

SÉMINAIRE ATTENTIVE

Le traitement des eaux par le procédé fiable, robuste et écologique des **Filtres Plantés de Végétaux**



 MARDI 17 OCTOBRE

 HÔTEL BAKOUA - TROIS ILETS - MARTINIQUE

3

DISCOURS D'OUVERTURE

4

PRÉSENTATION DU PROJET ATTENTIVE

- Constats et état de l'assainissement en Martinique
- Historique du projet ATTENTIVE
- Objectifs et enjeux des filtres plantés
- Moyens mobilisés
- Assainissement et Filtres Plantés de Végétaux (FPV) pour petites et moyennes Collectivités
- Retour d'expériences – Maitrise d'ouvrage

7

PRÉSENTATIONS TECHNIQUES

- Conception et dimensionnement des Filtres Plantés Végétaux (FPV)
- Réalisations et retours sur l'exploitation
- Autres applications (industriels, ANC etc.)



DISCOURS D'OUVERTURE



Arnaud RENE-CORAIL (Maire des Trois-Ilets)

« La Ville des Trois-Ilets est heureuse d'accueillir les travaux portant sur la restitution du séminaire ATTENTIVE qui mérite d'être considéré comme un évènement incontournable pour le secteur de l'eau. Commune côtière dont le littoral est occupé par des plages sableuses, des zones urbanisées, de la mangrove, elle est donc directement concernée par la problématique évoquée et l'évolution des dispositions législatives réglementaires sur la gestion de l'assainissement.

L'assainissement joue un rôle dans la préservation de la qualité des eaux de baignade donc indirectement dans l'économie liée au tourisme. Nous espérons à terme proposer des projets d'assainissement du type filtres plantés dans les futurs lotissements, par exemple dans les différents quartiers qui ne sont toujours pas raccordés au réseau d'égout même si les Trois-Ilets est la commune la plus assainie de Martinique. »



Félix FONTAINE (Vice-président de l'Espace Sud)

« Depuis le 1^{er} janvier 2017, l'Espace Sud exerce la compétence « Eau et Assainissement » sur les 12 communes du Sud, suite à la disparition du SICSM. Ce syndicat intercommunal ayant pris part au projet ATTENTIVE, il revient maintenant à l'Espace Sud de poursuivre. Les investissements réalisés en matière d'assainissement doivent tenir compte des contraintes d'un territoire qui concentre plus de 30% de la population de l'île.

Dans le cadre du projet ATTENTIVE, deux stations d'épuration en filtres plantés de végétaux ont vu le jour sur le territoire du Sud. La première au François en 2010-2011 puis celle du quartier Taupinière au Diamant, quartier très proche de la mangrove. L'Espace Sud est sensible et répond régulièrement aux appels à projet relatifs au projet ATTENTIVE afin de répondre à une logique d'amélioration du service public, à une réduction des coûts et au respect de l'environnement. »



Claude LISE (Président de l'ODE)

« Porté par l'Office de l'Eau Martinique depuis maintenant quatre ans, le projet ATTENTIVE a été évalué à près d'un million d'euros, financé à près de 45% par l'Agence Française de la Biodiversité (anciennement ONEMA). Le projet ATTENTIVE a été récompensé en 2014 par l'ancienne Ministre de l'Environnement, Madame Ségolène ROYAL, par un premier prix national en génie écologique appliqué pour le traitement des eaux usées et pluviales.

Le séminaire ATTENTIVE consiste à rendre compte des résultats des travaux menés en Martinique et en Guadeloupe sur ce qui constitue l'adaptation au contexte tropical des Antilles des principes de dimensionnement, de construction et d'exploitation d'une technologie déjà prouvée pour la France hexagonale depuis maintenant près de 20 ans. Ce projet alternatif représente une réelle chance pour le territoire de la Martinique mais également pour d'autres zones géographiques. Il répond à différents enjeux sanitaires, environnementaux, économiques et de coopération. Il apporte des réponses concrètes au problème de contamination des milieux aquatiques de la Martinique, la principale source de contamination organique en dehors des micropolluants et des pesticides venant de l'assainissement. Sa mise en œuvre effective devrait favoriser la naissance de filières innovantes qui impacteront positivement le développement durable du territoire martiniquais et de tous ceux qui l'adopteront.

