

Impacts des rejets par temps de pluie sur la qualité sanitaire des eaux de baignade

Stormwater sewer overflows impacts on sanitary quality of bathing waters

Frédéric Blanchet ¹, Emmanuel Soyeux ², Bruno Tisserand ³

¹Veolia Eau – Direction Technique. 1, rue Giovanni Battista Pirelli - 94410 Saint Maurice (France). frederic.blanchet@veoliaeau.fr

²Veolia Environnement – Direction de la Recherche, du Développement et de la Technologie. 36, avenue Kléber – 75116 Paris (France). emmanuel.soyeux@veolia.com

³Veolia Eau – Direction des Collectivités Publiques. 52, rue d'Anjou – 75008 Paris (France). bruno.tisserand@veoliaeau.fr

RESUME

La nouvelle directive européenne sur les eaux de baignade (2006/7/EC) introduit le principe de 'gestion active de la qualité sanitaire des eaux de baignade' qui pourra conduire à des interdictions temporaires lors des épisodes de pollution de courte durée. Au cours des trois dernières saisons estivales, Veolia a déployé à titre expérimental ce concept de 'gestion active' sur plus d'une centaine de sites de baignade de typologie très variée. Les résultats confirment le haut niveau de pollution bactériologique des rejets urbains par temps de pluie, principale cause de dégradation de la qualité des eaux de baignade. Une solution de traitements en ligne de ces rejets a pu être testée avec succès. Cette solution est adaptée aux situations de fortes densités urbaines.

ABSTRACT

New European Directive 2006/7/EC introduces the concept of 'active management of bathing water sanitary quality' which could lead to a temporary bathing prohibition in case of short term pollution. For the last three bathing seasons, Veolia has carried out in experimental mode this 'active management' concept over more than hundred bathing sites with various characteristics. Results confirm the high level of microbiological pollution which can be observed in sewer overflows during rainy periods. On-line treatment solution has been successfully tested. This solution may be used in case of dense urban areas.

MOTS CLES

Decision support system, Microbiological pollution of sewer overflows, On-line treatment, Sewer and coastal water modelling.

1 INTRODUCTION

La nouvelle directive européenne de gestion de la qualité des eaux de baignade (Directive 2006/7/CE du 15 février 2006) introduit différentes évolutions majeures, notamment :

- Les règles de classement des zones de baignade ;
- Une volonté accrue d'information des usagers des plages ;
- Le principe des 'plans de gestion des risques' liés aux dégradations ponctuelles de la qualité des eaux de baignade qui pourront conduire, le cas échéant, à des mesures d'interdiction ponctuelles de la baignade.

La directive européenne préconise ou suggère certains outils techniques, au titre d'obligation de moyens :

- Profil de vulnérabilité des plages : inventaire des sources de pollution et de leur criticité ;
- Surveillance des sources de pollution reconnues comme les plus critiques (instrumentation permanente, pluviométrie, télégestion, surveillance régulière) ;
- Evaluation régulière (quotidienne) du risque de dégradation de la qualité des eaux de baignades compte tenu des informations de contexte disponibles à travers le système de surveillance.

Aussi, cette nouvelle réglementation impose la poursuite de l'effort d'éradication des sources de pollution chroniques déjà entrepris depuis plusieurs années en France et en Europe, notamment à travers l'amélioration des performances des systèmes d'assainissement par 'temps sec'.

Ces mêmes dispositions introduisent un niveau de contrôle minimal des pollutions transitoires (accidentelles ou par temps de pluie) via leur quantification dans le profil de vulnérabilité et, le cas échéant, des mesures d'instrumentation (avec télégestion) des sources les plus critiques.

Cette communication se focalisera uniquement sur l'impact des rejets urbains par temps de pluie sur la qualité sanitaire des eaux de baignade. Il s'agit là d'un des enjeux majeurs de cette future directive.

2 PROFIL DE VULNERABILITE & GESTION ACTIVE

Veolia a initié une démarche de 'gestion active' dès l'été 2003 sur un premier ensemble de cinq sites pilotes. Cette démarche a été progressivement étendue au fil des saisons estivales ; elle a concerné plus de 130 sites durant l'été 2006 dont les premiers sites sur les rivières intérieures (Figure 1).

