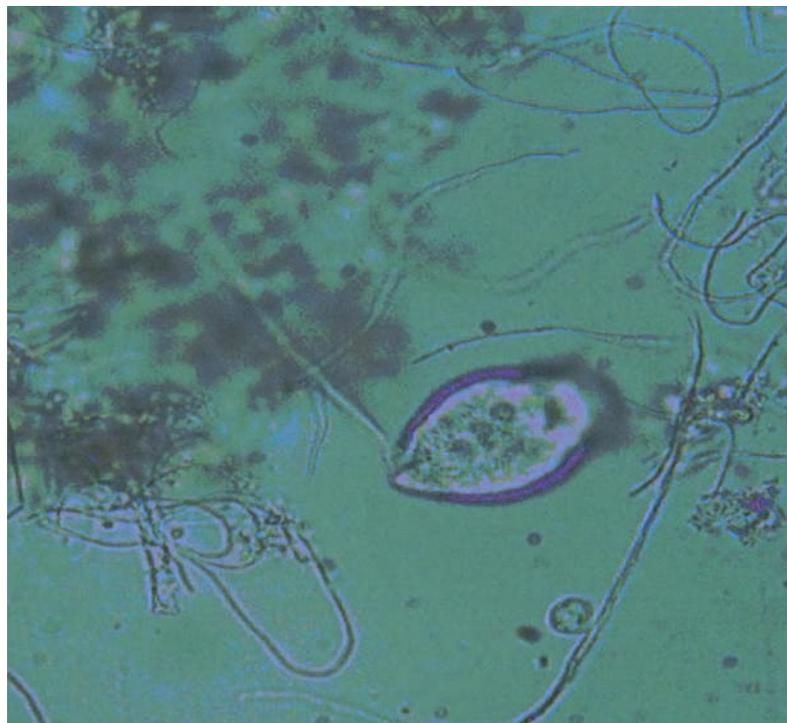


Illustration | Ci-dessus | Bactérie filamenteuse vue au microscope. © Syndicat Mixte Recyclage Agricole du Haut-Rhin

gène et l'accumulation de graisses et de dépôts. Il convient de noter que la détection du sulfure d'hydrogène dans l'air des stations de relevage peut être utile pour la gestion et la surveillance du système.

► Contrôler les rejets non domestiques dans les réseaux d'égouts

La nature des effluents industriels peut impacter directement le bon-fonctionnement d'une station d'épuration municipale. Les petites stations collectives seront d'autant plus vulnérables que le taux de dilution sera faible.

4.7.3 RECOMMANDATIONS : PRÉVENTION DE LA FORMATION DE MOUSSE ET DU DÉVELOPPEMENT DE BACTÉRIES FILAMENTEUSES

Compte tenu de la diversité des bactéries filamenteuses et des conditions qui peuvent favoriser la formation de mousse, l'approche pratique consiste à évaluer l'étendue de la colonisation par les micro-organismes filamenteux, à identifier les espèces impliquées par un examen microscopique et à déterminer les remèdes appropriés, tels que la modification du flux de recirculation des boues ou le contrôle des propriétés physico-chimiques de l'effluent.

Les principaux problèmes causés par les bactéries filamenteuses sont dus à la formation d'une épaisse couche de matériaux flottants à la surface et à la décantation des boues.

Pour faire face à ce type de dysfonctionnement biologique, l'opérateur devra mettre en œuvre des mesures préventives et curatives ^{21 22}.

► Mesures préventives

→ Adapter les exigences en matière d'aération à la nature des effluents :

— Disposer d'une capacité de production d'oxygène excédentaire pour couvrir les pics de demande, combinée à un bon système de mesure de l'oxygène dans les différentes parties du bassin pour assurer une aération optimale (sur la base des recommandations de l'installateur et éventuellement modifiées en fonction des observations de l'opérateur).

— Veiller à ce que le système de ventilation agite

les biomédias de manière continue et régulière.

Si les besoins en oxygène de la biomasse sont supérieurs à ceux de l'agitation, l'alimentation en air doit être adaptée aux besoins de la biomasse. Sinon, pour économiser de l'énergie, il est possible de limiter l'apport de ventilation aux besoins de la biomasse et d'ajouter une ventilation mécanique.

→ Vérifier le bon fonctionnement des mélangeurs :

— Vérifier la rotation effective des lames et leur sens de rotation en détectant les mouvements hydrauliques. Pour un contrôle complet, il peut aussi être nécessaire de remonter les mélangeurs pour contrôler l'usure des lames et l'encrassement ²³.

— Vérifier la consommation électrique de l'agitateur pour s'assurer qu'il fonctionne de manière optimale et qu'il n'est pas encrassé. La puissance mesurée doit correspondre à la puissance réglée par le fabricant.

— Vérifier le mélange en différents points des cuves pour s'assurer que l'objectif souhaité est atteint et qu'il n'y a pas de zones d'accumulation de boues.

→ Assurer la stabilité de la charge massique

Veiller à ce que la charge massique optimale soit stable (rapport entre la masse d'oxygène à fournir et la masse de micro-organismes dans le bassin d'aération).

→ Contrôler la température de l'effluent

La température des boues ou des effluents affecte le traitement et peut entraîner des dysfonctionnements. Il convient donc de veiller à maintenir la plage de température nécessaire au développement optimal des bactéries épuratrices.

► Actions curatives

→ Retirer les matières flottantes

Le retrait des matières flottantes des réacteurs biologiques doit permettre d'éviter la recirculation et le réensemencement permanent.

→ Lester les effluents

Cette technique est basée sur l'ajout d'une substance de haute densité, généralement

Notes | 21. Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Biostep, 2013, *Dysfonctionnements biologiques, un digesteur qui mousse ?* **22.** Collivignarelli, M.C., Baldi, M., Abbà, A., Caccamo, F.M., Carnevale Miino, M., Rada, E.C. et Torretta, V., 2020, *Foams in Wastewater Treatment Plants: From Causes to Control Methods, applied science*, mdpi. **23.** Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Biostep, 2013, *Dysfonctionnements biologiques, Pourquoi et comment vérifier le bon fonctionnement d'un agitateur ?*

minérale (talc, cendres, carbonates de calcium, sels métalliques, etc.), qui, combinée au floc bactérien, améliore sa décantation. Le lestage est utile pour reconstituer un floc bactérien à la suite de pertes importantes de boues. Le lestage du floc peut également être réalisé en ajoutant des boues provenant d'une station d'épuration voisine ayant un bon indice de boues ou en dérivant une partie de l'eau de l'étape primaire pour lester le floc avec la fraction particulaire de l'eau brute.

→ Ajouter des oxydants

L'ajout d'agents chimiques oxydants ayant une action bactéricide sur les boues entraîne une modification de la structure des boues en cassant les filaments. Il est à noter que les résultats obtenus ne peuvent être définitifs car ces produits n'agissent pas sur les causes du débordement²⁴.

→ Gérer les grandes variations de charge

L'injection d'un substrat azoté lors d'une augmentation soudaine de la charge devrait augmenter la biomasse nitrifiante qui se développe habituellement lentement.

