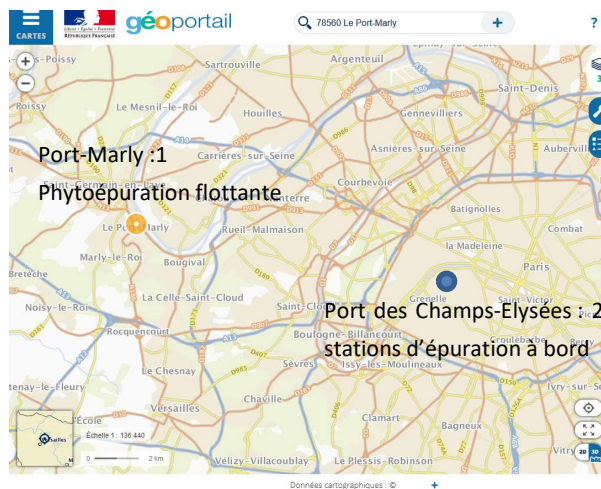


Mesure in situ de contamination des effluents rejetés et de l'impact des rejets d'un groupe de bateaux sur la qualité bactériologique du cours d'eau environnant

Volet 2 : Mesure des performances d'abattement microbiologique pour 3 solutions de traitement à la source

Affaire N° 19A059
Suivie par : Olivier SAISON (Chef de projet)



VERSION FINALE DU PROTOCOLE

Version	Date	Rédigé / relu par	Commentaires
1.3	08/06/20	O. Saison	ERRATUM chap.2.2.3 : Comprendre « MES, pH et température des échantillons <u>mesurées en laboratoire</u> »
1.2	17/02/20	O. Saison	Version finale validée
1.1	30/01/20	O. Saison, D. Angelescu / F. Raout, C. Fabre, N. Le Pen	Protocole validé par la DRIEA, la DRIEE, et l'ARS suite à la réunion du 07/01/20
1.0	10/01/20	Olivier SAISON / Dan ANGELESCU	Protocole révisé suite à la réunion du 07/01 pour validation
0.1	20/12/19	Olivier SAISON / Dan ANGELESCU	Proposition de protocole pour la réunion du 07/01

Table des matières

Mesure in situ de contamination des effluents rejetés et de l'impact des rejets d'un groupe de bateaux sur la qualité bactériologique du cours d'eau environnant	1
1 Contexte et objectifs des expérimentations	3
2 Protocoles expérimentaux	5
2.1 <i>Périmètre d'expérimentation : Trois solutions de traitement installées en région parisienne</i>	5
2.2 <i>Protocole de mesure des performances d'abattement microbiologique des deux stations d'épuration embarquées Biomicrobics et Enteron</i>	6
2.2.1 Echantillonnage	6
2.2.2 Méthodes d'analyse des paramètres Escherichia coli et Entérocoques intestinaux	7
2.2.3 Autres données contextuelles	8
2.2.4 Période envisagée pour les essais	8
2.3 <i>Protocole de mesure des performances d'abattement microbiologique de la solution Aquatiris</i>	8
2.3.1 Echantillonnage	8
2.3.2 Méthodes d'analyse des paramètres Escherichia coli et Entérocoques intestinaux	9
2.3.3 Autres données contextuelles	9
2.3.4 Période envisagée pour les essais	9

1 Contexte et objectifs des expérimentations

Plusieurs solutions de traitement des eaux usées de bateaux à la source existent depuis longtemps, mais le cadre légal et la méthodologie d'évaluation des performances requises pour ces solutions sont insuffisamment définis, notamment dans le cas des pollutions microbiologiques. En particulier on constate aujourd'hui que :

