

## Visite de Zones de Rejet Végétalisées Compte-rendu commenté de la visite de la ZRV de St Just (34) (Zone Libellule®)

du 28 mai 2013

par l'atelier ZRV du groupe de travail 

### PREAMBULE

Cette fiche s'inscrit dans une série de visites menées par l'atelier « Zones de Rejet Végétalisées » (ZRV) du groupe de travail national EPNAC. Cet atelier a été initié en 2010, en réponse à la grande diversité des types de ZRV et à leur forte multiplication en France. Ces zones ont été classées en 4 types : sur sol en place (prairies, bassins, fossés) ou sur sol remanié (autres). Un état des lieux national réalisé en 2012 a mis en exergue l'absence de cohérence entre les dimensionnements et les objectifs visés, et le nombre restreint de ZRV pouvant faire l'objet de suivis par bilans 24h (impossibilité de mesure de débit, absence de rejet localisé). Un guide pour la réalisation des études de sol préalables à la création d'une ZRV a été créé, ces études étant souvent inexistantes.

*L'objectif de cette fiche est d'apporter des éléments critiques indépendants, de terrain, sur une ZRV existante. Aussi, les questionnements proposés dans cette fiche dans les encadrés font suite aux informations fournies essentiellement par le constructeur lors de la visite de l'atelier ZRV d'EPNAC.*

Ce document aborde :

1. LE CONTEXTE .....	1
2. LES OBJECTIFS .....	1
3. LA CONCEPTION .....	2
4. L'EXPLOITATION .....	3
5. LES RESULTATS .....	4
6. LES COUTS .....	6

## 1. LE CONTEXTE

La ZRV « zone Libellule® » de St Just (34) a été présentée aux membres de l'atelier ZRV d'EPNAC le 28 mai 2013 par M. Eric BLIN de SUEZ Eau France (ex-Lyonnaise des Eaux).

La ZRV, construite en 2009, reçoit les eaux usées traitées d'une station d'épuration de type boues activées (capacité de 5 000 EH et objectifs réglementaires : 15 mgNGL/L et 2 mgPt/L)

*Peut-on extrapoler les résultats actuels pour des conditions de fonctionnement à charge nominale ?*

**Charge de la station d'épuration.** Sous-charge (environ 3 000 EH) : les concentrations de sortie station sont très basses (DCO < 30 mg/L ; NGL < 5 mg/L).

## 2. LES OBJECTIFS

**Objectif annoncé par Suez Eau France.** Lutter contre les polluants émergents et favoriser la biodiversité. La ZRV serait une manière de réduire l'impact du rejet de la station d'épuration sur le milieu naturel, et son suivi s'inscrit dans des recherches menées par SUEZ Eau France sur la réduction des micropolluants.

*Pour répondre aux objectifs, l'« état zéro » (initial) du milieu récepteur est-il connu ?*

**Objectifs globaux attendus :**

- meilleure qualité de l'eau en sortie de zone (nutriments, bactériologie, micropolluants) ;
- biodiversité locale ;
- fonction socio-culturelle : parcours de visite avec panneaux pédagogiques.

**Conditions climatiques :** climat de type Méditerranéen à Saint-Just (fort ensoleillement) et très souvent venteux. Le contexte climatique peut influencer le fonctionnement de la zone et donc l'atteinte de ses objectifs.

*Comment extrapoler les résultats observés sur cette ZRV à d'autres climats ?*

### 3. LA CONCEPTION

#### ❖ Zone de Rejet Végétalisée : zone Libellule®

**Conception** : SUEZ Eau France (ex-Lyonnaise des Eaux). **Construction** : société SERPE.

**Caractéristiques.** Située à proximité immédiate de la station d'épuration, elle reçoit la totalité des eaux usées traitées. Surface totale ≈ 15 000 m<sup>2</sup>, dont 8 600 m<sup>2</sup> en eau (hors prairie humide). Constituée d'associations de ZRV de types bassins, prairies, fossés et autres, en série.

Mise en eau : 2009.



**Enchaînement de différents compartiments.** Justifié uniquement pour le bassin en tête (rétention des éventuelles MES issues de la station) et le filtre à sable (filtration finale).

*Sans étude de sol préalable, comment s'assurer de l'absence d'échanges avec une éventuelle nappe?*

**Plantations.** 35 espèces végétales différentes au total : 70 arbres et 7 000 plants.

*Peut-on quantifier les éventuels rôles attribués aux végétaux ?*

**Choix des végétaux.** Optimisation de la phytoaccumulation, la filtration mécanique, et la dégradation microbienne notamment, selon les indications de conception. Les espèces végétales locales ont été sélectionnées et retenues.

