

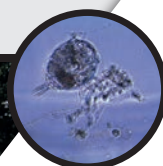
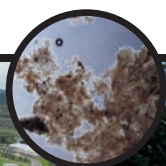
Qualité microbiologique des eaux en agglomération parisienne

Des eaux usées aux eaux de Seine

Ouvrage collectif

Coordinateurs
Vincent Rocher et Sam Azimi

SIAAP
Service public de l'assainissement francilien



EDITIONS
JOHANET

**QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE
DES EAUX EN
AGGLOMÉRATION
PARISIENNE**

**DES EAUX USÉES AUX EAUX DE
SEINE**

Ouvrage collectif

Coordinateurs : Vincent Rocher et Sam Azimi
SIAAP



LISTES DES AUTEURS

Vincent Rocher SIAAP - Direction Développement et Prospective
- Service Expertise et Prospective.

Sam Azimi SIAAP - Direction Développement et Prospective -
Service Etudes Générales et Patrimoine.

Jean Bernier SIAAP - Direction Développement et Prospective -
Service Expertise et Prospective.

Sabrina Guérin-Rechdaoui SIAAP - Direction Développement et
Prospective - Service Expertise et Prospective.

Romain Mailler SIAAP - Direction Développement et Prospective
- Service Expertise et Prospective.

Sébastien Pichon SIAAP - Direction Développement et Prospective
- Service Expertise et Prospective.

Alexandre Gonçalves SIAAP - Seine Aval - Unité de Production
des Eaux et de l'Irrigation.

Olivier Rousselot SIAAP - Direction Développement et Prospective.

Jean-Marie Mouchel Université Pierre et Marie Curie - UMR
METIS.

Françoise Lucas Université Paris-Est Créteil - LEESU - Faculté des
Sciences et Technologie.

Avec la participation de :

Erwan Garcia-Gonzalez, Elise Alibert, Fanny Richard, Gautier
Le Moign, Céline Briand et Sophie Masnada (SIAAP - Direction
Développement et Prospective - Service Expertise et Prospective).

Christian Marchon, Smail Gherrame, Jean-Pierre Chazal et Kacem
Abid (SIAAP - Direction Développement et Prospective - Unité
prélèvements).

Equipes du laboratoire d'analyses physico-chimiques de la Direction Développement et Prospective du SIAAP.

Equipes du laboratoire de microbiologie de l'usine MAV du SIAAP.

Lionel Benard et Bastien Laborie (SIAAP - Direction Santé Environnement).

Ludivine Lesage et Claire Thériat (LEESU).

Remerciements pour le soutien technique apporté à ce projet :

Nicolas Gillon (SIAAP - Direction des Réseaux).

Ronan Lebeau (SIAAP - Site MAV).

SOMMAIRE

Présentation du document	17
Descriptif des sites et protocoles techniques	21
I. Bactéries indicatrices de contamination fécale suivies.....	22
II. Sites de prélèvements	23
II.1 Installations industrielles : STEP et déversoirs d'orage	23
II.1.1 Description des installations	23
II.1.2 Pratiques d'échantillonnage sur les installations industrielles	25
II.2 Eaux de Seine en agglomération parisienne.....	26
II.2.1 Description du réseau de suivi de la qualité de la Seine (MeSeine).....	26
II.2.2 Pratiques d'échantillonnage en rivière.....	28
III. Références bibliographiques.....	28
Bactéries indicatrices fécales dans les effluents urbains - Focus sur les rejets d'eau traitée et les déversements de temps de pluie	31
I. Introduction	32
II. Qualité microbiologique des eaux traitées en STEP.....	32
III. Qualité microbiologique des RUTP	34
III.1 Déversoirs d'orage étudiés	34
III.2 Evaluation globale de la qualité microbiologique.....	35
III.3 Variabilité de la qualité microbiologique des RUTP ..	37
IV. Conclusions	40
V. Références bibliographiques.....	41
Elimination des bactéries indicatrices fécales en station d'épuration - Efficacité des différents procédés	43
I. Introduction	44
II. Niveau de contamination des eaux avant et après traitement.....	45