L'Office De l'Eau Martinique s'engage à accompagner tous les décideurs aussi bien techniquement que financièrement afin qu'ils s'approprient cette technologie innovante favorable au développement économique et durable qui contribuera à la préservation de notre environnement tropical et nous permettra de faire de notre environnement une priorité.

L'ONF s'appuie actuellement sur l'ODE pour lancer un projet d'assainissement aux Salines, projet basé sur la technologie qui sera évoquée ce jour.

Merci à tous les partenaires qui, aux côtés de l'Office De l'Eau Martinique, ont permis le succès de ce projet ATTENTIVE et qui poursuivront certainement leur accompagnement pour les développements à venir. »

CONSTATS ET ÉTAT DE L'ASSAINISSEMENT EN MARTINIQUE

Loïc MANGEOT (Directeur Adjoint - ODE)

- Retard structurel dans l'assainissement qui a pu être compensé pour les plus grosses unités mais qui demeure un problème pour les toutes petites stations. En Martinique : 300 stations d'épuration dont les 30 plus grosses ont subi des programmes de réhabilitation et fonctionnent correctement. Les 70 intermédiaires fonctionnent moyennement et les 200 autres fonctionnent mal.
- Présence de réseaux d'assainissement qui sont souvent trop longs, la topographie qui n'est pas très favorable (présence de mornes donc de postes de relèvement qui augmentent la durée de séjour des effluents). Il y a des dégagements notamment de gaz H₂S qui corrodent les ouvrages. Le vieillissement des ouvrages est prématuré, beaucoup d'équipements électro-mécaniques ou en béton armé sont complètement corrodés et devront être refaits.
- Problème d'exploitation des petits ouvrages : il n'est pas facile d'exploiter de petits ouvrages parsemés sur l'ensemble du territoire. Ils sont souvent délaissés non seulement par les collectivités mais par les structures privées qui les exploitent.
- Lessivage de ces ouvrages en temps de pluie entraîne la pollution rapide des milieux récepteurs.
- Multiplication des stations qui a pour origine un développement qui s'est fait parfois de manière anarchique avec des réseaux qui n'ont pas suivi. Pour remplacer ces stations, il faut essayer de trouver des solutions

HISTORIQUE DU PROJET ATTENTIVE

Michela ADIN (Directrice Générale - ODE)

Une rencontre entre les chercheurs de l'IRSTEA et le SICSM a permis d'envisager ce type de station.

- 2009 Démarrage du projet avec le SICSM qui équipe le territoire Sud et réfléchit à de nouveaux modes de développement ou des recherches innovantes.
- 2012 Lancement de l'appel à projet par le Ministère de l'Environnement.
- 2012 Signature d'une convention entre l'ex ONEMA (actuellement AFB) et l'ODE.
- 2014
 - Signature de la convention ATTENTIVE et lancement officiel du projet.
 - Récompense de l'ex Ministre de l'Environnement.
- 2015 Signature d'un avenant permettant d'intégrer l'Office de l'Eau Guadeloupe et la Communauté d'Agglomération du Nord Grande Terre (CANGT).



Si le projet ATTENTIVE se concentre aujourd'hui sur les Antilles, le champ d'intervention est beaucoup plus large car il touche également la Réunion, Mayotte et la Guyane.

Un certain nombre de facteurs sont nécessaires pour garantir le développement d'une véritable filière. L'un des axes de progrès serait de lancer des recherches innovantes avec des solutions alternatives pour l'assainissement.

Il s'agit de trouver une synergie et de construire avec les décideurs publics et privés, les scientifiques qui mènent les travaux et les recherches ainsi que les acteurs privés de façon à transférer la connaissance aux décideurs, aux constructeurs et à l'encadrement technique.

OBJECTIFS ET ENJEUX DES FILTRES PLANTÉS

Lucas PELUS (*Ingénieur Assainissement - ODE*)

- ⊙ L'objectif était d'adapter la filière localement en construisant des stations un peu différentes avec des systèmes à la fois robustes, faciles à exploiter, économiques à la construction, à l'exploitation, et qui permettent une gestion intégrée des boues.
- ⊙ Un des enjeux était de pouvoir adapter la filière localement. Quelques interrogations se posaient notamment sur la surface des filtres. En effet, plus la station sera de grande taille plus on pourra traiter de pollution, d'autant que le climat local favorise l'activité bactérienne. L'idée était de réduire la surface des stations tout en traitant autant de pollution. Le système de filtres plantés restera performant malgré la pluie, il n'y aura pas de départ de boues comme sur les boues activées.