1. Ces solutions sont mieux encadrées pour les navires, naviguant en mer, que les bateaux ou établissements flottants évoluant en eau douce, dont les statuts juridiques et obligations leur incombant sont par ailleurs multiples. Cela étant, le Comité Européen pour l'Elaboration de Standards dans le domaine de la Navigation Intérieure (CESNI) définit des exigences techniques relatives aux « stations d'épuration de bord » des bateaux de navigation intérieure¹. La vérification du respect de ces exigences par l'autorité compétente ouvre droit à un « agrément de type ». Il n'y a pas à ce jour d'autorité compétente définie en France, mais il y en a par exemple en Allemagne ;
2. Les performances épuratoires des solutions existantes posent question sur le critère « Rejets microbiologiques » en conditions réelles, critère en lien avec certains usages sensibles de l'eau des rivières comme la production d'eau potable, l'aquaculture et la baignade. Le CESNI n'inclut d'ailleurs pas le critère microbiologique dans ses exigences de performance attendues pour les stations d'épurations de bord, lesquelles portent sur trois paramètres classiques : DCO, DBO₅ et COT. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) européenne considère un plus grand nombre de paramètres qualifiant l'état écologique des eaux de surface, avec une sensibilité particulière aux pollutions par les nutriments (azote et phosphore), mais n'encadre pas les pollutions microbiologiques.

En conséquence de quoi, l'ADHF-F a demandé la réalisation d'un plan d'expérimentation visant à fournir des éléments factuels, vérifiés par une méthodologie scientifique solide, sur les performances microbiologiques de différentes méthodes de traitement à la source. Plus spécifiquement, l'objectif de ces expérimentations est de mesurer, en conditions réelles d'utilisation et in-situ, l'abattement des bactéries *Escherichia coli* et Entérocoques Intestinaux, paramètres réglementaires pour la qualité « Baignade », par trois solutions de traitement embarquées proposées par les fournisseurs Aquatiris, Biomicobics et Enteron.

L'interprétation des résultats permettra de fournir un socle scientifique solide pour la prise de décision quant à l'acceptation de ces solutions comme des réponses techniques suffisamment performantes

¹ Standard européen établissant les prescriptions techniques des bateaux de navigation intérieure (ES-TRIN), 2019

pour maîtriser le risque sanitaire issu du rejet des bateaux-logements, en préalable à l'homologation de ces solutions sur le territoire national pour poser un cadre normatif encourageant l'investissement, qui faisait défaut jusqu'à présent.

Les toilettes sèches, également identifiées dans le volet 1 de l'étude comme une famille de solutions pertinente sous plusieurs aspects, sont par nature des solutions « Zéro rejet ». Elles ne sont donc pas traitées dans le présent rapport. Cela étant, elles posent la question du besoin de traiter les autres effluents (eaux grises), question abordée dans le rapport d'étude d'impact des rejets d'un groupe de bateaux.

Comme évoqué plus haut, l'épuration de la charge organique est la base de tout système d'épuration. Les performances épuratoires sont supposées connues et vérifiées, de la documentation à ce sujet pouvant être fournie par les fournisseurs au besoin. La vérification du respect des performances épuratoires autres que l'abattement microbiologique ne fait donc pas l'objet de cette étude (lesquelles présentent par ailleurs un enjeu relativement marginal au regard de l'objectif de bon état écologique des masses d'eau navigables).

2 Protocoles expérimentaux

2.1 Périmètre d'expérimentation : Trois solutions de traitement installées en région parisienne

Les protocoles expérimentaux à déployer visent à évaluer les performances de :

- Deux solutions de traitement embarquées (ou stations d'épuration de bord) – une station de l'entreprise américaine Biomicrobics et la station Enteron50® de l'entreprise allemande Enteron, installées sur deux bateaux-logements au quai des Champs-Élysées ;
- Une solution de phytoépuration sur barge flottante, de l'entreprise Aquatiris, installée à Port-Marly (prévu ce printemps).