Sur la très grande majorité des plages concernées, la démarche s'appuie sur :

- Une identification préalable des sources de pollution potentielles avec des campagnes de prélèvements par temps sec et par temps de pluie au droit des principaux points de rejets des réseaux d'assainissement.
- L'instrumentation / surveillance des sources de pollution jugées les plus critiques vis-à-vis de la qualité sanitaire des eaux de baignade.
- Durant la saison estivale, une surveillance quotidienne de la qualité sanitaire des sites de baignade. Initialement axée sur une approche analytique, au gré d'une meilleure connaissance du milieu, cette surveillance tend à se concentrer sur une évaluation de risque prenant en compte les paramètres hydrométéorologiques des 48 dernières heures. La surveillance analytique n'est alors déclenchée qu'en cas de risque avéré.
- Une évaluation du dispositif de surveillance après chaque saison estivale

incluant la mise en relation entre dégradation de la qualité sanitaire des eaux de baignade et 'événements' antérieurs sur le bassin versant en amont immédiat du site.

Cette démarche a été déployée sur des sites de caractéristiques très différentes, en terme de :

- Densité urbaine : outre des plages situées sur des villes de plus de 50 000 habitants en période estivale (Figure 1), la démarche est aussi appliquée sur les stations balnéaires dont la population n'excède pas 5 000 habitants en période estivale (Sainte-Marguerite ou Pourville, près de Dieppe).
- Faciès maritime : la démarche a été mise en œuvre sur l'ensemble des façades maritimes françaises en Manche, sur l'Atlantique et la façade méditerranéenne.
- Nature des réseaux : unitaires (Boulogne-sur-Mer, Brest) ou séparatifs (Dieppe, Le Touquet, Deauville, l'ensemble des sites méditerranéens).

Le trait dominant de l'ensemble de ces expériences réside dans l'extrême sensibilité de la qualité des eaux de baignade aux épisodes pluvieux, première cause d'interdiction temporaire de la baignade.

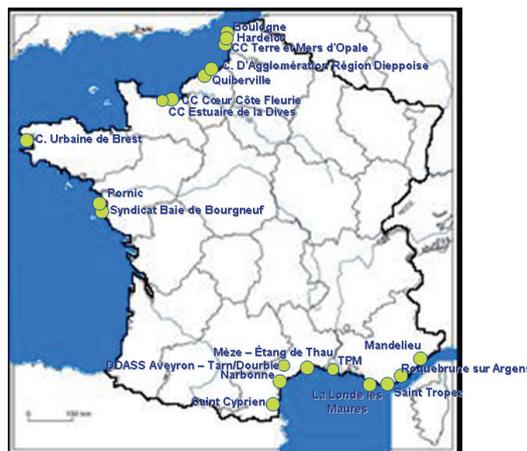


Figure 1 : station balnéaires / collectivités où la démarche de gestion active a été déployée durant l'été 2006.

3 POLLUTION BACTÉRIOLOGIQUE DES REJETS URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE

Sur de nombreux sites mentionnés à la Figure 1, plusieurs campagnes de prélèvements ont été menées par temps de pluie aux exutoires des principaux points de rejets du réseau d'assainissement unitaire (Boulogne, St Malo) ou pluvial (Dieppe, Deauville, Le Touquet). Ces campagnes s'inscrivent dans la phase d'établissement du profil de vulnérabilité et ont pour objectif d'estimer, en situation pluvieuse, d'une part, les flux de pollution bactériologique rejetés dans le milieu côtier dans le périmètre immédiat des plages et, d'autre part, de comparer ces flux à ceux observés dans des configurations de temps sec (importance et localisation des rejets).

Nous donnons ci-après Figure 2 les résultats d'une telle campagne pour la pluie du 29/08/03 à Dieppe. Cette pluie présente un cumul total de 10 mm sur une durée 2 heures ; elle n'a pas donné lieu à de fortes intensités de pluie.