L'autre enjeu consistait à trouver une plante locale non invasive équivalente au *Phragmite australis*, plante qui devra présenter des propriétés mécaniques similaires pour permettre le fonctionnement des filtres en facilitant l'infiltration de l'eau à travers le substrat sableux.

⊙ Les intérêts du projet étaient :

- Le transfert de compétences techniques et la possibilité de bénéficier d'équipements métrologiques et de formations.
- Les retombées environnementales
- Des retombées industrielles



MOYENS MOBILISÉS

Michela ADIN (*Directrice Générale - ODE*)

⊙ Moyens financiers

- 35 bilans expérimentaux
- 33 paramètres mesurés par bilan
- 22 plantes tropicales testées à petite échelle
- 9 plantes testées en grandeur nature

⊙ Moyens financiers

- Budget total (hors construction) de 914 000 € dont 400 000 € de subvention AFB

⊙ Moyens humains

- 1 664 jours de travail
- 9 Comités de pilotage

ASSAINISSEMENT ET FILTRES PLANTÉS DE VÉGÉTAUX (FPV) POUR PETITES ET MOYENNES COLLECTIVITÉS

Pascal MOLLE (*Chercheur - IRSTEA*)

⊙ Choix de la technique d'assainissement

L'analyse des performances des différents systèmes permet de voir que sur des procédés tels que les boues activées ou les disques biologiques qui comprennent des étapes de décantation, 10% des bilans d'auto surveillance ont un rendement nul lié principalement à des départs de boue. Concernant les filtres plantés, il n'y a pas de départ de boues, c'est donc une technologie bien plus fiable. Le choix de la technique a donc des conséquences.

Le rapport de la DEAL de 2012 sur la Martinique montre que 85% des stations pour les moins de 2 000 EH ne respectent pas le minimum fixé par l'arrêté de 2007 : équipements hors services sur de très longues durées, sous-dimensionnement, mauvaise exploitation. Parmi les stations qui fonctionnent, très peu respectent le niveau de rejet. Le rapport de la DEAL de 2014 montre que plus les stations sont petites, plus leur fonctionnement est inacceptable en termes de performances.

⊙ Différents procédés

- Filtre à écoulement vertical non saturé,
- Filtre à écoulement horizontal (procédé non installé aux Antilles),
- Filtre horizontal avec aération forcée.



⊙ Multiplicité de filières de traitement

Une station d'épuration n'est pas uniquement composée d'un seul procédé de filtres plantés, il peut y avoir des juxtapositions. Il est possible de travailler sur un seul étage et d'associer des filtres plantés de végétaux entre eux, d'associer des filtres plantés avec des procédés conventionnels.

⊙ Avantages

Traitement des eaux et des boues : le dépôt organique va croître de 2cm/an en climat tempéré, la vitesse d'accumulation devrait être moindre en climat tropical

⊙ Adaptation au climat tropical

Elle a conduit à travailler uniquement sur deux filtres au 1^{er} étage, les cinétiques de dégradation étant accrues par la température. De ce fait, la surface de l'ouvrage se trouve considérablement réduite. Le procédé du filtre à écoulement vertical non saturé/saturé peut répondre à beaucoup d'applications sur un système composé d'un seul étage et qui a sa place dans certains contextes. Le choix des dimensionnements est un point important.

La filière combinée avec le lit bactérien (Station de Taupinière) comprend un 1^{er} étage avec des filtres à écoulement non saturé/saturé et un lit bactérien dimensionné à très faible charge pour finir la nitrification.

⊙ Robustesse du traitement

- Variation de charge
- Variation pluviométriques
- La question des plantes a été un point important pour trouver des plantes ayant le rôle mécanique souhaité. Il a fallu trois ans de travail sur l'ensemble des DOM sur le choix des végétaux pour la sélection des végétaux à mettre en œuvre dans ces systèmes. L'idée était d'avoir plusieurs végétaux possibles dans chaque DOM.
- En termes de maintenance, l'une des tâches la plus importante est la gestion des végétaux. C'est quelque chose de simple que les Collectivités peuvent gérer.