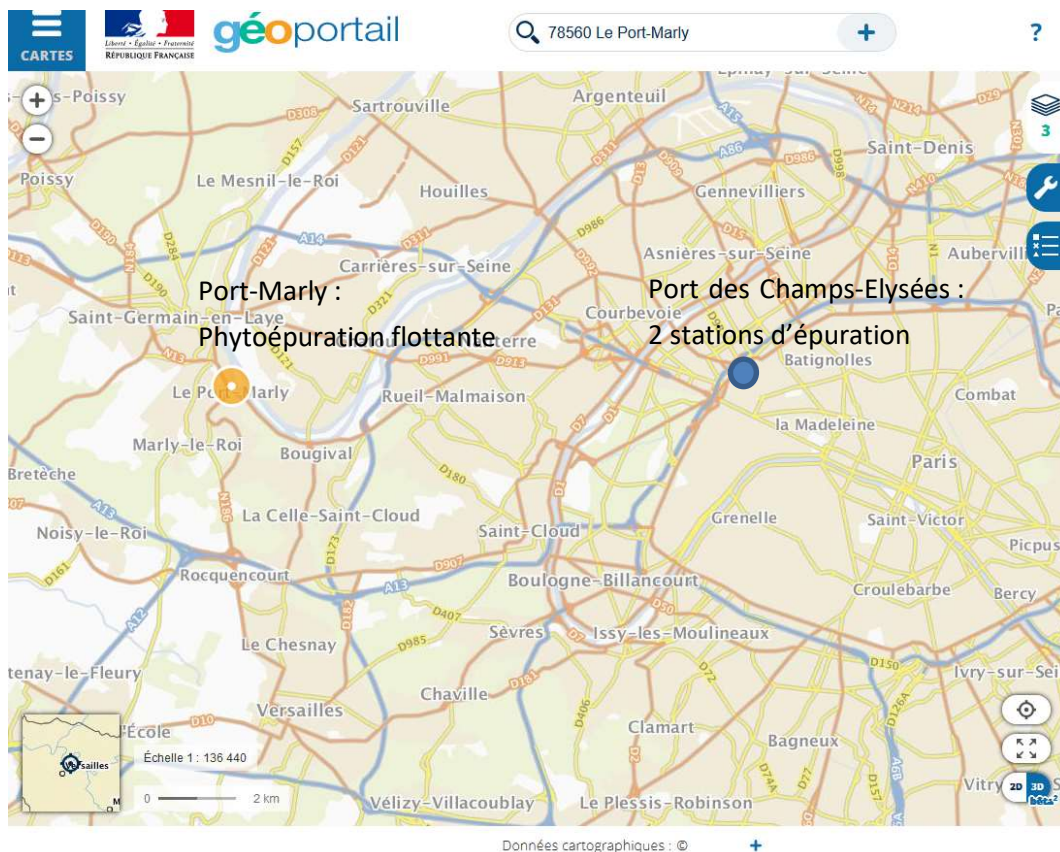


Figure 1 : Carte des 3 installations de traitement à tester sur les rejets en E.coli et Entérocoques intestinaux

Ces trois systèmes sont dimensionnés pour traiter l'ensemble des eaux usées (eaux noires et eaux grises) des bateaux, et équipés pour désinfecter les eaux usées. Nous renvoyons au rapport du volet 1 de l'étude pour le descriptif plus détaillé de ces solutions.

2.2 Protocole de mesure des performances d'abattement microbiologique des deux stations d'épuration embarquées Biomicrobics et Enteron

2.2.1 Echantillonnage

- Positionnement de ce protocole par rapport aux référentiels existants :

- Le standard européen ES-TRIN 2019 prévoit dans le cadre de l'essai de type d'une solution d'épuration à bord, des mesures de performance en charge hydraulique normale (Q_d), surcharge ($1,25 \cdot Q_d$), sous-charge ($0,5 \cdot Q_d$) et « stand-by » (2jrs à $Q=0L/jr$ puis 2jrs à $Q=Q_d$) conformément à la section IX de l'annexe 7.
- De façon similaire, le rapport « Protocole ANC proposé par l'AFSSET » propose un protocole d'homologation sur plateforme et in-situ pour les solutions d'assainissement non collectif (ANC).