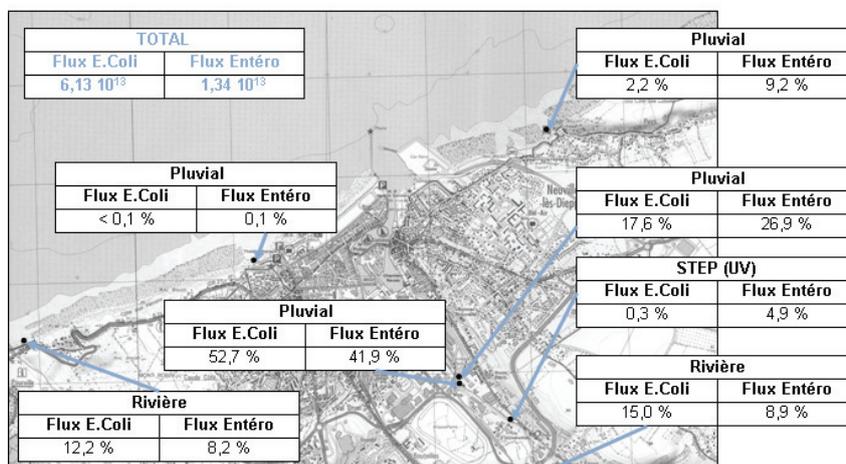


Figure 2 : importance et localisation des rejets de pollution bactériologique observés à Dieppe par temps de pluie.

La figure 2 amène les commentaires suivants :

- A l'échelle de l'agglomération, les flux bactériologiques rejetés par temps de pluie au milieu naturel sont équivalents à 200 m³ d'eaux usées brutes ce qui équivaut à un by-pass complet de la station d'épuration d'environ 1h30 par temps sec.
- En temps de pluie, les deux rivières côtières (Arques et Scie) située dans le périmètre immédiat des plages de Dieppe représentent 25 à 30 % des flux de pollution bactériologique rejetés en mer.
- Ce sont deux collecteurs d'eaux pluviales se rejetant dans l'Arques qui portent environ 70 % de la pollution bactériologique rejetées par temps de pluie dans le milieu naturel alors que la station d'épuration, équipée d'un traitement tertiaire (U.V. moyenne pression) porte 0,3 % des flux bactériologiques rejetés (part négligeable).
- D'autres collecteurs d'eaux pluviales se rejetant directement sur les plages constituent également des sources de pollution (respectivement 0,1 % et 2 %). Si ces collecteurs ne sont pas les principaux vecteurs de pollution, leur rejet direct au droit des sites de baignade en font néanmoins des 'points critiques'.

En terme de concentrations en flux bactériologique, il convient de noter que :

- Un des collecteurs d'eaux pluviales se rejetant directement sur la plage draine un parking d'environ 1 000 m². Pour ce collecteur, il pu être vérifié l'absence totale de rejet d'eaux usées. Des concentrations de l'ordre de 10⁴ à 2.10⁴ *E.coli* /100 ml ont pu y être néanmoins observées par temps de pluie. Ordre de grandeur conforme à ceux habituellement donnée par la littérature pour des rejets urbains de temps de pluie en contexte strictement séparatif (Ellis, 1985 et Chocat, 1992)
- Sur les deux principaux collecteurs d'eaux pluviales, des concentrations de 5 voire 6 Ulog en *E.coli* ont été régulièrement observées. Des observations identiques ont pu être réalisées au Touquet durant l'été 2005.

Nous attribuons ces niveaux de concentrations à la présence de rejets d'eaux usées. Les collecteurs étant soumis régulièrement à l'influence aval de la mer, ces rejets tendent à décanter dans les parties aval des émissaires, où les bactéries peuvent trouver un milieu propice à leur développement. Les zones de dépôts correspondantes sont facilement remobilisées en temps de pluie.

Enfin, en dépit des éléments exposés ci-dessus, à Dieppe, chaque épisode pluvieux estival n'entraîne pas une dégradation de la qualité des eaux de baignade. Dans une zone de forts courants de marée, les conditions de diffusion en mer des flux de pollution constituent un facteur prépondérant vis-à-vis de la vulnérabilité des plages.

4 OUTIL D'AIDE A L'EVALUATION DES RISQUES

Outre la réalisation du profil de vulnérabilité, la gestion active d'une plage nécessite :

1. La détermination chaque jour des périodes à risque pendant lesquelles les concentrations en bactéries (*E.coli* et entérocoques) sont susceptibles de dépasser les limites réglementaires
2. La fermeture éventuelle de la plage pendant la période à risque puis sa réouverture lorsque le risque est levé

Cette démarche a été initiée sur les plages de la Communauté d'Agglomération de Dieppe Maritime avec la réalisation de l'étape 1 en 2003 et la construction d'un Système d'Aide à l'Evaluation des Risques Sanitaires (SAERS) en 2005. Ce système a été utilisé par Veolia Eau pendant les périodes estivales de 2005 et 2006 (Riou et al., 2006).