RETOUR D'EXPÉRIENCES – MAITRISE D'OUVRAGE

Frédéric L'ETANG (Directeur de l'Assainissement - Espace Sud)

Leslie VEREPLA (Directrice Adjointe - Régie assainissement Nord-Caraïbe Guadeloupe)

⊙ Historique et contexte

La technologie des filtres plantés est adaptée aux petites et moyennes stations d'assainissement. Plusieurs contraintes techniques pour un raccordement au réseau public incitent à opter pour un traitement local. La réticence de l'Etat et les problèmes de foncier ont été parmi les freins à l'installation des filtres plantés.

⊙ Construction et mise en service

Trois stations : Mansarde Rancée, Taupinière et les Mangles avec trois contextes, trois configurations et trois objectifs, une multitude de possibilités mais en réalité une seule station chargée de valider et consolider des résultats de performances. Les événements climatiques récents ont permis de constater des performances au-delà des espérances.

⊙ Performances, exploitation et limites

Les stations fonctionnent en sous-charge avec de très bonnes performances, il en est de même pour les surcharges hydrauliques et organiques. L'adaptation des plantes connaît cependant quelques limites et l'entretien doit être plus régulier.

⊙ Coûts

Il faut compter environ 1 000 € en investissement par EH. Ce montant inclut entre autre le programme de recherche. C'est la multiplication des projets qui permettra d'optimiser ces coûts d'investissement. Le peu d'équipement engendre forcément des coûts d'exploitation plus faibles et le coût d'entretien des plantes varie selon le prestataire.



CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES FILTRES PLANTÉS VÉGÉTAUX (FPV)

Rémi LOMBARD -LATUNE (Ingénieur de Recherche IRSTEA)

○ Généralités

- 1950 Premiers essais de traitement des eaux à partir des plantes tropicales des zones humides.
- 1978 1^{ère} mission du CEMAGREF (actuellement IRSTEA) pour l'évaluation des performances de la station
- 1980 Conception des 1^{ères} stations expérimentales par le CEMAGREF
- 1980 Essor de la filière grâce à un partenariat public/privé
- 2006 Démarrage des premiers travaux dans les DOM (1^{ère} station réalisée à Mayotte)
- 2010 Début des actions de plus grande ampleur dans les DOM.

Les filtres plantés ont été développés par les résultats de la recherche publique, ils ne sont donc pas la propriété d'un privé. Ils sont constitués d'un massif de graviers artificiellement séparés du sol par une géomembrane, traversé par des canalisations qui permettront à la fois l'aération et le drainage des eaux apportées. Ces eaux sont des eaux usées brutes. On réalise une co-gestion des eaux et des boues sur les ouvrages, d'où la biomasse épuratrice qui sera responsable du traitement de la pollution qui est fixée sur les graviers. Les plantes interviennent pour assurer l'aération du milieu. Ces filtres plantés à écoulement vertical sont des milieux entièrement non saturés à l'exception de la couche saturée ajoutée en fond de filtre. C'est un milieu aérobie avec des procédés de dégradation des polluants aérobie donc sans odeur.

Pour cette culture fixée sur support fin, on trouvera **trois processus de dégradation** :

- Biologique (biomasse)
- Physique (filtration)
- Chimique (adsorption principalement réalisée sur la couche de peau qui se développe en surface)

Un des enjeux de la conception des filtres : **le maintien des conditions aérobies à l'intérieur du filtre.**

Trois processus permettent de renouveler l'air à l'intérieur du massif :

- Alimentation séquencée par bâchée
- Réseau d'aération/drainage
- Action mécanique des tiges des végétaux sur la couche de boue



Gestion de la biomasse : Alternance de phases d'alimentation et de phases de repos : minéralisation de la biomasse accumulée

Pérennité du système : L'apport d'eaux usées en continu provoque une augmentation de la biomasse jusqu'au colmatage du filtre. Plusieurs échelles temporelles permettent de garantir la pérennité du système qui peut être menacée en cas de défaillance de l'une des échelles, réduisant ainsi la durée de vie des filtres.

Variante de FPV : Des travaux ont été menés soit dans le cadre du projet ATTENTIVE soit au niveau des actions avec l'ONEMA.

Rôle des végétaux : Ils offrent un support pour le développement des bactéries et une plus grande biodiversité de micro-organismes à l'intérieur du filtre.

⊙ Performances

- **DCO** : performances autour de 90% et impact assez fort du temps de pluie
- **MES** : abattement important et stable - supérieur à 90% malgré de fortes surcharges hydrauliques et organiques
- **NTK** : on s'aperçoit au niveau de tous les filtres que plus la charge augmente, plus les rendements diminuent.