Dans le cadre de cette étude, à la croisée des démarches ES-TRIN applicables aux bateaux de plaisance et celle pour l'assainissement non collectif appliquée à terre, dans un cadre d'ouverture de nouvelles solutions d'assainissement non collectif adaptées aux bateaux qui pourraient représenter d'ici 2023 des solutions techniquement pertinentes en zones à usages sensibles (baignade, production d'eau potable), nous proposons une démarche hybride entre l'essai de contrôle in-situ et l'essai d'homologation/agrément sur plateforme, en considérant dans le cadre de cette étude quatre cas ;

- 4 contextes de fonctionnement testés :

1. Tests en charge normale de 2 personnes à bord sur 24h a priori (durée à préciser en fonction des précisions qui seront apportées par les constructeurs sur les temps de séjour moyen des effluents et les modalités de rejet des effluents), consécutive à une période d'occupation normale avec 2 personnes de cinq jours minimum + Tests ponctuels sur une période plus longue (ex. séquence de 6 semaines prévue dans le protocole d'homologation en ANC),
2. Tests en retour à la charge normale de 2 personnes à bord, consécutive à une interruption des entrées pendant 2 jours pour se mettre dans les conditions du test « Stand-by » prévu dans le standard ES-TRIN (ex. absence pendant un week-end),
3. Tests en retour à la charge normale de 2 personnes à bord, après une période d'inoccupation d'une ou deux semaines (ex. congés d'été). SEPIA Conseils explique que cette situation n'est pas prévue par le standard ES-TRIN, alors qu'elle représente

une situation susceptible de se présenter régulièrement en été. Elle est d'ailleurs prévue dans la procédure d'essai figurant dans le rapport AFSSET pour l'ANC,

4. Tests en surcharge avec des invités consécutifs à une période d'occupation normale avec 2 personnes de cinq jours minimum, sur une période dépassant la soirée autant que possible (ex. invités : 4-6 personnes pour une période d'une soirée minimum, préférablement 24h ou plus).

Les modalités de mise en œuvre de ce protocole restent à préciser selon les disponibilités des usagers volontaires pour les essais. Pour rappel, le protocole proposé n'a pas la vocation à se substituer à un protocole d'essai de type sur plateforme où tout est contrôlable, mais a la prétention d'aller plus loin que de simples essais ponctuels de contrôle in-situ, de manière à ce que les résultats obtenus puissent être valorisés par la suite et accélérer la suite à donner ;

- **2 points de prélèvement** : En entrée + En sortie de la station ;
- **Type de prélèvement** : Prélèvements ponctuels ;
- **Durée et fréquence d'échantillonnage** : 6 échantillons sur une période de 24h, à choisir entre un jour en semaine ou de we, sur des horaires d'activité et d'inactivité à préciser en fonction du jour choisi ;
- **Nombre total d'échantillons à titre indicatif** : $(6+6+6+6)*2 = 48$ échantillons à analyser pour chaque paramètre : Escherichia coli et Entérocoques intestinaux. A préciser en fonction des précisions apportées par les constructeurs et les disponibilités/possibilités des bateliers ;
- **Qui échantillonne ?** Les bateliers résidents, qui auront été préalablement formés par Fluidion. Certains prélèvements seront de plus réalisés directement par Fluidion. Et les services de l'Etat seront invités à assister à la formation et aux tests une fois programmés.

2.2.2 Méthodes d'analyse des paramètres Escherichia coli et Entérocoques intestinaux

- Analyses de l'ensemble des échantillons prévus par les occupants formés à l'utilisation du système AlertLab® de Fluidion (soit $48*2 = 96$ analyses) ;
- Analyses redondantes pour 1 ou 2 échantillons par période de 24h, par deux laboratoires extérieurs agréés COFRAC pour des analyses sur média Eaux usées brutes et traitées ;
- Analyses redondantes pour quelques échantillons par Fluidion avec la méthode Colilert Quantitray de quantification (en NPP) du laboratoire IDEXX, accréditée US-EPA/AFNOR ;
- Selon l'expertise du Groupement SEPIA Conseils – Fluidion, dans le souci de recherche d'un optimum technicoéconomique, le nombre d'analyses en entérocoques intestinaux pourrait être revu à la baisse de manière à pouvoir faire davantage de mesures d'E.coli.