Pour concevoir le Système d'Aide à l'Evaluation des Risques Sanitaires (S.A.E.R.S), une étude de sensibilité préalable a été entreprise : sont ainsi prises en compte deux coefficients de marée, plusieurs directions et intensités de vent représentatives des régimes météorologiques les plus courants et les plus impactants (certaines directions de vent ont une influence négligeable sur la circulation). Ces combinaisons sont augmentées de facteurs liés à l'hydrologie terrestre déterminant l'intensité des flux de contamination (pluie, antécédents pluvieux). C'est ainsi une centaine de scénarios de référence qui ont été pris en compte par les équipes de Veolia et de l'Ifremer. Cette méthode possède l'avantage de reposer sur des modélisations préalables.

En cours d'exploitation, l'opérateur n'a besoin que de sélectionner les valeurs discrètes des paramètres se rapprochant le plus des cas pré-simulés ; il est aidé en cela par une interface, qui en sélectionne certains de façon automatique, tels que le coefficient de marée le plus représentatif en fonction de la date. Il a alors accès à des résultats lui permettant d'évaluer les risques de dégradation de la qualité des eaux de baignade au cours des prochaines heures.

A titre d'illustration, nous présentons ci-après deux situations de complexité croissante : une plage sous l'influence d'une source de pollution prépondérante et une plage soumise à l'influence de 2 sources de pollution qui peuvent intervenir indépendamment ou de façon concomitante.

4.1 Plage soumise à une source de pollution prépondérante

Lorsqu'une plage est sous l'influence directe d'une source de pollution, par exemple une rivière, la concentration en bactérie dans la rivière détermine, avec les conditions climatiques et de marée, la concentration sur la plage. Or, la charge en bactérie d'une rivière côtière peut être éminemment variable, que ce soit d'un jour à l'autre pendant une saison estivale, ou d'une saison estivale à l'autre (Figure 3).

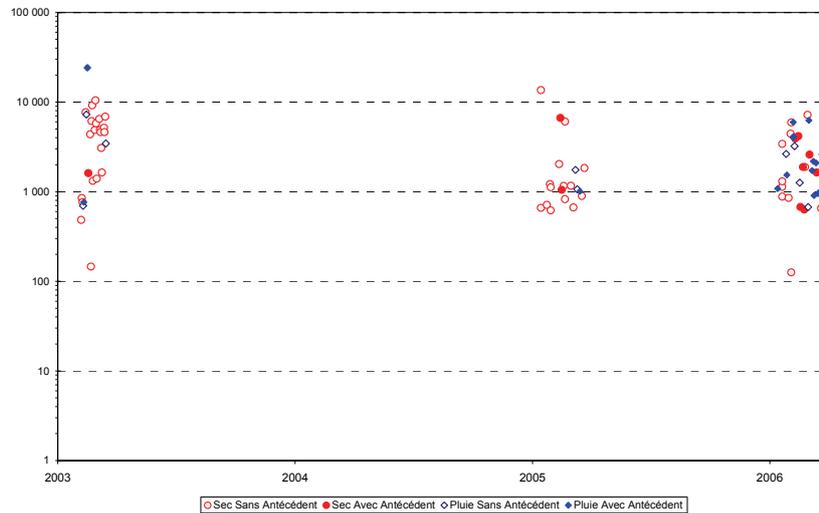


Figure 3 : Concentrations en *E. coli*/100 ml dans la Saône pendant les saisons estivales 2003, 2005 et 2006 (N = 84)

On observe une dispersion importante des valeurs. L'influence de la pluie précédant une période de temps sec ou de temps de pluie est difficile à discerner. En ce qui concerne la variation d'une saison estivale à l'autre on observait en moyenne : 3 360 *E. coli*/100 mL sur les années 2003 à 2006 (N=84), 5 460 en 2003 (N=28), 2 320 en 2005 (N=19) et 2 310 en 2006 (N= 37).