4.7.4 RECOMMANDATIONS : LIMITATION DE LA SURABONDANCE DE BOUES

Il existe plusieurs façons de réduire le risque de niveaux anormaux du lit de boues :

→ Assurer le bon fonctionnement des capteurs de turbidité et de débit de boues pour surveiller la concentration de boues dans le bassin d'aération.

→ Lisser la charge hydraulique et contrôler la recirculation des boues.

→ Assurer le bon fonctionnement du bras racleur du clarificateur.

4.7.5 RECOMMANDATIONS : MAINTENANCE

→ Effectuer une maintenance préventive

La maintenance préventive garantit une plus grande capacité opérationnelle des équipements et permet une gestion rationnelle du travail de

l'opérateur²⁵. Il convient d'accorder une attention particulière au montage des systèmes de protection destinés à contenir les biomédias²⁶.

À cette fin, l'opérateur doit disposer des éléments suivants :

— Un calendrier indiquant les dates et la fréquence d'entretien des principaux éléments électromécaniques (moteurs, etc.) et des systèmes de protection (grilles, filets, cages, etc.).

— Une fiche technique pour chaque équipement indiquant ses caractéristiques, mais aussi les coordonnées du fabricant et des fournisseurs.

— Des pièces de rechange pour tous les équipements classés comme présentant un risque élevé de perte de biomédias en cas d'incident (pompes, grilles, etc.).

— Les outils essentiels, les pièces de rechange et les consommables devant être remplacés fréquemment (vis, outils de réparation).

— Des outils appropriés (pelle, contenant rigide, aspirateur industriel, etc.) pour récupérer les biomédias avant qu'ils n'atteignent les déversoirs d'orage ou d'eaux usées, le milieu environnant ou les cours d'eau.

→ Établir un contrat de maintenance

Si le maître d'ouvrage ou son délégué ne peut pas assurer la maintenance préventive, un contrat de maintenance doit être établi avec un prestataire de services externe, offrant une assistance technique opérationnelle sur une large plage horaire, sept jours sur sept.

→ Mettre en œuvre un système de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO)

Cet outil permet d'anticiper les besoins en pièces détachées et de modifier la fréquence des contrôles en fonction des rapports d'anomalies en temps réel. Cet outil devrait faciliter l'application correcte de l'ARD et permettre une adaptation immédiate en cas de changements dans les protocoles et la surveillance de la station d'épuration.

→ Vérifier régulièrement plusieurs paramètres

— Capteurs dans le réseau de collecte et la STEP (O₂, H₂S, niveau d'eau, ...).

— Présence de mousse.

Notes | 24. Cailleux, G., 2001, *L'épuration biologique : fonctionnements et dysfonctionnements. Mémoire. D.E.S.S. "Qualité et Gestion de l'Eau"*, Fac. Sciences, Univ. Picardie Jules Verne, 63 p. **25.** Thivel, P.X., Hus, P., Depriester, M., Rougeot, F., 2004, *Diagnostic maintenance d'une station d'épuration de papeterie. Environnement, Ingénierie & Développement*, N°34, pp.27-35 **26.** *Rapport de maintenance, 2019, STEP de Sanremo, Italie*

- Positionnement correct des grilles et des mailles.
- Pas de colmatage.
- Pas de biomédia à l'extérieur des bassins.

Les données issues de cette autosurveillance, y compris la surveillance des biomédias, devraient être transmises régulièrement aux autorités chargées du contrôle des stations d'épuration concernées.

► Mesures supplémentaires en cas d'incidents

→ **Déterminer les causes et les effets** de la défaillance.

→ **Définir la gravité, l'occurrence et la détectabilité** de la défaillance.

→ **Définir des solutions correctives** (mesures préventives, correctives, complémentaires, curatives, pièces de rechange d'urgence à stocker).

→ **Recalculer l'indice de risque**

Évaluer la qualité du plan de gestion de crise, en le réajustant si nécessaire, à la lumière des événements récents.

→ **Rectifier les protocoles** et la fréquence de maintenance afin d'éviter que la panne ne se reproduise.

4.7.6 RECOMMANDATIONS : FORMATION DES OPÉRATEURS

→ **Organiser des sessions de formation**

Une formation appropriée des opérateurs de la STEP est essentielle afin de garantir la mise en œuvre de bonnes pratiques pour le bon fonctionnement du traitement biologique utilisant des biomédias. Cette formation doit être dispensée conformément aux recommandations d'utilisation fournies par le concepteur du projet.

En particulier, les opérateurs doivent être informés et formés aux spécificités liées à l'utilisation des biomédias :

— Entretenir les grilles et autres dispositifs de protection.

— Identifier les défaillances susceptibles d'entraîner des pertes de biomédias et déterminer des mesures d'intervention correspondantes.

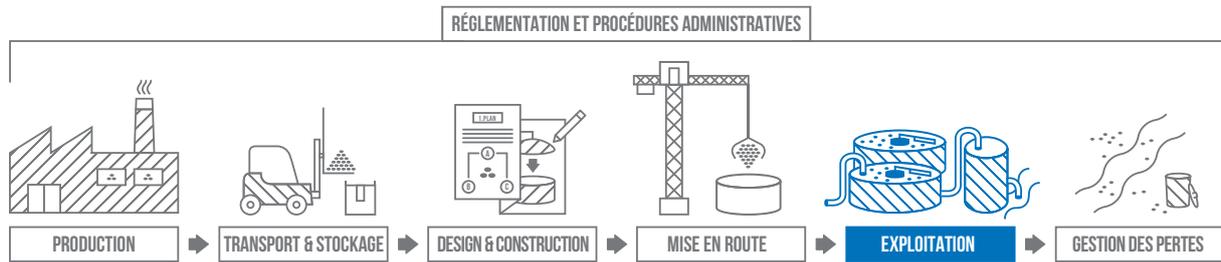
— Définir des protocoles d'alerte et de récupération. Des sessions de formation supplémentaires devraient être organisées pour tout nouvel opérateur.

Les sous-traitants participant à la construction d'une STEP avec MBBR doivent être informés des risques spécifiques aux biomédias pour que des mesures préventives adéquates puissent être mises en œuvre.



Illustration | Ci-dessus | Biomédias échoués sur une plage suite à un accident, Danemark, 2021. © RSKS Kommune

4.8 CONTRÔLE DE L'INSTALLATION



CIBLE Maîtres d'ouvrage/Services instructeurs

PHASE Exploitation/contrôle

4.8.1 MESURES EXISTANTES ET FAIBLESSES SIGNALÉES

Les exigences en matière d'autosurveillance n'incluent pas le signalement des pertes de biomédias ou l'état de l'équipement empêchant les pertes de biomédias ;

La fréquence des contrôles des équipements de protection peut être trop faible pour permettre de détecter les défaillances ;

En général, les autorités administratives ne sont pas formées aux spécificités des biomédias et les points de contrôle spécifiques suivants ne font pas l'objet de surveillance :

- Perte de biomédias à l'intérieur de la station, à la sortie de la STEP ou dans les boues.
- Présence d'équipements de protection (grilles...).
- Prise en compte de la fuite de biomédias dans l'environnement dans le plan d'urgence.