2.2.3 Autres données contextuelles

- Relevé de la durée entre l'installation de la station d'épuration et le début des tests et vérification de sa valeur supérieure avec la durée Constructeur de mise en service ;
- Estimation sur la période de test du débit traité par mesure de différence de niveau dans la cuve, ou relevé compteur (à préciser selon les possibilités sur site) ;
- MES, pH et température des échantillons (mesurées en laboratoire) ;
- Mesure des températures à bord ;
- Toute intervention de maintenance.

2.2.4 Période envisagée pour les essais

Les deux microstations d'épuration devraient être opérationnelles pour des tests dès février. Ces solutions de traitement n'étant pas sensibles aux conditions extérieures, nous envisageons de mener les essais dès que possible.

2.3 Protocole de mesure des performances d'abattement microbiologique de la solution Aquatiris

2.3.1 Echantillonnage

- **5 contextes de fonctionnement évalués** : En charge normale pour différentes conditions météorologiques représentatives. On considèrera plus particulièrement les cas suivants :
 1. Charge normale (Nb de personnes en occupation normale à préciser), consécutive à une interruption des entrées pendant 2 jours pour se mettre dans les conditions du test « Stand-by » (ex. absence pendant un we),
 2. Charge normale (Nb de personnes en occupation normale à préciser), consécutive à une période d'occupation normale en période estivale représentative,
 3. Charge normale (Nb de personnes en occupation normale à préciser), consécutive à une période d'occupation normale et à une période de 15 jours de temps sec,
 4. Charge normale (Nb de personnes en occupation normale à préciser), consécutive à une période d'occupation normale et à une période pluvieuse,
 5. Charge avec invités (ex. 2*Nb de personnes en occupation normale, sur une durée si possible plus longue qu'une soirée).

Les modalités de mise en œuvre de ce protocole restent à préciser selon les disponibilités des usagers volontaires pour les essais. Pour rappel, le protocole proposé n'a pas la vocation à se substituer à un protocole d'essai de type sur plateforme où tout est contrôlable, mais a la prétention d'aller plus loin que de simples essais ponctuels de contrôle in-situ, de manière à ce que les résultats obtenus puissent être valorisés par la suite et accélérer la suite à donner ;

- **3 points de prélèvement** : En entrée + En sortie de station avant traitement UV + En sortie de station après traitement UV complémentaire ;
- **Types de prélèvement** : Prélèvements ponctuels ;
- **Durée et fréquence d'échantillonnage** : 6 échantillons sur une période de 24h, à choisir entre des jours en semaine ou de we, sur des horaires d'activité et d'inactivité à préciser en fonction du jour choisi ;
- **Nombre total d'échantillons à titre indicatif** : $(6+6+6+6+6)*3 = 90$ échantillons à analyser. A préciser en fonction des précisions apportées par les constructeurs, les disponibilités/possibilités des bateliers et les conditions météorologiques lors des tests.

2.3.2 Méthodes d'analyse des paramètres Escherichia coli et Entérocoques intestinaux

Idem chapitre 2.2.2. Soit $90*2 = 180$ analyses

2.3.3 Autres données contextuelles

- Relevé de la durée entre l'installation de la station d'épuration et le début des tests et comparaison avec la durée de mise en service indiquée par le constructeur ;
- Estimation sur la période de test du débit traité par mesure de différence de niveau dans la cuve, ou relevé compteur (à préciser selon les possibilités sur site) ;
- Pluviométrie ;
- Températures journalières (Min et Max) ;
- Toute intervention de maintenance (lampe UV, ...).

2.3.4 Période envisagée pour les essais

L'installation de la barge flottante d'Aquatiris est prévue au début du printemps. Cela étant, il conviendra d'attendre les conditions estivales pour se rapprocher des conditions réelles de performance pendant la saison balnéaire.