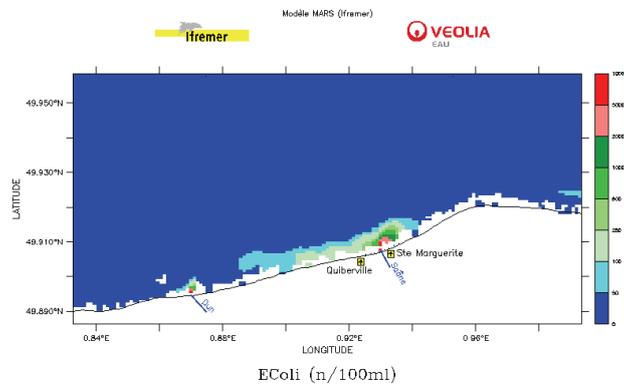


Figure 4 : Emprise du panache issue de la rivière Saône en début de période critique (Basse Mer +2h30) par temps sec (fort coefficient de marée, vent significatif)

Ceci a conduit à utiliser le SAERS et les modélisations courantologiques sur lequel il repose à 2 fins :

- Déterminer les périodes à risque en fonction des conditions climatiques et de marée (Figure 4)
- Evaluer la concentration critique dans la rivière, pour des conditions climatiques et de marée données, au-delà de laquelle il existe un risque de dépassement des valeurs réglementaires sur la plage (Figure 5)

Antécédent Pluvieux	Vent	Marée	Période à risque (E. coli \geq 2 000 n/100 ml)				Origine du risque		Pour éviter le risque	
			Début	Fin	Durée	[E. Coli] _{Max}	Source	[E. Coli]	Source	[E. Coli] _{Max}
Sans	Sans	Vive Eau	-	-	00h00	1 004	Saône	4 500	Saône	9 000
Sans	Avec	Vive Eau	-	-	00h00	1 030	Saône	4 500	Saône	9 000
Avec	Sans	Vive Eau	BM+01h30	BM+02h30	01h00	2 230	Saône	10 000	Saône	9 000
Avec	Avec	Vive Eau	BM+01h00	BM+02h30	01h30	2 288	Saône	10 000	Saône	9 000
Sans	Sans	Morte Eau	-	-	00h00	873	Saône	4 500	Saône	10 000
Sans	Avec	Morte Eau	-	-	00h00	896	Saône	4 500	Saône	10 000
Avec	Sans	Morte Eau	BM+00h30	BM+01h30	01h00	1 940	Saône	10 000	Saône	10 000
Avec	Avec	Morte Eau	BM-01h00	BM+01h30	02h30	1 990	Saône	10 000	Saône	10 000

BM : Basse Mer, PM : Pleine Mer, [E. coli] par 100 mL

Figure 5 : Concentrations critiques dans la rivière Saône dans différentes conditions climatiques et de marée pour la plage de Sainte-Marguerite

4.2 Plage soumise à l'influence de 2 sources de pollution

Pour une plage soumise à plusieurs sources de pollution, le recours à la modélisation courantologique permet de distinguer les effets de chaque source sur la plage.

Dans l'exemple ci-dessous, la plage est soumise à l'impact immédiat (en vert Figure 6) d'un collecteur pluvial « victime » de mauvais branchements qui débouche sur la plage puis aux retours de panache successifs d'une rivière côtière qui vient se plaquer sur la plage à marée montante (en rouge Figure 6).

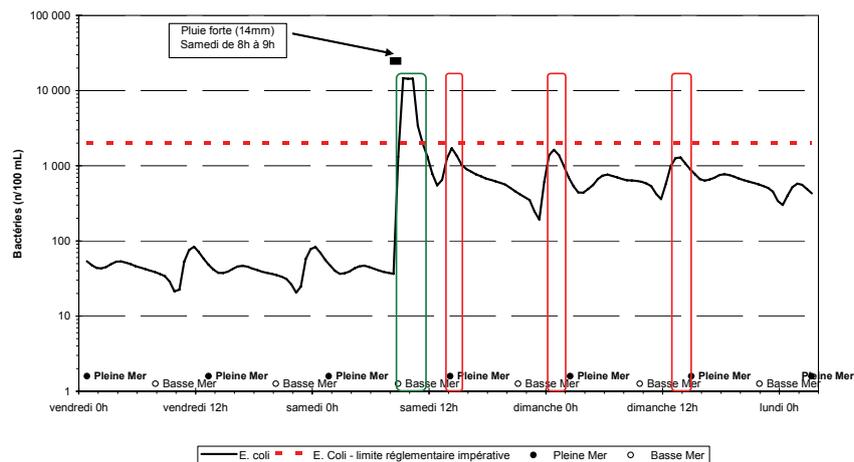


Figure 6 : Exemple d'impacts sur la plage de Puys (pluvial ou retour de panache)