4.8.2 RECOMMANDATIONS : CONTRÔLE PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE

► Mise en œuvre de l'autosurveillance en lien avec les biomédias

L'autocontrôle doit englober toutes les pratiques visant à évaluer et à améliorer l'état et le fonctionnement du système d'assainissement, ainsi qu'à planifier les investissements nécessaires. L'objectif est de réduire l'impact environnemental des installations ^{27 28}.

La première phase repose sur une collecte et une analyse rigoureuse de toutes les données

existantes, qui sont présentées sous la forme d'un tableau de bord simple et opérationnel offrant une vision globale des indicateurs par enjeu, des recommandations, des leviers opérationnels à activer et de l'état d'avancement des plans d'action.

La deuxième phase vise à améliorer l'efficacité du système d'assainissement en évaluant les effets des actions antérieures et en anticipant les étapes et les investissements nécessaires à une boucle d'amélioration continue. Il s'agit d'une démarche construite, soutenue et coordonnée par le maître d'ouvrage, qui s'appuie à la fois sur la connaissance opérationnelle et sur les résultats des enquêtes de terrain.

L'autosurveillance doit être basée sur l'identification des dangers et l'analyse des risques. Concernant les biomédias, l'autosurveillance doit porter sur l'état et le bon fonctionnement des équipements de protection et en particulier, grilles, cages, etc. Le suivi régulier de leur état d'usure permettra d'anticiper les risques de fuite et les opérations de maintenance à prévoir. Les capteurs de niveau d'eau dans les bassins doivent également être vérifiés pour s'assurer de leur bon fonctionnement, en particulier avant les périodes de fortes pluies. Les instruments de mélange, d'oxygénation et de contrôle du niveau d'oxygénation des bassins doivent également être contrôlés.

L'efficacité du traitement biologique peut également servir d'indicateur de la perte de biomédias. En effet, une vérification indirecte est possible par le suivi des paramètres de fonctionnement des performances du traitement biologique (consommation d'O₂ dissous, oxydation, PH etc.). En cas de baisse d'efficacité non liée à la qualité de l'effluent entrant, il conviendra

Notes | 27. Portail de l'assainissement collectif du Ministère du Développement Durable, France, 2011, Manuel d'autosurveillance. | **28.** Préfecture Haute Savoie, France, 2011, Modèle de bilan annuel sur le système d'assainissement.

également de vérifier l'intégrité des biomédias par échantillonnage.

→ [Former les opérateurs aux spécificités liées aux biomédias lors de l'autosurveillance.](#)

Pour plus de détails, voir le chapitre 4.7.6.

Chaque année, des rapports d'autocontrôle comprenant l'historique des risques liés aux biomédias devraient être transmis aux agences de réglementation.

► **Protocole de surveillance de l'environnement**

→ [Mettre en place un protocole de surveillance dans l'environnement](#)

Outre la supervision structurelle et fonctionnelle, il est important d'établir un protocole de surveillance environnementale. Son objectif serait de suivre la présence de biomédias après l'étape finale du traitement et de s'assurer du bon fonctionnement de toutes les mesures préventives au sein de l'usine. Cela permettra également une détection précoce de la pollution diffuse.

Une possibilité pour ce suivi pourrait être l'installation de caméras à la sortie de la STEP capables de détecter automatiquement la présence de biomédias dans l'effluent traité ou la mise en place de paniers de récupération et d'un comptage régulier.

4.8.3 RECOMMANDATIONS : SUPERVISION DES AUTORITÉS DE CONTROLE

→ [Former les agents de contrôle](#)

Les autorités administratives recevant les rapports d'autosurveillance et audits externes ont également besoin d'une formation. Cette

Illustration | Ci-dessous | Panier installé juste avant la sortie pour permettre la collecte des biomédias
©AcquaPublica



formation devrait permettre d'intégrer les retours d'expériences des inspecteurs afin d'améliorer le protocole d'inspection et les points de vigilances.

► **Base de données nationale**

→ [Renseigner les technologies utilisées par les stations d'épuration](#) (municipales, industrielles et individuelles) pour le traitement biologique des eaux usées, dans des bases de données nationales et prévoir une mise à jour bi/annuelle. Ces informations pourront être communiquées à une agence supra nationale sous forme de rapport périodique.

Ces données centralisées à l'échelle nationale faciliteront l'identification des stations d'épuration utilisant des biomédias et devant faire l'objet de contrôles spécifiques mais permettront aussi d'être plus réactifs en cas de fuite dans l'environnement.

L'identification des STEP utilisant des biomédias permettra également de cibler les entreprises et les collectivités qui doivent être formées aux spécificités de cette technologie et de créer un réseau de partage des bonnes pratiques.

Informations minimales à fournir :

- Installateur et exploitant de la station d'épuration.
- Type de technologie utilisée (MBBR, IFAS, ...).
- Date de mise en route ou de réhabilitation.
- Type de biomédias.
- Quantité introduite.
- Antécédents de dysfonctionnements liés au MBBR.

► **Programme de surveillance**

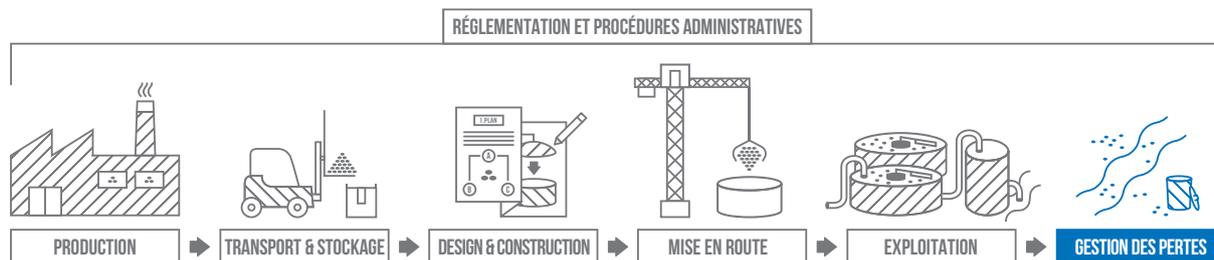
Comme nous l'avons vu précédemment, l'ARD devrait permettre d'identifier les risques liés aux biomédias et les moyens de réduire ce risque.

La mise en place d'inspections appropriées par les autorités publiques compétentes devrait permettre de s'assurer que les équipements prévus pour prévenir les fuites de biomédias sont en place et fonctionnent correctement.

Principaux paramètres de contrôle :

- Arrivée des eaux usées.
- Aération et bon mélange dans le cadre du traitement biologique.
- Capteurs (O₂, niveau d'eau...).
- Equipements de rétention (présence de grilles).
- Durabilité des matériaux.
- Structure des bassins.
- Pompes (dimensionnement / pompe de secours...).