III.	Efficacité des ouvrages de traitement primaire	47
	III.1 Efficacité des ouvrages de décantation classique	48
	III.2 Efficacité des ouvrages de décantation lamellaire.....	49
	III.3 Synthèse sur l'efficacité du traitement primaire	51
IV.	Efficacité des ouvrages de traitement biologique	52
	IV.1 Traitements biologiques étudiés	52
	IV.2 Taux d'élimination des micro-organismes.....	53
	IV.3 Synthèse sur l'efficacité du traitement biologique.....	56
V.	Efficacité des traitements complémentaires par irradiation ultra-violet.....	58
VI.	Conclusions	60
VII.	Références bibliographiques.....	61
	Bactéries indicatrices fécales dans les eaux de Seine - Cas de l'agglomération parisienne.....	65
I.	Introduction	66
II.	Qualité microbiologique à l'aval immédiat de Paris	66
III.	Variabilité temporelle de la contamination fécale	68
	III.1 Variabilité saisonnière	68
	III.2 Variabilité inter-annuelle	69
IV.	Variabilité spatiale de la contamination fécale	71
V.	Apports de temps de pluie	72
VI.	Conclusions	73
VII.	Références bibliographiques	74
	Simulation de la contamination bactériologique en Seine et Marne - Outil de simulation ProSe-Bactériologie.....	77
I.	Introduction	78
II.	Généralités sur le modèle de simulation ProSe	79
	II.1 Zone géographique couverte par ProSe.....	79
	II.2 Description simplifiée du modèle ProSe	80

Présentation du document

Vincent Rocher* et Sam Azimi*

*SIAAP - Direction Développement et Prospective



Le Service Public de l'Assainissement Francilien (SIAAP) est en charge du transport et du traitement des eaux usées produites par près de 9 millions de franciliens pour leurs usages domestiques et industriels. Couvrant un territoire de 1 800 km², le SIAAP traite chaque jour près de 2,5 millions de m³ d'eaux usées par temps sec. Une fois dépolluée, l'eau est rejetée dans la Seine et la Marne.

Le SIAAP exploite le premier outil industriel de France pour l'assainissement : 440 km de canalisations, plus de 900 000 m³ de capacité de stockage des eaux pluviales et 6 usines de dépollution permettant un traitement complet des eaux usées (carbone, azote et phosphore). Cet outil industriel performant est le résultat de vagues de construction et de modernisation engagées depuis 1970 qui ont permis à l'assainissement francilien d'opérer une véritable mutation. En quelques décennies, la qualité du traitement s'est considérablement améliorée, en passant d'un traitement unique de la matière organique à un traitement complet de la pollution. Ces technologies intensives permettent aujourd'hui de redonner au milieu naturel une eau propre compatible avec l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau et propice au développement de la biodiversité. Ainsi, et à titre d'illustration, 32 espèces de poissons sont recensées dans la Seine aujourd'hui contre 3 en 1970¹ (Azimi et Rocher, 2016).

Le déploiement du traitement industriel des eaux usées, mené entre 1970 et aujourd'hui pour améliorer la qualité physico-chimique des eaux de surface a également eu un impact très positif sur la qualité bactériologique de la Seine. En particulier, les 15 dernières années (2000-2015), durant lesquelles des efforts ont été consentis pour généraliser le traitement de l'azote et du phosphore sur les usines et limiter les rejets urbains de temps de pluie, ont permis de limiter significativement les flux de micro-organismes introduits dans le milieu naturel. Cette réduction notable a conduit à une amélioration significative de la qualité bactériologique des eaux de Seine. Cette évolution positive peut être appréciée sur la Figure 1 présentant l'évolution des concentrations médianes en *Escherichia coli* (NPP / 100 ml - NPP : Nombre le Plus Probable) d'amont en aval de l'agglomération parisienne pour trois périodes : (a) 1999-2001, (b) 2004-2005 et (c) 2011-2013. En 15 ans, le niveau de contamination microbiologique a diminué d'un facteur 2

¹. Azimi S et Rocher V. Influence of the water quality improvement on fish population in the Seine River (Paris, France) over the 1990-2013 period. Science of the Total Environment 542 (2016) 955-964

en amont de l'agglomération parisienne (site de Choisy) et d'un facteur supérieur à 10 en aval de l'agglomération (site de Poissy).