**Sol et sous-sol.** Bassins non étanchés. Pas de réalisation d'études de sol préalables à la création.

**Temps de séjour théorique (ts<sub>théo</sub>).** La ZRV a été dimensionnée pour respecter un ts<sub>théo</sub> > 10 j. Pour des débits plus importants (> 500 m<sup>3</sup>/j), by-pass des eaux vers une prairie humide (2 100 m<sup>2</sup>) : infiltration ou surverse vers le cours d'eau.

<b>1. Bassin à phytoplancton</b>	<p><b>Caractéristiques.</b> Profondeur 1 m, ts<sub>théo</sub> 2,5 j pour 5 000 EH et 4,2 j pour 3 000 EH.</p> <p><b>Objectif annoncé.</b> Affiner le traitement des macropolluants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ décantation et dégradation des particules les plus lourdes,</li> <li>▫ minéralisation des éléments pour intégration à la chaîne alimentaire (bactéries, phyto et zooplanctons, macro faune et flore).</li> </ul>	<p>Présence d'algues filamenteuses (Cladophora)</p>
----------------------------------	--	---

<b>2. Roselière</b>	<p><b>Caractéristiques.</b> Faible profondeur, <math>t_{s\text{ théo}}</math> 6,4 h pour 5 000 EH et 11 h pour 3 000 EH. Roseaux plantés dans un support de pouzzolane.</p> <p><b>Objectif annoncé.</b> Formation d'une barrière physique aux polluants visant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ assurer la filtration d'espèces flottantes (lentilles d'eau...),</li> <li>▫ filtrer la matière organique et l'azote par les racines des végétaux,</li> <li>▫ minéraliser l'azote et le phosphore par la pouzzolane.</li> </ul>
---------------------	--

<b>3. Méandres</b>	<p><b>Caractéristiques.</b> Fossé (long. <math>\approx</math> 180 m) de faible profondeur, <math>t_{s\text{ théo}}</math> 30 min pour 5 000 EH et 48 min pour 3 000 EH.</p>	<p><b>Objectif annoncé.</b> Optimisation des échanges eau-berges (phytoremédiation recherchée).</p>
<b>4. Zone delta</b>	<p><b>Caractéristiques.</b> Bassin de faible profondeur, <math>t_{s\text{ théo}}</math> 8 h pour 5 000 EH et 13 h pour 3 000EH. Ilots végétalisés.</p>	

<b>5. Zone libre</b>	<p><b>Caractéristiques.</b> Prof. 80 cm, <math>t_{s\text{ théo}}</math> 1,7 à 2,8 j. Ilots végétalisés.</p>	 <p><i>Présence d'azolla en décomposition</i></p>
----------------------	---	--

<b>6. Filtre horizontal</b>
<p><b>Caractéristiques.</b> Merlon de sable drainé.</p> <p><b>Objectif annoncé.</b> Filtration horizontale : rétention MES et flottants.</p>

## 4. L'EXPLOITATION – CONSTATS RELEVÉS

### ❖ Généralités

**Abords et accès à la ZRV.** Abords non carrossables et aucune voie d'accès spécifique pour des engins lourds. A la conception de la zone, le comblement des bassins par l'accumulation boues (apports en MES, débris végétaux...) n'avait pas été envisagé.

**Exploitation.** Assurée par SUEZ Eau France. Le choix a été fait les premières années de laisser la zone évoluer sans trop intervenir.

**Entretien régulier.** Assuré chaque semaine, et estimé à 0,5 ETP.

**Autres interventions ponctuelles réalisées :** enlèvement des végétaux flottants (azolla, lentilles), curage, remodelage des méandres, piégeage des ragondins, remplacement du filtre horizontal (colmatage). Ces interventions n'étaient pas toutes prévues lors de la conception du site.

*Lorsque le curage des bassins s'avèrera nécessaire, ce contexte rendra-t-il l'opération délicate et coûteuse (intervention manuelle) ?*

### ❖ Végétaux

**Taches principales prévues et réalisées fréquemment :**

- arrachage manuel des adventices (en début de fonctionnement),
- débroussaillage des abords (fréquences non précisées),
- gestion des végétaux pour maintenir le bon écoulement des eaux et limiter la mise en charge des ouvrages (fréquences non précisées).