4.9 PLAN D'OPÉRATION INTERNE



CIBLE Opérateurs

PHASE Elimination / Gestion de crise

4.9.1 FAIBLESSES SIGNALÉES

Les Plans d'Opérations Internes (POI) existants ne tiennent généralement pas compte de la présence de biomédias. Par conséquent, aucune mesure organisationnelle spécifique ou équipement mobilisable n'est prêt en cas de déversement dans l'installation ou dans l'environnement.

Le responsable de l'exploitation de la STEP est généralement la personne de référence en cas d'accident. Il est donc essentiel qu'il soit correctement informé sur les risques environnementaux liés à la fuite de biomédias en milieu naturel et sur les moyens d'actions. Malheureusement, les responsables ne sont généralement pas suffisamment informés de ce risque.

Parmi les cas de pollution étudiés, des défaillances récurrentes ont été observées :

- Les autorités locales et les collectivités ne sont pas informées des risques éventuels de pollution induits par l'utilisation des biomédias par les stations d'épuration de leur territoire.
- Il n'existe pas de plan d'action clair au sein de la station en cas de fuite de biomédias dans l'environnement.
- Les entreprises et les ONG capables d'intervenir en cas d'accidents entraînant une pollution ne sont pas identifiés à l'avance et ne sont pas contactés à temps.
- Les opérateurs ont tendance à sous-estimer, voire à dissimuler l'ampleur et l'impact des fuites, ce qui retarde l'adoption et la mise en oeuvre de mesures appropriées.
- Lorsqu'elles se produisent, les opérations de nettoyage sont souvent lancées trop tard en raison de la propagation rapide des supports en plastique dans les environnements fluviaux et marins.

4.9.2 RECOMMANDATIONS

Lors de la création de nouvelles STEP chaque Maître d'Ouvrage doit fournir un plan d'intervention d'urgence appelé POI.

Au sens 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 des personnes ou limiter les dommages aux biens ou à l'environnement.

Le POI doit être tenu à jour et couvrir un large éventail de situations d'urgence (intempéries, pannes d'électricité, défaillances des infrastructures) et détermine le plan d'intervention le plus adapté.

Les biomédias doivent être considérés comme un danger environnemental en cas de fuite dans le milieu naturel. Il est donc essentiel de les inclure dans les plans d'urgence afin d'anticiper les mesures de réponse et les moyens d'intervention.

Les exploitants de STEP doivent immédiatement signaler toute fuite de biomédias aux autorités compétentes et les informer de la gravité de l'incident.

► Définition et mise en œuvre du plan de gestion de crise

Compte tenu de la propagation rapide des biomédias dans l'environnement, il est essentiel d'agir le plus rapidement possible.

→ **Disposer d'un plan de gestion de crise qui inclut les risques posés par les fuites de biomédias**

L'objectif du plan de gestion de crise est d'améliorer le confinement de la pollution et d'en réduire l'ampleur, puis de restaurer l'installation et/ou l'environnement naturel. Il s'agit de faire intervenir les bonnes personnes et les bons équipements - en état de marche - au bon moment et au bon endroit.

RECOMMANDATIONS

Le plan doit être élaboré en concertation avec les organismes et services de gestion de crise, les autorités publiques locales et les riverains susceptibles d'être affectés par la fuite de biomédias.

Il doit permettre de :

— Contacter les parties prenantes pour réduire la dispersion des biomédias :

- collectivités locales,
- autorités locales en charge de la gestion de l'eau,
- ONG locales de protection de l'environnement
- entreprises spécialisées dans le nettoyage et la restauration de site,
- journalistes (pour informer les communautés riveraines et les citoyens).

— Lister les solutions de confinement et de récupération existantes.

— Établir un plan de récupération approprié pour les biomédias dispersés dans l'environnement, y compris :

- L'installation de barrages et de filets dans la colonne d'eau.
- Le développement d'un site web dédié qui permet aux citoyens de signaler la présence de biomédias dans le milieu naturel (date, lieu, quantité, avec la possibilité de télécharger des photos), permettant de cibler les opérations de récupération sur les principales zones d'accumulation.
- La possibilité d'un partenariat avec des ONG locales qui ont l'expérience de l'organisation et de la gestion de la collecte des déchets.

— Cartographier les cours d'eau à proximité ainsi que leurs bassins versants. Identifier les barrages existants et les zones potentielles pour des barrages temporaires ainsi que les zones naturelles d'accumulation de biomédias.

— Identifier un site de stockage fermé pour les biomédias collectés afin de prévenir les sur-accidents et identifier une filière de traitement.

— Allouer des fonds mobilisables immédiatement en cas de crise.

→ **Afficher le plan de gestion des crises** dans la station d'épuration de manière visible, avec une taille et une qualité suffisantes, y compris les coordonnées des opérateurs mobilisables en cas d'accident.

→ **Mettre à disposition les instructions essentielles** à proximité des installations et équipements de récupération.

→ **Présenter le plan de gestion de crise** aux autorités locales.

→ **Informers les parties prenantes** de l'évolution de la situation en cas de pollution.

→ **Surveiller quotidiennement les conditions météorologiques**, afin de prévenir d'éventuels suraccidents.

► Mise à jour du plan de gestion de crise

→ **Effectuer une évaluation annuelle de :**

— La pertinence et la validité du plan de gestion de crise après d'éventuels changements dans le fonctionnement des installations et des équipements.

— La validité des contacts des personnes de référence.

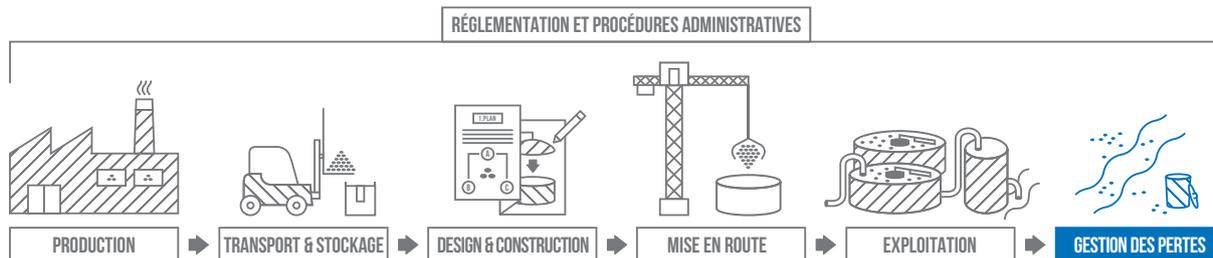
— La présence et conformité des affiches d'information.

— La présence et l'état des équipements de confinement et de nettoyage.

Illustrations | Ci-dessous | Operation de récupération de biomédias après une fuite importante à la STEP d'Evolène, Suisse. © Commune Evolene



4.10 RESPONSABILITÉ ENVIRONNEMENTALE



CIBLE Autorités environnementales

PHASE Gestion de crise

pas tenus légalement responsables n'encouragent pas les constructeurs/exploitants de STEP à améliorer la sécurité de leurs systèmes et ainsi prévenir de manière proactive les dommages environnementaux potentiels.