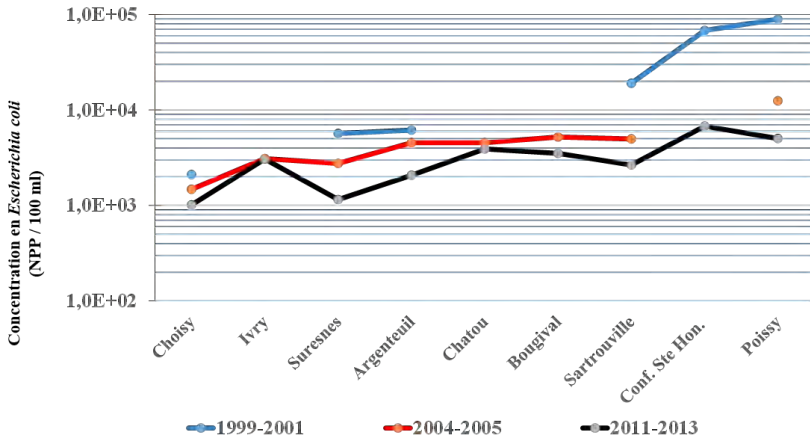


Figure 1. Evolution des concentrations médianes en *Escherichia coli* dans la Seine en agglomération parisienne en 1999-2001, 2004-2005 et 2011-2013

Cette amélioration de la qualité sanitaire des eaux de Seine conduit aujourd'hui à se poser la question de l'autorisation de la baignade sur certains secteurs, notamment dans le cas de l'organisation d'événements sportifs. A ce jour, la réglementation relative à la baignade (arrêté du 22 septembre 2008) porte sur deux bactéries indicatrices de contamination fécale : *Escherichia coli* (seuil fixé à 900 NPP / 100 ml, calcul du 90^e percentile) et entérocoques intestinaux (seuil fixé à 330 NPP / 100 ml, calcul du 90^e percentile).

L'objectif de ce document est d'apporter les éléments de connaissance et de compréhension sur le transfert de la contamination fécale en milieu urbain (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux). Basé sur 15 années d'études R&D menées par le SIAAP, via sa Direction Développement et Prospective, ce document synthétise les connaissances acquises sur la dynamique de transfert des bactéries indicatrices fécales dans le continuum réseau d'assainissement - stations d'épuration - rivières, en se focalisant sur le cas de l'agglomération parisienne.

Ce document est scindé en 5 chapitres techniques rédigés de manière à pouvoir être lus de manière indépendante :

1. Descriptif des sites et protocoles techniques.

2. Bactéries indicatrices fécales dans les effluents urbains - Focus sur les rejets d'eau traitée et les déversements de temps de pluie.
3. Elimination des bactéries indicatrices fécales en station d'épuration - Efficacité des différents procédés.
4. Bactéries indicatrices fécales dans les eaux de Seine - Cas de l'agglomération parisienne.
5. Simulation de la dynamique de la contamination bactériologique en Seine et Marne - Outils de simulation ProSe-Bactériologie.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.



Vincent Rocher
Sam Azimi

SIAAP
Experts Scientifiques et Techniques

En agglomération parisienne, les efforts consentis ces dernières décennies pour moderniser les stations d'épuration et optimiser le transport des eaux usées et pluviales dans les réseaux d'assainissement ont permis de réduire l'introduction de micro-organismes dans le milieu naturel. Cette réduction a conduit à une amélioration significative de la qualité bactériologique de la Seine et de la Marne, faisant émerger la question de la pratique d'épreuves sportives aquatiques et de l'ouverture de certains secteurs à la baignade. Au regard de ces « nouveaux » enjeux sociétaux, un travail de synthèse des connaissances techniques et scientifiques acquises par le SIAAP sur la contamination microbiologique des eaux en agglomération parisienne a été réalisé. Il a conduit à la rédaction de cet ouvrage à vocation technique, basé sur 15 années d'études R&D menées par le SIAAP et ses partenaires scientifiques, via sa Direction Développement et Prospective.

Ce document vise à apporter et à partager les éléments de connaissance et de compréhension, les plus récents, sur le transfert de la contamination fécale (*Escherichia coli* et entérocoques intestinaux) au sein du continuum « réseau d'assainissement – station d'épuration – fleuve ». Edité aujourd'hui, il permet de venir en appui aux études et plans d'actions, menés dans un cadre plus global par les acteurs de l'agglomération, sur la question de la baignade en Seine et en Marne et de l'organisation d'épreuves olympiques aquatiques en 2024.

Olivier ROUSSELOT

Directeur Développement et Prospective du SIAAP

ISBN 979-10-91089-29-6



9 791091 089296

SIAAP
Service public de l'assainissement francilien


**EDITIONS
JOHANET**