⊙ Dimensionnement

Etude faite à partir de l'ensemble des données de l'auto-surveillance des DOM sur les stations de moins de 2000 EH qui a permis de définir des gammes de concentration à l'entrée des stations. Les concentrations correspondent en moyenne à ce qui est observé en France Hexagonale mais il est possible de trouver des effluents très chargés. Le dimensionnement des filtres plantés est basé sur une charge applicable quotidiennement sur le filtre en fonctionnement qui est de 350g DCO/m²/jour. Ce ratio donnera une surface qui fera l'objet d'une vérification pour savoir si elle est suffisante pour l'ensemble des charges appliquées.

Ces charges correspondent à une surface théorique de 0,4 m²/EH sur le filtre en fonctionnement, soit un total de 0,8 m²/EH pour la station.



RÉALISATIONS ET RETOURS SUR L'EXPLOITATION

Nicolas FINA (Ingénieur COTRAM Assainissement)

⊙ Mise en œuvre des filtres plantés

Certains aspects sont à prendre en charge avant la construction, notamment le choix des matériaux et l'optimisation de l'emplacement. Pour la phase de construction, il s'agissait entre autres, de protéger les ouvrages de l'arrivée d'eaux boueuses sur les filtres.

Les tâches d'exploitation réalisées à l'année sur un filtre planté sont les suivantes : contrôle de la chasse à augets, nettoyage du dégrilleur, entretien et arrachage des mauvaises herbes, entretien des abords, etc.

Les points de vigilance : entretien de la station incluant le dégrilleur manuel et la chasse à augets.

Un point important à prendre en compte est la protection du matériel. Il s'avère que la protection solaire et la résistance des matériels pouvaient être insuffisantes sur les premières constructions. Une adaptation a été faite avec la mise en place de matériel IP 68 qui permet de se protéger de la pluie, de l'humidité, de la chaleur et des poussières.

AUTRES APPLICATIONS (INDUSTRIELS, ANC ETC.)

Pascal MOLLE (Chercheur IRSTEA)

Les différentes applications du système de filtres plantés nécessitent à chaque fois des adaptations dans le dimensionnement et la conception des ouvrages.

⊙ Assainissement individuel

- Le contexte réglementaire veut que l'on travaille avec des filières agréées sur des plateformes de tests en métropole, tests non représentatifs de la réalité. Les dimensionnements agréés sur les filières végétalisées se situent entre 2 m² et 4m²/EH.
- Besoin d'un référentiel tropical: les niveaux d'abattement sont relativement intéressants et même très stables malgré les variations de charges. Cela devrait être adapté en climat tropical pour avoir une filière en assainissement individuel compacte et fiable.

⊙ Effluents industriels

- De nombreuses applications : agro-alimentaire, industrie (traitement de méthanol et benzène sur l'industrie chimique ou sur des eaux souterraines contaminées), industrie pétrolière, agriculture, transformation de produits agricoles etc.



○ Traitement des boues

Systèmes développés pour traiter initialement des boues activées avec pour objectifs :

- Le séchage et la minéralisation : intérêt économique plus important pour de grandes capacités, également adapté au traitement des matières de vidange dans le but d'avoir un système décentralisé proche des unités de production de l'assainissement individuel

○ Rejets urbains en temps de pluie

Plusieurs possibilités sont offertes pour faire face à des contraintes de temps de pluie sur les réseaux unitaires :

- Faire des réseaux séparés
- Adapter le dimensionnement des filtres plantés qui traitent les eaux usées domestiques pour traiter le temps de pluie sur le même ouvrage
- Installer un filtre planté pour traiter uniquement les surverses de déversoirs ;

Les filtres plantés sont des systèmes robustes, fiables et flexibles dans leur dimensionnement. En termes d'investissement, ils ne sont pas forcément beaucoup moins chers que d'autres systèmes et les coûts de maintenance sont faibles.

Ils ont l'avantage d'apporter une bonne intégration paysagère, de contribuer à la création de zones récréatives, de zones refuges pour la biodiversité en milieu urbain et potentiellement, de réinventer le milieu urbain.





 7, avenue Condorcet - BP 3
97201 FORT-DE-FRANCE - MARTINIQUE FWI

 0596 48 47 20  0596 63 23 67

 contact@eaumartinique.fr

 www.eaumartinique.fr