5 TRAITEMENT EN LIGNE DES REJETS D'EAUX PLUVIAUX

Un pilote de traitement en ligne de la pollution bactériologique des rejets de temps de pluie a été testé par Veolia UK sur le site de la station d'épuration de Millom (Pays de Galle) alimentée par un réseau unitaire. Le pilote se compose d'un Actiflo® (clariflocculateur) d'une capacité de traitement de 100 l/s complété par une désinfection UV. Il a été utilisé pendant 12 mois, période durant laquelle 89 événements pluvieux ont pu être échantillonnés, sous différents régimes de tests.

Nous fournissons ci-après la moyenne des concentrations en Coliformes Fécaux (CF) observée aux différentes étapes du traitement.

Entrée Actiflo®	Sortie Actiflo®	Sortie UV
CF (cfu/100 ml)	CF (cfu/100 ml)	CF (cfu/100 ml)
1.7 E+06	9.1 E+04	3224

Tableau 1 : Concentration moyenne en Coliformes Fécaux à différentes étapes du traitement au cours des 89 épisodes pluvieux.

Les concentrations moyennes observées par temps de pluie en Coliformes Fécaux sont conformes à celles données par la littérature dans le cas d'un réseau unitaire. En moyenne, la concentration en Coliformes Fécaux après traitement est de 3200 cfu/100 ml. Sous l'hypothèse d'une dilution de 1 pour 10 du rejet dans le milieu récepteur (en l'occurrence côtier), les niveaux de concentrations en Coliformes Fécaux en sortie du dispositif de traitement s'avèrent compatibles avec un usage 'baignade'.

Bien noter que cette solution :

- suppose un taux d'abattement important des MES au niveau de l'Actiflo® pour garantir une transmittance UV suffisante de l'effluent.
- Est très compacte et très peu consommatrice d'espace par rapport à une solution de 'stockage / restitution' ou une décantation lamellaire classique. Son usage est donc pleinement envisageable dans le cas d'un milieu urbain présentant peu de disponibilité foncière. Contexte d'un centre ville urbain, où la maîtrise de pollution par temps de pluie répond d'une approche avant tout curative.
- Est complémentaire de démarches plus préventives visant à la maîtrise de la pollution par temps de pluie sur les nouvelles zones de développement urbain.

6 CONCLUSIONS

Sur de nombreux sites de baignade, les rejets urbains par temps de pluie constituent la principale cause de dégradation de la qualité sanitaire des eaux de baignade.

Cet article présente différentes approches pour, soit, assurer une gestion active des risques sanitaires associés à ces rejets, soit, limiter l'importance des flux de pollution rejetés par temps de pluie dans le périmètre immédiat des plages concernées.

En dépit du caractère opérationnel des solutions présentées, celles-ci ouvrent des champs de recherche, en particulier, dans les protocoles de mesure de la pollution bactériologiques des rejets urbains par temps de pluie ainsi que la modélisation des flux provenant des réseaux et des usines de dépollution des eaux usées.

BIBLIOGRAPHIE

- Blanchet F., Soyeux E., Deutsch J.C, De Roeck Y.H. Impact des rejets d'assainissement permanents ou transitoires sur la qualité des eaux de baignade (2006). Congrès ASTEE Deauville.
- Chocat B. La pollution des rejets urbains par temps de pluie (1992)
- Cargouët G. Gestion des apports microbiologiques sur le littoral (1998). A.E.S.N. – ENSIL.
- Ellis J.B. Pollutional aspects of urban runoff. In urban runoff pollution. (1985)
- OTV. Dépolluer les eaux pluviales – Contribution à l'élaboration d'une stratégie (1994).
- Riou Ph., Blanchet F., Dumas F. Modélisation et scénarios d'alertes : exemple de Dieppe (2006). Congrès ASTEE Deauville.
- Sauvignat Ph, Tisserand B. Utilisation Combinée de l'Actiflo et de la désinfection UV pour le traitement des eaux d'orage (2006). Congrès ASTEE Deauville.