4.10.1 FAIBLESSES SIGNALÉES

Malgré l'identification des stations d'épuration et des causes de dysfonctionnements à l'origine de rejets de millions de biomédias en plastique dans les milieux aquatiques, on constate que l'application du principe pollueur payeur n'est pas généralisée.

Il résulte des travaux menés par l'association Surfrider Foundation, que sur les 40 cas de pollutions par les biomédias recensés en Europe, une seule entreprise (Atlantic Sapphire au Danemark) a pris en charge les coûts de nettoyage et seulement deux cas de rejets (Salerne Italie, Corbeil Essones France) ont fait l'objet d'une action en justice.

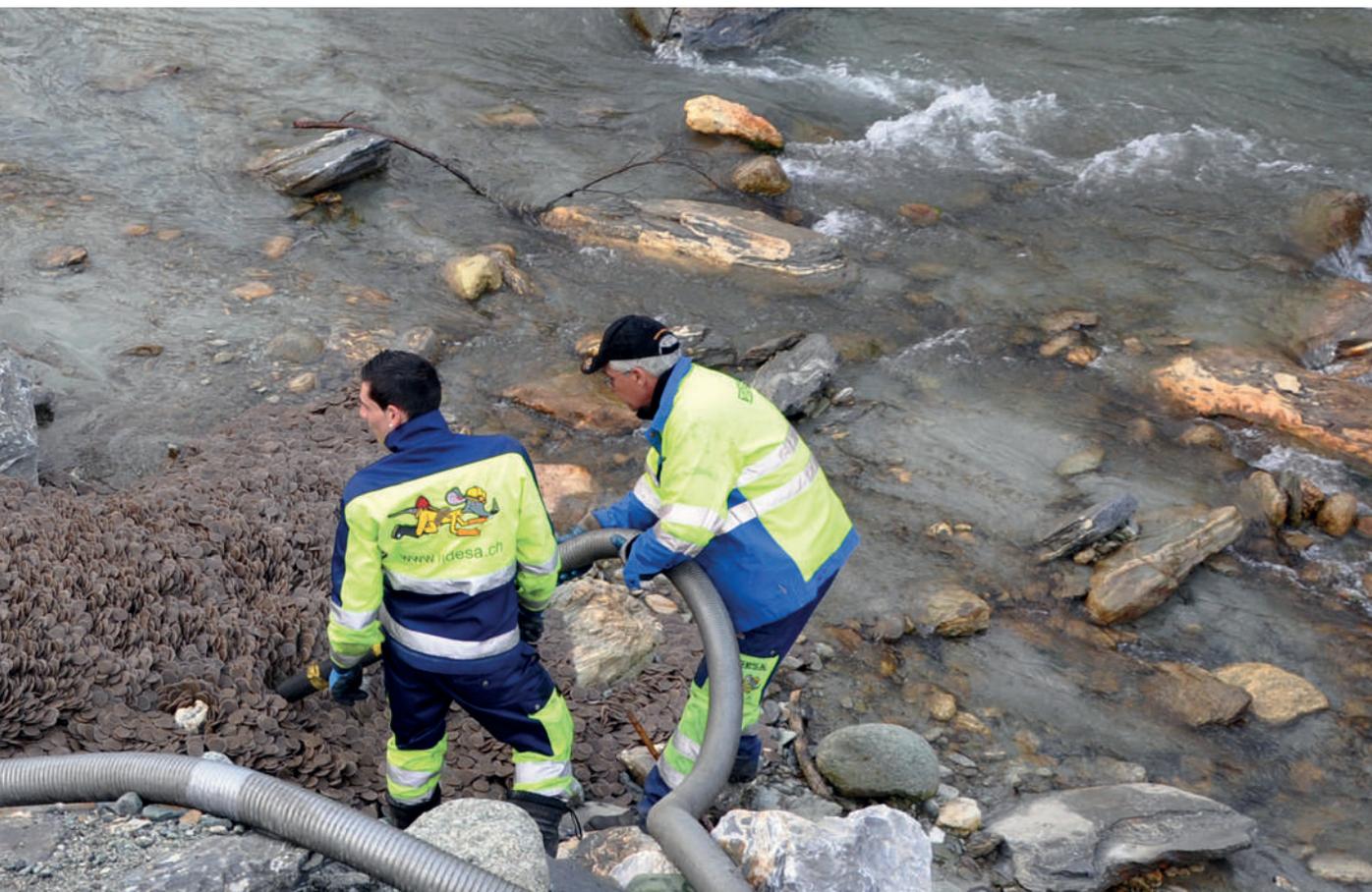
L'application insuffisante de ce principe juridique et économique et le fait que les pollueurs ne soient

4.10.2 RECOMMANDATIONS

→ Appliquer systématiquement le principe pollueur / payeur

Les pollueurs doivent supporter les coûts engendrés par la pollution résultant de leurs activités, y compris les frais résultant des mesures de prévention, de réduction et de lutte contre celle-ci.

Conformément au principe pollueur-payeur, toute entreprise de la chaîne de valeur des biomédias qui serait impliquée dans un cas de pollution des milieux aquatiques, devrait être tenue pour légalement responsable et devrait supporter les coûts de réparation du dommage environnemental.



5 HIÉRARCHISATION DES MESURES

Comme vu précédemment, de nombreux acteurs interviennent tout au long de la chaîne de valeur des biomédias. Il en résulte une grande diversité de mesures réglementaires, administratives ou plus techniques à mettre en oeuvre.

En l'absence de mesures réglementaires ou administratives visant à limiter les pertes de biomédias, les actions effectuées de manière volontaire par les professionnels de l'assainissement sont généralement insuffisantes. Le rôle des autorités environnementales est donc crucial.

Toutes les recommandations formulées dans ce guide sont le fruit d'échanges avec des acteurs de la chaîne de valeur des biomédias, d'analyse des causes de dysfonctionnements au sein de stations d'épuration utilisatrice ayant conduit au rejet des biomédias ainsi que l'examen de la littérature scientifique et technique. En passant en revue les recommandations, il apparaît que certaines améliorations peu coûteuses pourraient se révéler particulièrement efficaces pour prévenir les fuites de biomédias dans le milieu naturel. Elles pourraient donc faire l'objet d'une mise en oeuvre prioritaire. Ces recommandations pourraient ensuite constituer la base d'une charte de bonnes pratiques, à diffuser au sein des réseaux d'acteurs du domaine de l'assainissement.

Un résumé des mesures proposées, accompagné d'une évaluation du rapport coût-bénéfice est présenté ci-après. Cette classification indicative met en évidence les mesures les plus faciles à mettre en oeuvre. Il existe de multiples méthodes pour déterminer ce ratio et il convient de se baser sur l'ARD, spécifique à chaque installation.

La priorité doit être donnée aux actions préventives et correctives afin d'éviter les pertes de biomédias dans l'environnement naturel. Les mesures de confinement et de nettoyage, bien qu'importantes, doivent être envisagées à un stade ultérieur.