*Comment les collectivités peuvent-elles anticiper les coûts des interventions non programmées pour l'exploitation d'une ZRV ?*

**Interventions ponctuelles importantes réalisées :**

- septembre 2012 : faucardage complet de la zone qui commençait à se fermer (perte de biodiversité) avec exportation de la partie aérienne des végétaux. Cette opération devra être renouvelée tous les 2 à 3 ans selon SUEZ Eau France.
- évacuation manuelle de l'azolla (espèce invasive majeure, 7 t évacuées (poids frais)) et des lentilles d'eau. Une couverture végétale totale réduit à néant la photosynthèse (anaérobiose et absence de photodégradation).
- remodelage des méandres (cf paragraphes suivants) : les végétaux peuvent créer des dysfonctionnements hydrauliques par blocage des écoulements aux jonctions entre bassins.

*Faut-il recommander d'évacuer régulièrement les espèces végétales envahissantes flottantes ?*

**Plantes envahissantes.** On observe la présence d'algues filamenteuses, azolla et lentilles d'eau lors de la visite. Or, par exemple, de l'azolla est présente à l'aval du rejet alors qu'elle est absente en amont.

**Quantité de végétaux évacués.** Estimée à 17 t de matières sèches au total sur 3 ans.

**Autre.** Les roseaux n'ont pas poussé dans la roselière : ils seraient coupés par les ragondins.

#### ❖ Espèces animales et prolifération

**Piégeage des ragondins.** Impératif pour limiter la destruction des berges et végétaux (80 ragondins piégés en 3 ans).

*Ce type de ZRV pourrait-il être un lieu de développement d'espèces animales indésirables ?*

**Prolifération de moustiques. Absence** établie par un suivi de l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication du littoral Méditerranéen.

#### ❖ Colmatage

**Scarification régulière du filtre horizontal.** Le filtre à sable disposé en sortie de la ZRV doit être régulièrement griffé. Il a tendance à se colmater et génère des effluents septiques. Son remplacement pourrait être prévu après 3-4 ans de fonctionnement.

#### ❖ Reprofilage hydraulique

**Remodelage des berges des méandres.** Le développement de la végétation modifie les écoulements : les berges sont alors fragilisées avec création d'affouillements localisés. Reprofilage réalisé sur ce site (oct. 2012), et préconisé tous les 3 ans.

#### ❖ Curage

*Quelle est la vitesse d'accumulation des boues dans ces ZRV de type bassin ?*

*Comment anticiper la fréquence des curages ?*

**Accumulation de sédiments.** La hauteur moyenne de sédiments accumulés en fond des ouvrages serait faible (< 10 cm) après 3 ans de fonctionnement. Ces boues proviendraient en majorité des végétaux. Le curage d'un ou plusieurs bassins n'est pas nécessaire actuellement, mais le constructeur envisage un curage 8 à 10 ans après la mise en eau.

## 5. LES RESULTATS

### PROTOCOLE DE SUIVI

**Etude de la phase de démarrage.** Le suivi SUEZ Eau France était d'une durée de 3 ans dès la mise en eau de la ZRV (2009). Evaluation de la capacité de traitement complémentaire et de la biodiversité associée ; soit une trentaine de protocoles expérimentaux appliqués.

*Les résultats seront-ils confirmés dans d'autres circonstances (climat, autre type de station d'épuration, exploitation) ou lorsque le site sera plus mature ?*

**Exemples de suivis réalisés sur ce site :**

- suivi de la capacité épuratoire : bilans 24h portant sur les paramètres physicochimiques classiques et bactériologiques, plusieurs micropolluants, et quelques bioindicateurs ;
- suivi météorologique et suivi de la hauteur de la nappe ;
- suivi botanique et faunistique.

**Suivi de la qualité de l'eau.** Réalisation de bilans 24h mensuels entrée/sortie ZRV. Le protocole incluait quelques prélèvements ponctuels intermédiaires entre compartiments (sans mesure de débit).

*Ne faut-il pas utiliser avec grande précaution des résultats portant sur des prélèvements intermédiaires entre chaque compartiment qui ne sont pas asservis aux débits ?*

**Volumes infiltrés.** L'absence d'étude de sol est problématique pour l'estimation des volumes d'eau infiltrés dans le sol, d'autant que la ZRV n'est pas étanchée.

**Stockage des polluants (sédiments et végétaux).** Aspect peu abordé du fait de la jeunesse du système.

*Le relargage de polluants éventuellement stockés dans les sédiments ne devrait-il pas être étudié de manière plus approfondie ?*

## SUIVI HYDRAULIQUE

### ❖ Réduction des volumes rejetés au milieu récepteur de surface, infiltration et suivi de hauteur de nappe

**Forte réduction des volumes.** Elimination de  $\approx 70\%$  les flux hydriques entrants. En été, la zone tend vers un rejet à débit nul au milieu naturel de surface.