*Illustration | Ci-dessus | STEP à Zurich, Suisse.
© Patrick Federi*

HIÉRARCHISATION DES MESURES

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES MESURES ET EXEMPLE DE SYSTÈME DE NOTATION PERMETTANT D'IDENTIFIER LES ACTIONS PRIORITAIRES

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

6 CONCLUSION

Les stations d'épuration jouent un rôle essentiel dans la purification de l'eau, le maintien de la résilience globale des écosystèmes aquatiques et la protection de la biodiversité. Les fuites de biomédias des stations d'épuration municipales et industrielles dans l'environnement compromettent cet objectif et contribuent à l'accumulation déjà importante de déchets plastiques dans le milieu marin.

Compte tenu de l'utilisation répandue des biomédias en Europe, de la nature transfrontalière de cette pollution plastique et du risque croissant de fuites dues à des phénomènes météorologiques extrêmes, il est nécessaire de mettre en place un ensemble de mesures de prévention harmonisées et ambitieuses.

Cette étude, réalisée en collaboration avec les concepteurs et les exploitants de stations d'épuration utilisant des biomédias, a permis d'identifier un large éventail d'actions visant à réduire le risque de fuites.

Certaines de ces recommandations relèvent du bon sens et sont très peu coûteuses à mettre en œuvre. Leurs effets peuvent être rapides. D'autres mesures, qu'elles soient réglementaires ou liées à la conception des stations elles-mêmes, peuvent être plus longues à initier et plus coûteuses.

Bien que la conception d'une STEP soit un compromis entre la réalisation d'une installation optimale

et le budget disponible, certaines dépenses liées à la sécurité ne doivent pas être ignorées.

A chaque étape du cycle de vie des biomédias, la formation des parties prenantes (concepteurs, exploitants, services instructeurs et de contrôle) est essentielle à une bonne prise en compte des risques liés aux pertes de biomédias.

L'implication des parties prenantes dès le départ devrait permettre d'assurer le bon déroulement des opérations.

Dès lors, il appartient aux parties prenantes de mettre en œuvre les mesures les plus évidentes qui peuvent être réalisées rapidement et à faible coût.

Illustration | Ci-dessus | Bassin à České Budějovice, République Tchèque. © Martin Kníže | Page droite | Différents modèles de biomédias collectés sur une plage en Nouvelle-Aquitaine, France. © Surfrider Foundation Europe

7 RÉFÉRENCES

AGENCE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DE LA MONTÉRÉGIE (QUÉBEC)

2015, Manuel d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (ASTEE)

2021, Analyse des risques de défaillance, Note de cadrage.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (ASTEE)

2020, Mise en oeuvre du diagnostic permanent. Guide technique. 1ère édition.

BAUTISTA BARRERA, S.

2021, Att stänga av kranen för marint skräp: en rapport om fyra föremål, Master's thesis at the University of Gothenburg.

BENCIVENGO, P., BARREAU, C., BAILLY, C., VERDET, F.

2018, Wastewater filter media and pollution of aquatic environments.

CAILLEUX, G.

2001, L'épuration biologique: fonctionnements et dysfonctionnements. Dissertation. D.E.S.S. " Qualité et Gestion de l'Eau ", Fac. Sciences, Univ. Picardie Jules Verne, 63 p.

CASTANIE, S.

2016, Sandra Castanie. Mise en service de la station d'épuration d'Ota Porto. Sciences de l'ingénieur [physics]. ffdumas-03701749f

COLLIVIGNARELLI, M.C., BALDI, M., ABBÀ, A., CACCAMO, F.M., CARNEVALE MIINO, M., RADA, E.C. AND TORRETTA, V.

2020, Foams in Wastewater Treatment Plants: From Causes to Control Methods, applied science, mdpi.

DUCHENE, P. 1994, Dysfonctionnements biologiques dans les stations d'épuration en boues activées, Actes du colloque Pollutec.

EUNOMIA

2019, Preventing plastic pellet loss in supply chains. Design of a supply chain approach to prevent pollution from plastic pellets. A report for Zero Waste Scotland.

FOND NATIONAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ADDUCTION D'EAU (FNDAE)

2005, Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration : origines et solutions, document technique, N°33.

FOND NATIONAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ADDUCTION D'EAU (FNDAE)

2002, Stations d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation, document technique, N°22 bis.

GONZÁLEZ VÁZQUEZ, B., CHUBERT, J.M. , PAUL, E., CANLER, J. P.

2020, Comment éviter le colmatage irréversible des installations de biofiltration ? Techniques Sciences Méthodes, ASTEE/EDP Sciences, 11, pp.71-86.

GROUPE DE RECHERCHE, ANIMATION TECHNIQUE ET INFORMATION SUR L'EAU (GRAIE)

2020, Opérations exemplaires pour la gestion des eaux pluviales.

GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE (GIS) BIOSTEP

2013, Dysfonctionnements biologiques, un digesteur qui mousse ?

GROUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE (GIS) BIOSTEP

2013, Dysfonctionnements biologiques, Pourquoi et comment vérifier le bon fonctionnement d'un agitateur ?

KRUSE, F.

2021, En halv miljon plastbitar utsläppta i havet – kan flytailand här, Göteborg: Göteborgs-Posten www.gp.se/nyheter/goteborg/en-halv-miljon-plastbitar-utslappta-ihavet-kan-flyta-iland-har-1.42866391

LAUGALAND, J.M. & TORGENSEN, H.

2018, Trodde stranda var full av store hagl, NRK Nyheter www.nrk.no/rogaland/millioner-av-smaplastbiter-forurensar-vindafjorden-1.14322409

LAUGALAND, J.M. & TORGENSEN, H.

2018, Politiet etterforsket ikke plastutslipp: – Beklager, NRK Nyheter www.nrk.no/rogaland/politietetterforsket-ikke-plastutslipp-na-beklager-de-1.14323003

LUNDIN, A.

2018, Flera ton plast utsläppt i älv – Älvräddarna gör polisanmälan, Fiskejournalen, www.fiskejournalen.se/fiskenyheter/flerton-plast-utslappt-i-alm-alvraddarna-gor-polisanmalan

LUSTIG, G.

2014, Moving-bed-biofilm-reactors-mbbr-i-sverige-svenskt-vatten. www.yumpu.com/sv/document/view/23094903/moving-bed-biofilm-reactors-mbbr-i-sverige-svenskt-vatten

MAINTENANCE REPORT

2019, WWTP of Sanremo, Italy, Multi Umwelttechnologie AG, Instructions and RECOMMANDATIONS for the operation of Mutag BioChip 30™ support media.

OSPAR COMMISSION

2021, OSPAR Guidelines in support of Recommendation 2021/06 on the reduction of plastic pellet loss into the marine environment.

OSPAR

2018, OSPAR Background Document on Pre-production Plastic Pellets.

www.ospar.org/documents?v=39764

PERSSON, R.

2023, Här inleds saneringen efter plastutsläppet i Nyköping, SVT.se

www.svt.se/nyheter/lokalt/sormland/har-inleds-saneringen-efter-plastutslappet-i-nykoping

PORTAIL DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF DU MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, FRANCE

2011, Manuel d'autosurveillance.

PRÉFECTURE HAUTE SAVOIE, FRANCE

2011, Modèle de bilan annuel sur le système d'assainissement.

RINGKØBING-SKJERN KOMMUNE

2021, Hjælp kommunen med at kortlægge sorte plasticdimser

www.rksk.dk/nyheder/kommunen/marts/hjaelp-kommunen-med-atkortlaegge-sorte-plasticdimser

SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

2017, Swedish Environmental Law, An introduction to the Swedish legal system for environmental protection, Report 6790.

THIVEL, P.X. , HUS, P., DEPRIESTER, M., ROUGEOT, F.

2004, Diagnostic maintenance of a paper mill wastewater treatment plant. Environnement, Ingénierie & Développement, N°34, pp.27-35.

TUNSTAD, A.

2021, The biocarrier escape routes, Identifying leaks through a Product Chain Organisation study, MSc thesis in Industrial Ecology, University of Chalmers.

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.

ZABE, J.S.

2018, Reliability of the start-up stage of an activated sludge treatment plant. Engineering Sciences



Illustration | Ci-dessus | STEP à Santa Clara, USA. © John Cameron

8 ANNEXES

8.1 ANNEXE 1: LISTE DES POLLUTIONS PAR LES BIOMÉDIAS EN EUROPE ^{29 30 31 32 33 34}

NOMBRE DE CAS DE POLLUTIONS	PAYS	LOCALISATION	DATE	MILIEU RÉCEPTEUR	BIOMÉDIAS UTILISÉS
2	Danemark	Hvide Sand	Mars 2021	Mer du Nord	BCP 750
		Mølleåværket / Charlottenlund	2014	Rivières Mølleå et Oresund	K5
7	France	Corbeil-Essonnes	Février 2010	La Seine	K1
		Nive d'Arnéguy	Automne 2012	La Nive	K3
		Bastia	Mars - Mai 2020	Mer Méditerranée	K5
		Noisy-le-Grand	Mai 2011	La Marne	K5
		Molines en Queyras - Saint Vêran	2016 / Juillet 2021	Le Guil, La Durance et le lac de Serre-Ponçon	BioChip M
		Ladoix-Serrigny	2011	Saône	K3/K5
Vallouise	2010 / Juin 2017	La Durance et le lac de Serre-Ponçon	Hel-X HXF17KLL		

LISTE DES CAS DE POLLUTIONS EN EUROPE

NOMBRE DE CAS DE POLLUTIONS	PAYS	LOCALISATION	DATE	MILIEU RÉCEPTEUR	BIOMÉDIAS UTILISÉS
1	Islande	Islande	2021	Océan Atlantique	inconnu
3	Italie	Salerno	Février 2018	Sele et Mer Méditerranée	Biochip P
		Itri	Décembre 2020	Mer Méditerranée	Hel-X
		Limone Tremosine	2013/2020	Adda et Po	K3 et Hel-X HX17KL
4	Norvège	Hisøy	Juin 2015	Mer du Nord	BWT15
		Vindafjord	Décembre 2018	Océan Atlantique	KNS
		Halden	2017	Iddefjorden et Mer Skagerrak	BWT15
		Sørumsand or Blaker	Novembre 2012	Probablement Glomma et Mer du Nord	K3
1	Portugal	Açores	2018	Océan Atlantique	K3
5	Espagne	Fleuve Miño (frontière Espagne/Portugal)	Été 2013	Miño et Océan Atlantique	K1
		Nemiña	Novembre 2017 Janvier 2018	Castro et Océan Atlantique	K1
		Villabona / Tolosa	Septembre 2009 Novembre 2009	Oria et Océan Atlantique	AMB et KNS
		Poio (Pontevedra) / Espagne	Automne 2012	Ria de Pontevedra et océan Atlantique	K5
		Santesteban	Décembre 2021	Bidasoa et océan Atlantique	K3
14	Suède	Vansbro	Été 2018	Västerdalälven	K3
		Vamas	2016	Västerdalälven	inconnu
		Munkedal	2016	Örekilsälven	inconnu
		Sotenäs	2014	Mer du Nord	inconnu
		Sandviken	Avril 2020	Lac Storsjön	K3 and Hel-X
		Idre	2016	Storan Österdalälven	inconnu
		Lysekil			K1
		Brandholmen/ Nyköping	Janvier 2023	Mer Baltique	K1 / Hel-X

ANNEXES

NOMBRE DE CAS DE POLLUTIONS	PAYS	LOCALISATION	DATE	MILIEU RÉCEPTEUR	BIOMÉDIAS UTILISÉS
	Suède	Pinan / Öckerö	Mars 2021	Mer du Nord	K1 / K3
		Sjölunda / Malmö	2020 / 2022	Mer Baltique	K1
		Bergsjö	2000 - 2008	Lac Bergsjøen	K2 / K3
		Klippan	2004	Mer Baltique	BioChip M
		Lessebo	2006	Lac Öjen	K1
		Kungsgårdens (Sandviken)	Avril 2020	Lac Storsjön	K3 / Hel-X
3	Suisse	Saillon	Janvier 2012	Salentse (affluent du Rhône)	Biochip
		Saint-Prex	Septembre 2012	Lac de Genève et Méditerranée	BWT 15
		Evolène	Mars 2012	Le Borgne (affluent du Rhône)	Biochip

Notes | 29. Kruse, F., 2021, En halv miljon plastbitar utsläppta i havet – kan flyta iland här, Göteborg: Göteborgs-Posten. <https://www.gp.se/nyheter/goteborg/en-halv-miljon-plastbitar-utslappta-ihavet-kan-flyta-iland-har-1.4286639> | **30.** Laugaland, J.M. & Torgersen, H., 2018, Trodde stranda var full av store hagl, NRK Nyheter. <https://www.nrk.no/rogaland/millioner-av-smoplastbiter-forurensere-vindafjorden-1.14322409> | **31.** Laugaland, J.M. & Torgersen, H., 2018, Politiet etterforsket ikke plastutslipp: – Beklager, NRK Nyheter. <https://www.nrk.no/rogaland/politietetterforsket-ikke-plastutslipp-na-beklager-de-1.14323003> | **32.** Lundin, A., 2018, Flera ton plast utsläppt i älv – Älvräddarna gör polisanmälan, Fiskejournalen <https://www.fiskejournalen.se/fiskenyheter/fleratton-plast-utslappt-i-alm-alvraddarna-gor-polisanmalan> | **33.** Ringkøbing-Skjern Kommune, 2021, Hjælp kommunen med at kortlægge sorte plasticdimser <https://www.rksk.dk/nyheder/kommunen/marts/hjaelp-kommunen-med-atkortlaegge-sorte-plasticdimser> | **34.** Persson, R., 2023, Här inleds saneringen efter plastutsläppet i Nyköping, SVT.se