*Quels sont les facteurs prépondérant pour l'atteinte de ce « rejet zéro » : l'évapotranspiration par les végétaux, l'évaporation, l'infiltration dans le sol ?*

**Suivi par piézomètre.** Pas de mise en évidence de remontée d'eau de nappe et donc de dilution des eaux traitées par la station d'épuration.

*Quelle peut être la part des remontées d'eau de nappe par capillarité ?*

**Infiltration.** Supposée être le phénomène prépondérant (données théoriques bibliographiques).

### ❖ Temps de séjour

**Traçages au gadolinium.** Ts global mesuré en 2010 et 2011 :  $\approx 10$  jrs (temps de pluie) et  $\approx 20$  jrs (temps sec) selon SUEZ Eau France.

*Ce traçage global (entrée-sortie) ne nécessiterait-il pas une analyse plus fine ouvrage par ouvrage ?*

### ❖ Effet tampon

**Protection complémentaire en cas d'incident sur la station d'épuration amont.** Un dysfonctionnement sur la station d'épuration en 2012 a entraîné le déversement d'une grosse quantité de chlorure ferrique dans la zone. Conséquences : rejet très acide de la station d'épuration ( $\text{pH} < 2$ ) et retour à la normale au bout d'un mois. La zone posséderait donc un effet tampon intéressant (longs temps de séjour) permettant une protection supplémentaire du milieu récepteur de surface.

### ❖ Filtre à sable en sortie

Le **colmatage** entraîne la mise en charge des bassins en amont, avec émanations d'odeurs de gaz de fermentation. Le jour de la visite, les mesures du potentiel redox et de l'oxygène dissous sont respectivement de 30 mV et 0,4 % d' $\text{O}_2$ .

*La suppression du filtre à sable est-elle envisageable pour limiter la dégradation du rejet au milieu récepteur ?*

**Bactéries sulfitoréductrices.** Observation de filaments blancs dans le regard de sortie.

## SUIVI ANALYTIQUE

### ❖ Paramètres physicochimiques

**Paramètres physiques.** Conductivité, pH, redox, et  $\text{O}_2$  dissous sont enregistrés en entrée/sortie de ZRV.

**MES et DCO.** Une augmentation des concentrations en MES [10-30 mg/L] et DCO [20-30 mg/L] est notée dans les bassins, ensuite réduites au niveau du filtre à sable.

*Les très faibles concentrations permettent-elles des interprétations, face aux fortes incertitudes analytiques (environ 20 % en DCO) ?*

**Azote et phosphore.** L'abattement de l'azote est annoncé à 30 % (bilan entrée-sortie de ZRV). Pour le phosphore, on ne relève pas d'abattement significatif au regard des incertitudes de mesures. Ces résultats sont à relativiser du fait des faibles concentrations en entrée de ZRV ( $\text{NGL} < 5$  mg/L et  $\text{Pt} < 1$  mg/L).

*Les rendements sont-ils tous calculés sur des flux, étant donnés les longs temps de séjour ?*

*Si un rendement de près de 70 % a été observé sur moins de 10 % de toutes les molécules recherchées, qu'en est-il de toutes les autres molécules ?*

*L'étude permet-elle vraiment de donner des résultats probants sur l'efficacité de la ZRV vis-à-vis de l'élimination de tous les types de micropolluants recensés à l'échelle nationale ?*

**Micropolluants.** Le protocole de prélèvement est celui développé dans le cadre du programme de recherche AMPERES<sup>1</sup>. Les résultats de seulement une quarantaine de molécules ont pu être exploités (parmi les alkylphénols, pesticides, médicaments, antibiotiques et bêtabloquants recherchés) en raison des très faibles concentrations (limites de détection). Très peu de micropolluants autres que les résidus médicamenteux et quelques pesticides ont été mesurés en entrée de ZRV. Une réduction de 70 % (concentrations entrée/sortie ZRV) a été atteinte pour la moitié de ces molécules exploitées.

<sup>1</sup> « Les micropolluants et leur devenir dans les stations d'épuration », 2006-2010. Au total, plus de 300 molécules ont été recherchées (alkylphénols, résidus médicamenteux, pesticides, phtalates, HAP, COV, métaux, PCB, chloroalcanes, chlorophénols...).

Pour les molécules ayant pu être analysées et exploitées, l'abattement réalisé par la station d'épuration a été comparé à celui mesuré sur la ZRV. Ainsi, par exemple, un bilan matière sur les antibiotiques analysés a montré que :

- 18 % seraient infiltrés (calcul à partir de la perméabilité théorique de chaque bassin),
- 1 % seraient rejetés dans le cours d'eau,
- 81 % seraient donc transformés, dégradés ou stockés.

*Les sous-produits de dégradation des micropolluants ont-ils été étudiés ?*

*Quelle proportion de molécules est adsorbée sur les sédiments ?*

### Analyses de végétaux et sédiments.

Une seule analyse moyenne de tous les végétaux de la zone a été réalisée. De même, les analyses de sédiments sont trop peu nombreuses et doivent être complétées.

### ❖ Bactériologie

**Germes témoins de contamination fécale.** *E. coli* : abattement de 3,5 log ; Entérocoques : faible diminution de 2,6 log. En été, les végétaux et les déjections de la faune limitent fortement la réduction des germes.

**ASR** (bactéries anaérobies sulfitoréductrices) : déclassement de l'eau en sortie de ZRV à la catégorie D de l'arrêté REUSE du 2 août 2010.

Pour une extrapolation à d'autres contextes, ces abattements semblent insuffisants pour garantir les seuils de la classe « excellente qualité » (baignade) généralement requise en été.

*Ce type de ZRV pourrait-il assurer un abattement bactériologique suffisant en été ?*

## AUTRES

### ❖ Biodiversité

**Indice diatomée.** Il est de 7/20 en entrée contre 11/20 en sortie ZRV, en mars 2012.

**Végétaux.** Le nombre d'espèces végétales aujourd'hui implantées est supérieur à 100 (ensemencement naturel), contre 35 plantées initialement.

**Faune et flore.** La biodiversité aurait été multipliée par 6, en grande partie du fait de l'implantation d'une surface d'eau libre non existante auparavant (flore aquatique, libellules...).

## 6. LES COUTS

### ❖ Conception et construction

**Etudes.** Le coût des études de conception n'est pas précisé. Il n'y a pas eu d'étude de sols préalables.

*Le coût de la ZRV est-il cohérent par rapport aux objectifs (atteints ou non) ?*

**Travaux.** Le coût de la construction seule est de l'ordre de 360 000 € HT (équipements de mesures inclus), soit 72 € HT/EH (sur la base de 5 000 EH).

### ❖ Entretien

**Entretien régulier.** Evalué par SUEZ Eau France à 0,5 ETP, soit 20-25 K€ HT/an (4 à 5 € HT/EH/an).

**Interventions ponctuelles importantes :** enlèvement des végétaux flottants, curages, remodelage des méandres, piégeage des ragondins, remplacement du filtre horizontal. Le coût réel de l'entretien est donc très nettement supérieur à 5 € HT/EH/an.

## AUTEURS (Participants à la visite et/ou membres de l'atelier ZRV d'EPNAC ayant contribué à l'élaboration de ce document)

<b>Jean-Marc BEC</b>	CG / SATESE 81	<b>Céline LAGARRIGUE</b>	Ag. de l'Eau Rhône-Med. Corse
<b>Catherine BOUTIN</b>	Irstea, animation de l'atelier	<b>Henri-Noël LEFEBVRE</b>	Ag. de l'Eau Loire Bretagne
<b>Jean-Philippe CHANSEAU</b>	CG / SATESE 16	<b>Gilles MALAMAIRE</b>	SATESE 13/83/84 / ARPE
<b>Ronan PHILIPPE</b>	CG / MAGE 42	<b>Stéphanie PROST-BOUCLE</b>	Irstea
<b>Jocelyne DI MARE</b>	Ag. de l'Eau Adour Garonne	<b>Jérôme REBEL</b>	DDT 77
<b>Marie-Amélie DUROT</b>	Irstea	<b>Jean-Pierre SAMBUCCO</b>	CG / SATESE 34
<b>Nadine DIMASTROMATTEO</b>	Ministère en charge de l'Ecologie	<b>Nicolas VENANDET</b>	Ag. de l'Eau Rhin-Meuse
<b>Sandrine GAUBIAC</b>	CG / SATESE 30	<b>Estérelle VILLEMAGNE</b>	Onema

Cette fiche a été créée sur la base de propositions faites par Gilles Malamaire (ARPE PACA), Céline Lagarrigue (AE RMC) et Stéphanie Prost-Boucle (Irstea).