8.2 ANNEXE 2 : PARTIES PRENANTES INTERROGÉES, QUESTIONNAIRES ET ENTRETIENS

PAYS	ENTREPRISE	CONTACT
Danemark	Ministère de l'Environnement Danois	Frank Jensen
Danemark	Ringkøbing-Skjern Kommune	Anders Norskov Stidsen
France	Agence de l'Eau Loire Bretagne	Regis Le Quillec
France	Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse	Fabien Abad
France	STEP de Bastia	Bernard Bombardi/ Stéphane Casella
France	STEP de Châteauneuf Le Rouge	Marie Bonnamy/ Rémi Grac
France	STEP de La Plagne	Marc Pelissier
France	STEP de Menton – Roquebrune	Fidele Vingelli
France	STEP de Vallouise - Pelvoux	Amandine Fiot
France	STEP de Abriès – Ristolas / Château Ville vieille – Molines en Queyras	Cécile Belon
France	STEP de Carhaix-Plouguer	Fabien Pann
France	Ministère de la Transition Ecologique – (DGALN)	Bénédicte Jénot / Augustin Ayoub
France	DDTM 64	Arnaud Bidart
France /Europe	SAUR	Adélaïde Combret
France/ Europe	SOCOTEC	Aurélien Brottes
Allemagne	MUTAG	Louise Munk
Islande	Arctic Fish Aquaculture	Steinum G. Einarsdottir
Islande	Agence Environnementale Islandaise	K. Sóley Bjarnadóttir Hólmfríður Þorsteinsdóttir
Norvège	Agence pour la protection de l'Environnement Norvégienne	Maria Hedenstad / Caroline
Suède	Agence Environnementale Suédoise	Helen Klint / Maximilian Ludtke / Martin Holm
Suède	Agence Suédoise pour la gestion de la Mer et de l'Eau	Robert Almstrand

ANNEXES

PAYS	ENTREPRISE	CONTACT
Suède	STEP de Göteborg	Asa Magnusson / Tove Rappmann
Suède	STEP de Gislaved	Theodor Ekman Larsson / Hannah Steinhausen
Suède	Tanum Kommune	Karin Görfelt and Michael Viberg
Suède	STEP de Mellanfjärden and Bergsjö	Linda Almqvist
Suède	STEP de Ekebro	Anders Jeppsson
Suède	STEP de Göteborg GRYAAB	Emma Nivert
Suède	STEP de Klippan	Andersson Börje
Suède	STEP de Lessebo	Katarina Karlsson Palm
Suède	STEP de Lysekil	Johanna Torberntsson
Suède	STEP de Nyköping	Oliver Teichert
Suède	STEP de Öckerö	Mats Kjellberg
Suède	STEP de Vansbro	Åsa Ekvall
Suède	STEP de Vrigstad and Farstorp	Kim Tietze
Suède	Independent – Master Thesis on Biocarriers	Agnes Tunstad
Suède	West Coast Trust -Suède	Florina Lachmann
Suède / Europe	Anox Kaldnes – Veolia Water	Sofia Lind
France	Suez France	pas de réponse
France	FP2E - Fédération Professionnelle des Entreprises de l'Eau	pas de réponse
Norway	Standard Norge	pas de réponse
world	Global Salmon Initiative	pas de réponse
world	Aquaculture Stewardship Council	pas de réponse
world	Global Seafood Alliance	pas de réponse

8.3 ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE AUX PARTIES PRENANTES

SHARING OF YOUR EXPERIENCE WITH BIOCARRIERS - EN

Surfrider Foundation Europe* is commissioned by the Swedish Environmental Protection Agency (SWEPA) to propose guidelines on the safe management of biocarriers.

This assignment will contribute to the OSPAR Working Group on Marine Litter. (<https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter>)

Biocarriers are small bacteriological supports introduced in WasteWater Treatment Plant (WWTP) to improve treatment efficiency. Unfortunately, regular malfunctions occur, leading to leakages in the environment. They can especially be found in secondary treatment processes such as MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor).

Our mission will be organised around a group of experts (Environmental agencies from Nordic countries, WWTP designers, operators, municipalities) who, through their involvement in the life cycle of biocarriers, will be able to share their experiences.

In order to reinforce this guide of good practices, we are looking for more experts who could provide new RECOMMANDATIONS and/or validate those already proposed.

We identified you as a valuable stakeholder for this project and we would really appreciate you sharing your experience regarding bio carriers with us.

This questionnaire will help us better understand your experience.

The following form will take you 5-10 min to fill.

If you feel more comfortable, feel free to answer in your mother tongue.

The results of this questionnaire will be kept private and no data will be shared publicly without your authorisation.

Please do not hesitate to contact us for further information.

Thank you in advance for your contribution.

Philippe Bencivengo - Surfrider Foundation Europe
@ pbencivengo@surfrider.eu

** Surfrider Foundation Europe is a European NGO who has become a reference in the protection of the ocean and its users. Its work has been acknowledged through numerous European expert groups.*

SHARING OF YOUR EXPERIENCE WITH BIOCARRIERS - EN

Tell us a bit more about who you are

- 1. What is your name? (first name / last name)
.....
- 2. Which organisation are you working for? (company / minister / NGO ...)
.....
- 3. What is the territory covered by your activity ? (Local, National, European, International...)
.....

Your experience regarding biocarriers

- 4. For how long have you been working with biocarriers?
.....
.....
- 5. In which phase of the biocarriers' life cycle are you involved?
 - Regulation / Control
 - Bio-carriers production / supply
 - Transport / Storage
 - WasteWater Treatment Plant Design and Installation
 - WasteWater Treatment Plant Operation
 - Waste management (end of life / overspill)
 - Other
- 6. Can you please tell us a bit more about your role in few lines?
.....
.....
.....
.....
.....
- 7. Have you ever faced incidents or difficulties regarding the management of biocarriers?
 - Yes
 - No
 - I don't know
- 8. If yes, can you please explain what happened?
.....
.....
.....
.....
.....

QUESTIONNAIRE

SHARING OF YOUR EXPERIENCE WITH BIOCARRIERS - EN

9. Has your experience with biocarriers been documented within your organisation?

- Yes No I don't know

10. If yes, what kind of document / media? (information page, website, user guide, RECOMMANDATIONS, process of control, incidents report ...)

.....
.....

Participating to the "experience capitalization"

11. Do you want to contribute to this participatory process?

It will consist in sharing your feedbacks about your experience with biocarriers, participating in online working groups and help validating the guidelines with other actors working on biocarriers.

- Yes No other

If other, please explain:
.....
.....

Promotion and dissemination

12. Will you be able to share RECOMMANDATIONS and good practices within your organisation?

.....

13. Do you know 1 or 2 people who would be interested in taking part in this experience capitalization process?

If so, would you agree to send them this questionnaire or give us their contact details so we can further contact them.

.....
.....

14. Feel free to share any useful information regarding biocarriers

.....
.....
.....

15. May we contact you back for any further information?

- Yes No other

16. Email to be contacted:

